



HAL
open science

Caractérisation de la flore viticole : Influence des différents facteurs anthropiques et environnementaux de 2014 à 2016 sur un réseau de parcelles expérimentales

Julie Buchmann, Chantal Rabolin-Meinrad

► To cite this version:

Julie Buchmann, Chantal Rabolin-Meinrad. Caractérisation de la flore viticole : Influence des différents facteurs anthropiques et environnementaux de 2014 à 2016 sur un réseau de parcelles expérimentales. Biodiversité et Ecologie. 2016. hal-02909923

HAL Id: hal-02909923

<https://hal.inrae.fr/hal-02909923>

Submitted on 31 Jul 2020

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

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

Caractérisation de la flore viticole :

Influence des différents facteurs anthropiques et environnementaux de 2014 à 2016 sur un réseau de parcelles expérimentales



Soutenance le 26 septembre 2016

Stage effectué du 18 janvier au 15 juillet 2016

Tutrice de stage : Isabelle Soustre-Gacougnolle

Encadrante : Chantal Rabolin Co-encadrant: Christophe Schneider

Julie BUCHMANN

Master Valorisation et Transformation
des Productions Agricoles

Remerciements :

En tout premier lieu, je tenais à remercier Chantal Rabolin pour sa pédagogie, sa gentillesse, et son enthousiasme. Merci de m'avoir encadrée tout au long de ce stage, et de m'avoir régulièrement conduit vers de nouvelles pistes.

Merci à Christophe Schneider pour sa disponibilité, son humour, sa passion pour la botanique.

Merci à Christian Bockstaller de m'avoir accueillie au sein de l'équipe Agriculture Durable.

Merci également à Nathalie Carnovale pour sa gentillesse, ainsi qu'à tous les autres occupants du « couloir INRA » : Marie Thiollet-Scholtus, Julie Wohlfahrt, Olivier Théron, Anne Poutaraud, Aimé Blatz, Rémi Kohler...

Merci à Pierre-Alexandre Willot pour sa précieuse aide pour l'utilisation du logiciel R et de m'avoir aidé à choisir les tests statistiques adéquats.

Un grand merci à Lucie, Théophile et Zakaria avec qui nous avons partagé le même bureau pendant ces quelques mois. Merci à vous pour tous les rires partagés, toutes les blagues, l'entraide et la bonne humeur qui régnait au quotidien.

Merci à Isabelle Gacougnolle, de m'avoir encadrée sur différents projets au cours de mon master dont ce stage de fin d'étude ainsi qu'à tout le corps enseignant de la faculté d'Agrosciences à Colmar.

Liste des abréviations :

AD : Agriculture Durable

ANOVA : Analyse de la variance

AFC : Analyses Factorielle de Correspondance

CAH : Classification Ascendante Hiérarchique

EPLFPA : Etablissement Public Local d'Enseignement et de Formation Professionnelle Agricole.

INRA : Institut National de Recherche Agronomique

LAE : Laboratoire Agronomie Environnement

PEPSVI : Plateforme d'Evaluation des Performances de Systèmes Viticoles Innovants

SNK : Student Newman-Keuls

UMR : Unité Mixte de Recherche

Glossaire :

Cavaillon : Bande de terre que laisse la charrue vigneronne sur la ligne des pieds de vigne mais qu'enlève la charrue décavaillonneuse (www.larousse.fr)

Enherbement : Zone en herbe basée sur le développement plus ou moins maîtrisé de la flore spontanée (Delabays N, 2009)

Indice de Sorensen : Indice mesurant la similitude en espèces entre deux habitats (Landeau, R., 2008).

Inter-rang : Zone située entre deux rangs de vigne

Méthode de présence-absence : La richesse spécifique représente, au niveau de la gestion de l'espace, un outil intéressant pour la prise en compte de la biodiversité (Vanpeene-Bruhier S., 2010). Elle est l'indicateur de biodiversité le plus simple mais elle présente des limites : en effet, le fonctionnement de l'écosystème ne peut pas être appréhendé par celle-ci (Chevalier, R., Gautier, G., Archaux, F., 2010).

Richesse spécifique : Nombre d'espèces présentes

Test de Newman-Keuls : test de comparaison des moyennes multiples, hypothèse nulle testée : « Il n'y a pas de différence significative entre les moyennes ». L'hypothèse est validée si $p\text{-value} > 0.05$

Sommaire

I.	Introduction.....	1
	Mission de recherche, objectifs de ce stage :.....	5
	Le projet PEPSVI :.....	6
II.	Présentation de la structure :.....	7
III.	Matériels et méthodes :.....	9
1.	Relevés floristiques :.....	9
1.1.	La méthode de présence/absence :.....	10
1.2.	La méthode du recouvrement :.....	31
2.	Gestion et détails de l'expérimentation :.....	11
2.1	Localisation des relevés.....	11
2.2	Dates de l'expérimentation.....	11
2.3	Surface des relevés floristiques.....	11
2.4	Personnes requises.....	12
2.5	Identification de la végétation.....	12
3.	Traitements statistiques :.....	12
4.	Calculs des indices de diversité et étude de la composition :.....	13
4.1	Méthodes uni-variées.....	14
4.2	Méthodes multivariées :.....	14
4.3	Familles de plantes :.....	15
4.4	Stratégies de Grime :.....	15
4.5	Types biologiques de Raunkiaer :.....	15
4.6	Valeurs pollinisatrices de la végétation.....	15
IV.	Résultats.....	16
1.	Etude de la richesse spécifique.....	16
2.	Calcul des indices de Sorensen.....	18
3.	Evaluation de la composition spécifique.....	18
V.	Discussion.....	20
1.	Au niveau de l'expérimentation.....	20
2.	Discussion personnelle.....	23
VI.	Conclusion.....	26
	Table des annexes :.....	27

Table des figures :

Tableau 1 : Dispositif PEPSVI : un réseau de 5 sites en Alsace avec 4 systèmes.....	1 bis
Tableau 2 : Nomenclature des parcelles du projet PEPSVI.....	1 bis
Tableau 3 : Contexte géo-climatique des parcelles PEPSVI.....	6 bis
Tableau 4 : Description des systèmes et caractéristiques des sites PEPSVI (Source : présentation PEPSVI Colmar du 13/03/2014).....	8
Tableau 5 : Caractéristiques des sols des sites PESVI, cépages et surfaces.....	8 bis
Tableau 6 : Dates des relevés de 2014-2015-2016.....	10 bis
Tableau 7 : Calcul des indices de Sorensen pour l'année 2016.....	17 bis
Document 1 : Localisation des sites PEPSVI.....	1 bis
Document 2 : Vue aérienne des parcelles du projet PEPSVI.....	6 bis
Document 3 : Organigramme de l'Unité Mixte de Recherche du LAE (Laboratoire Agronomie et Environnement) (INRA, janvier 2015).....	8
Document 4 : Courbe aire-espèce de Clavier, 2005 (source Merlen, M., 2015).....	8 bis
Document 5 : Photo de la position des relevés floristiques.....	8 bis
Document 6 : Fiche de relevés floristiques pour la méthode de présence-absence.....	9 bis
Document 7 : Fiche de relevés floristiques pour la méthode de recouvrement.....	9 bis
Document 8 : Photo d'un quadrat.....	10 bis
Document 9 : Répartition des quadrats sur les parcelles de Wintzenheim (bloc 2).....	10 bis
Document 10 : Richesse spécifique des parcelles PEPSVI en 2016.....	15 bis
Document 11 : Richesses spécifiques moyennes des différentes parcelles en 2016 sur la base de 3 relevés.....	15 bis
Document 12 : Richesses spécifiques moyennes des parcelles PEPSVI lors du relevé de juin 2016.....	15 bis
Document 13 : Richesses spécifiques moyennes en fonction de la position du relevé en 2016 sur la base de 3 relevés.....	16 bis
Document 14: Richesses spécifiques moyennes des systèmes en 2016 sur la base de 3 relevés en 2016.....	16 bis
Document 15 : Evolution de la richesse spécifique moyenne des parcelles PEPSVI de 2014 à 2016.....	16 bis
Document 15 bis : Evolution de la richesse spécifique de 2014 à 2016.....	17 bis
Document 16 : Evolution des richesses spécifiques moyennes des parcelles PEPSVI de 2014 à 2016 sur la base de 3 relevés.....	17 bis
Document 17 : Dendrogramme de l'année 2016.....	18 bis
Document 18 : Répartition des familles en 2016 sur la base de 3 relevés	18 bis
Document 19 : Répartition des types de Raunkier des parcelles PEPSVI en 2016.....	18 bis
Document 19 bis : Pourcentage de représentativité moyen des différents types biologiques des parcelles PEPSVI	19 bis
Document 20 : Répartition des stratégies de Grime des parcelles PEPSVI en 2016.....	19 bis

I. Introduction

Prise en compte de la biodiversité

En 1992 la conférence de Rio connue sous le nom du « Sommet de la Terre » a marqué un tournant dans l'histoire de la terre étant la première à réunir un nombre aussi important de pays (182) autour d'un même sujet : l'avenir de la planète. La notion de développement durable jusqu'à ici vague, a été précisément définie (Ministère de l'écologie et du développement durable, 2004-2005). Des décisions ont été prises et traduites en conventions que les états se sont engagés à respecter (CNRS, 2016). C'est le cas notamment de la Convention sur la diversité biologique qui promeut la conservation et la préservation de la diversité biologique, et qui constitue un point primordial. En effet, le déclin de la biodiversité est observable et mesurable, et menace « l'intégration des écosystèmes, agrosystèmes, ainsi que les espèces y résidant, l'Homme y compris » (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

Importance des paysages agricoles

Les paysages, qu'ils soient agricoles, naturels, ou semi-naturels ont une influence sur la richesse et la biodiversité. (Cohen, et al., 2015 ; Le roux et al. 2008 ; Bruggisser, O.-T., Entling, M., Bacher., S., 2010). L'agriculture, notamment les monocultures, influencent négativement celle-ci (Kehinde, T., 2014 ; Sentenac, G., Thiery, D., 2016 ; Pithon, J-A., 2016). Il est par conséquent essentiel de parvenir à de nouveaux systèmes de culture possédant des espaces favorables à la biodiversité (Sentenac, G., 2016). Je vais m'intéresser particulièrement à la vigne car elle « pourrait figurer parmi les types de cultures les plus favorables à la diversité végétale » (Clavien, Y., Delabays, N., 2006).

Viticulture française et biodiversité

En France, l'une des cultures phares est la viticulture. Cette culture est considérée comme étant « intensive, grande consommatrice de pesticides et peu intéressante pour la biodiversité » (Pain, G., 2010). En effet, elle est la culture la plus avide de produits phytosanitaires avec un indice de fréquence de traitement de 12,5. De plus, elle consomme 20% de la quantité totale de produits phytosanitaires utilisés en France, alors qu'elle n'occupe que 4% de la surface agricole utile (Butault et al., 2010). Ces produits entraînent des conséquences non négligeables sur notre environnement, telles que la pollution des sols et des eaux, le déclin de la biodiversité (Mailly, F., 2015), une banalisation de la flore (Clavien, Y., Delabays, N., 2006) et entraînent aussi des conséquences sur la santé humaine. Une des clés permettant de maintenir la réussite de la viticulture française dans un monde où la concurrence croît est d'assurer la durabilité des agrosystèmes viticoles. (IFV, 2016). L'Union Européenne a lancé des mesures d'augmentation et de conservation de la biodiversité dans les

paysages agricoles, afin de contrer à sa diminution probable (Bruggisser, O.T., Schmidt-Entling, M.H., Bacher, S., 2010).

Viticulture durable

L'agriculture durable répond aux principes de développement définis lors de la conférence de Rio en 1992 consistant à « satisfaire les besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire les leurs ».

En viticulture, il s'agit donc d'un engagement permettant d'assurer la pérennité du vignoble, en préservant l'environnement tout en étant économiquement viable pour l'agriculteur par l'intermédiaire d'une production régulière et de qualité (Boulangier-Fassier, S., 2008).

C'est à partir des années 90 que l'on observe un changement dans les objectifs et les pratiques des viticulteurs. Ceux-ci prennent progressivement en considération les questions environnementales, en développant par exemple l'enherbement des parcelles (Pain, G., 2010). Une nouvelle forme de viticulture voit le jour : la viticulture raisonnée et durable. Celle-ci permet la préservation des paysages viticoles et la pérennisation des territoires viticoles, mais aussi la valorisation de ceux-ci.

Des indicateurs agri-environnementaux permettant d'évaluer la biodiversité ont été également fortement développés depuis une dizaine d'années (Plantureux et al., 2009 ; Bockstaller et al., 2011).

Principes de la viticulture durable

Différents types de systèmes entrent dans une démarche de viticulture durable : la viticulture biologique (dont la biodynamie), la viticulture en production intégrée et les parcelles avec des variétés résistantes (par exemple, des variétés résistantes au mildiou ou oïdium créées par l'INRA de Colmar, nécessitant beaucoup moins de traitements fongicides vis-à-vis de ces maladies). La viticulture biologique se conforme aux caractéristiques d'une viticulture durable (car elle n'a pas recourt à des produits de synthèse). La viticulture en biodynamie est une forme de viticulture biologique ayant pour objectif d'améliorer la diversité végétale et animale dans le vignoble et reposant sur une approche holistique (Koepf et al., 1990 in Reeve, J., et al., 2005). Enfin la viticulture en production intégrée cherche à remplacer les intrants extérieurs par l'intermédiaire de processus naturels de régulation (Chambre d'Agriculture des Ardennes, 2016).

Dans l'objectif de la viticulture durable, des pratiques comme l'enherbement des inter-rangs sont implantées, en raison de ses nombreux avantages environnementaux et agronomiques. En effet, dans le vignoble, maintenir ou implanter des inter-rangs et cavaillons enherbés permettant de préserver cette biodiversité représente un des leviers environnemental fondamental. (Source offre stage INRA du 20 octobre 2015).

Le travail du sol et l'enherbement permettent de réduire voire de se passer de l'utilisation d'herbicides (Christen, M., : Chambre d'Agriculture de Gironde, 2016). L'enherbement peut provenir de mélanges semés ou peut simplement résulter d'un développement spontané de la végétation. Une couverture herbacée permet de maintenir la structure du sol, d'améliorer sa portance, de limiter les phénomènes d'érosion, de réduire le lessivage des substances nutritives et des produits de traitements appliqués à la parcelle, de limiter la flore spontanée indésirable, d'utiliser de façon réduite les herbicides (Delabays, N., Spring, J-L., Mermillod, G., 2006), et donc de protéger sa fertilité à long terme (Delabays, N., Wirth, J., et Vaz, C., 2009). Des rangs enherbés représenteraient dans le futur, une alternative crédible au désherbage chimique, y compris sous le rang à condition que les espèces choisies soient peu concurrentielles pour la vigne (espèces traçantes), et développe un recouvrement suffisant pour empêcher le développement de plantes indésirables (Inra, 2016). Des recherches sont effectuées dans le but de trouver des types d'enherbements correspondants à ces critères (Spring, J.-L., Delabays, N., 2006 ; Migléc, T., 2015).

Quelques limites sont cependant observables : l'enherbement peut devenir concurrent à la vigne en condition de fort stress hydrique, ou de disponibilités réduites des ressources du sol (INRA, 2016). Il peut donc altérer la qualité de la vendange, du moût et du vin (Maigre et al., 1995 ; Maigre et Murisier, 2000 ; Spring, 2001 et 2002 in Delabays, N., Wirth, J., et Vaz, C., 2009). Quant au travail du sol, des coûts supplémentaires en énergie, temps de travail et organisation des chantiers (fauche par exemple) sont nécessaires et peuvent freiner le recours à celui-ci. (Delabays, N., Wirth, J., et Vaz, C., 2009 ; INRA, 2016).

Viticulture et biodiversité floristique

L'évaluation des surfaces viticoles, en termes de qualité écologique, se base principalement sur la flore présente (Delabays, N., Wirth, J., et Vaz, C., 2009). La flore permet d'avoir une idée de la diversité des parcelles viticoles. Dans cette étude, nous allons nous intéresser principalement à la biodiversité floristique. L'indicateur de pollinisation donne des valeurs pollinisatrices pour chaque espèce. Certaines sont, à ce niveau, plus intéressantes que d'autres. L'objectif serait d'avoir un minimum d'espèces à faibles valeurs pollinisatrices, et à l'inverse un maximum d'espèces intéressantes pour la pollinisation.

En raison de la conséquente utilisation de produits phytosanitaires pour la vigne, des projets sont mis en place pour la réduction de l'utilisation de produits phytosanitaires (projet ECOPHYTO)

intégrant des projets visant à mettre en place des systèmes viticoles innovants : c'est le cas du projet PEPSVI.

Viticulture et pollinisateurs

L'intensification de l'agriculture a provoqué un déclin de diversité et de populations d'abeilles (Pott, S.G., et al., 2011) en Europe et dans le Nord de l'Amérique ces 50 dernières années, en raison de la réduction de diversité de plantes et de la perte d'habitats naturels (Rollin, O., et al., 2013).

Les pollinisateurs de plantes jouent un rôle majeur dans le maintien de la biodiversité et les cultures de production (Kehinde, T. Samways, M.J., 2014), dans un contexte où la question de suffisance alimentaire est soulevée en raison de la croissance constante de la population. La pollinisation est essentielle pour maintenir le fonctionnement des écosystèmes. (Kehinde, T. Samways, M.J., 2014). Il y a une corrélation positive entre la richesse spécifique des fleurs et les pollinisateurs (Steffan-Dewenter et Tscharnt, 2001 in Fründ, J., K.E., et al., 2010 ; Fründ, J., Linsenmair, K.E., Blüthgen, N., 2010) et 84% des espèces cultivées en Europe dépendent des pollinisateurs (Williams, I.H., 1994 in Vaissière, B., 2005). La pollinisation offre plusieurs services tels que l'activation des cultures, la régulation des adventices et la production de miel et d'autres services écosystémiques. (Bretagnolle, V., 2015). Le déclin dans la diversité des adventices a également causé une diminution de la biodiversité fonctionnelle des agro-écosystèmes (Bretagnolle, V., 2015). La conservation des habitats semi-naturels et la diversité des plantes sont également compatibles avec la sauvegarde des abeilles indigènes, abeilles sauvages et bourdons, et peut améliorer l'ensemble des services de la biodiversité et des écosystèmes (Wratten et al., 2012, Nichols et Altieri 2013 in Requier, F., et al. (2015)).

L'objectif est alors de concevoir des systèmes de culture et de gestion de l'espace agricole (dont viticole) davantage favorable aux pollinisateurs, pour favoriser la biodiversité (Pervanchon, 2004 in Schneller, C., 2011).

Mission de recherche, objectifs de ce stage :

Des études précédentes caractérisant la flore du vignoble ont été réalisées dans les années 2011 (Grignion, J., 2011) 2014, et 2015 (Merlen, M., 2015). Leurs objectifs étaient de caractériser la flore du vignoble en identifiant les facteurs environnementaux et les facteurs anthropiques en cause.

Leurs résultats ont montré que les facteurs environnementaux avaient plus d'influence que les pratiques culturales sur la flore viticole (Merlen, M., 2015). Mon stage de 2016 s'inscrit dans la suite de cette étude et permettra de faire un bilan de ces trois années de caractérisation de la flore viticole sur les sites du projet PEPSVI.

Les objectifs de mon stage ont été de contribuer à l'acquisition des résultats expérimentaux de 2016 en ce qui concerne le suivi de la flore (présence/absence et abondance), d'évaluer la flore viticole sur le réseau de parcelle en 2016 et de faire la synthèse sur l'évaluation de celle-ci entre 2014 et 2016, à l'aide des données obtenues en 2014 par l'équipe INRA et Varela, A-M., et en 2015 par Merlen M., stagiaire en DUT génie biologique avec des membres de l'équipe Agriculture Durable de l'INRA. J'ai également comparé la biodiversité floristique (richesses spécifiques et compositions) qu'il peut y avoir entre les parcelles étudiées mais aussi entre les différents systèmes : agriculture biologique (BIO) et production intégrée (INT), et les positions des relevés sur la parcelle viticole (Inter-rang enherbé, inter-rang travaillé et cavaillon), d'analyser les facteurs environnementaux et facteurs anthropiques jouant sur la biodiversité floristique du vignoble.

Pour caractériser la flore, un travail de formation personnelle en botanique a été nécessaire, pour être capable de reconnaître les différentes espèces végétales lors des sorties sur le terrain.

Enfin le dernier objectif a été d'intégrer les données dans certains indicateurs prédictifs comme l'indicateur de pollinisation par exemple, ou encore d'enrichir des modules de l'indicateur INDIGO®. En effet, l'équipe Agriculture Durable a également pour objectif de développer des indicateurs évaluant l'effet de pratiques agricoles sur la biodiversité et ses services dont la pollinisation (Schneller, C., 2011).

Des études portant sur la biodiversité floristique du vignoble ont été réalisées dans différents contextes : Afrique du Sud, Californie, Italie, Suisse et Sud de la France (milieu méditerranéen), mais ce sujet reste encore peu traité. Cette étude viendra apporter des résultats supplémentaires sur le thème de la biodiversité floristique dans le vignoble.

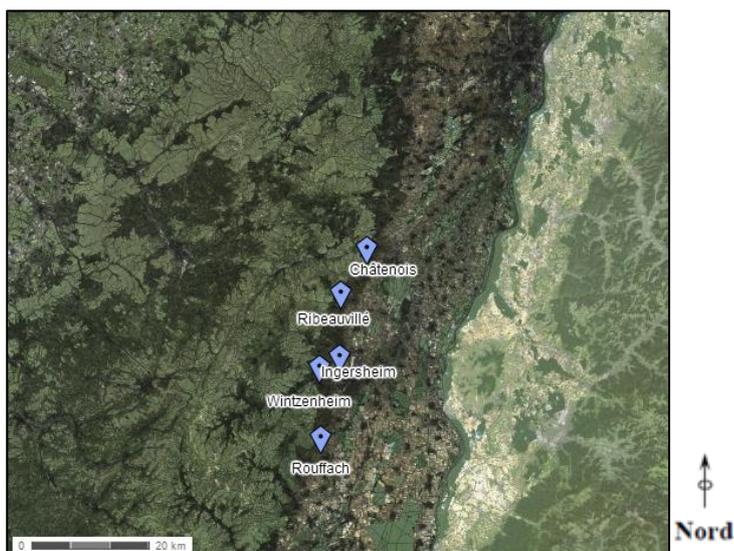
Tableau 1 : Dispositif PEPSVI : un réseau de 5 sites en Alsace avec 4 systèmes :

Partenaire	Site	Systèmes
INRA	Wintzenheim AOC (68)	4 systèmes Alsace : INT, BIO, RES 1, RES 2
INRA	Ribeauvillé AOC (68)	2 systèmes : INT, BIO
EPLFPA Rouffach- Wintzenheim	Rouffach AOC (68)	1 système : INT avec 3 modalités (Lycée, Opti, POD mildium)
OPABA 1	Châtenois AOC Alsace (67)	1 système : BIO (Biodynamie)
OPABA 2	Ingersheim AOC Alsace (68)	1 système : BIO (Biodynamie)

Tableau 2 : Nomenclature des parcelles du projet PEPSVI :

Parcelles	Modalité	Nomenclature officielle	Nomenclature utilisée
Rouffach	Lycée	Rouff_PI	RIL
Rouffach	Optidose	Rouff_PIOpti	RIO
Rouffach	POD mildium	Rouff_PIPODmild	RIP
Ribeauvillé	INT	Ribeau_PI	VI
Ribeauvillé	BIO	Ribeau_AB	VB
Châtenois	BIO	Châten_AB	CB
Ingersheim	BIO	Inger_AB	IB
Wintzenheim	BIO	En cours	WB
Wintzenheim	INT	En cours	WI
Wintzenheim	RES 1	En cours	WR1
Wintzenheim	RES 2	En cours	WR2

Document 1 : Localisation des sites PEPSVI :



Le projet PEPSVI :

Le projet PEPSVI (Plateforme d'Evaluation des Performances des Systèmes Viticoles Innovants) est un projet d'une durée de 6 ans allant de janvier 2013 à décembre 2018. Ce projet fait partie du programme EcoViti (Source : comité de pilotage du 18 juillet 2014), visant à évaluer des systèmes viticoles innovants, évaluer les performances agronomiques, économiques et environnementales (impacts sur la flore et qualité de la biodiversité par exemple) de ces systèmes et de réduire la consommation d'intrants. Les règles de décisions comme OPTIDOSE®, MILDIUM®, servent d'appui aux systèmes innovants. Ces systèmes sont également évalués par la méthode INDIGO®, des analyses de cycle de vie, des indicateurs économiques, des observations, des mesures et des analyses. Il y a plusieurs partenaires à ce projet parmi lesquels l'IFV, OPABA, le CIVA, et la Chambre d'agriculture de région Alsace ce qui démontre une attention particulière du vignoble « de s'approprier les résultats de la recherche agronomique alsacienne et nationale en viticulture. » (INRA., 2016 : Thiollet-Scholtus, M.)

Ce projet allie différents sites expérimentaux de l'INRA de Colmar, de l'EPLEFPA de Rouffach-Wintzenheim et de parcelles de viticulteurs OPABA qui possèdent des systèmes de culture différents (agriculture biologique, (BIO et biodynamie), production intégrée (INT) et variétés résistantes (RES 1 et RES 2) présentés dans le tableau 1 ci-contre.

La nomenclature des différentes parcelles est représentée dans le tableau 2 ci-contre.

Les relevés floristiques permettant l'étude de la biodiversité du vignoble se sont déroulés sur les parcelles du projet PEPSVI se situant à Wintzenheim (4 parcelles), Châtenois (1 parcelle), Ribeauvillé (2 parcelles), Rouffach (3 parcelles) et Ingersheim (1 parcelle). Le document 1 présente la localisation des sites PEPSVI, le document 2 les différentes parcelles de chacun des sites et le tableau 3 : le contexte géo-climatique de chaque parcelle.

Les caractéristiques des différents systèmes sont rappelées dans le tableau 4 (source présentation PEPSVI Colmar du 13/03/2014).

Enfin, pour chaque site, le cépage utilisé, la surface de la parcelle ainsi que le type de sol sont présentés dans le tableau 5.

Document 2 : Vue aérienne des parcelles du projet PEPSVI :

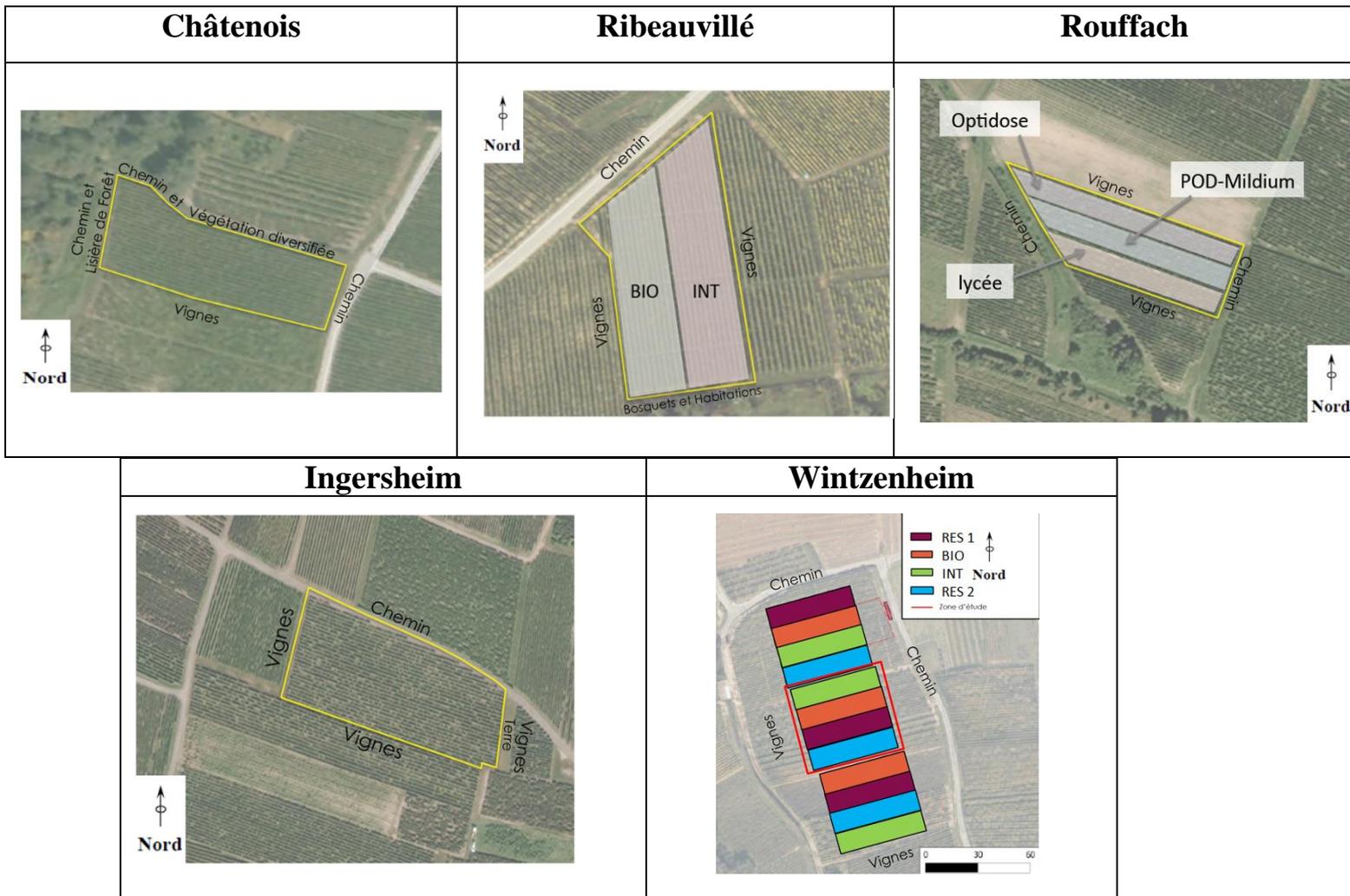


Tableau 3 : Contexte géo-climatique des parcelles PEPSVI :

Contexte Géo-climatique					
Commune	Wintzenheim (68)	Ribeauvillé (68)	Rouffach (68)	Ingersheim (68)	Châtenois (67)
Coordonnées GPS	48°04'17.2"N 7°16'41.8"E	48°11'43.3"N 7°19'39.6"E	47°57'48.5"N 7°17'18.9"E	48°05'45.4"N 7°19'38.3"E	48°15'50.5"N 7°23'35.1"E
	48.071445, 7.278263	48.195363, 7.327676	47.963478, 7.288598	48.095954, 7.327299	48.264038, 7.393091
Altitude	245m	248m	250m	203m	250m
Climat	Semi-continental	Semi-continental	Semi-continentale	Semi-continental	Semi-continental
Partenaire	INRA	INRA	EPLEFPA Rouffach- Wintzenheim	OPABA	OPABA

II. Présentation de la structure

Mon stage s'est déroulé à l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) de Colmar au sein de l'équipe Agriculture Durable, animée par Christian Bockstaller au centre INRA de Colmar.

Dans un contexte d'après-guerre où l'agriculture française ne permet pas de subvenir aux besoins alimentaires de la population, l'INRA est créé, en 1946, avec pour objectif d'associer la science et la technologie pour le développement de l'agriculture. Plus précisément, les moyens utilisés pour atteindre cet objectif concernent l'amélioration des techniques de production (culture et élevage), et la sélection génétique variétale et animale.

L'INRA est, dans le monde, le premier institut de recherche agronomique et le second en sciences agricoles. Cet institut réalise des recherches portant sur l'alimentation, l'agriculture et l'environnement, des recherches concernant des enjeux de société majeurs. L'INRA est sous la double tutelle des ministères en charge de la Recherche et de l'Agriculture. Cet institut est impliqué au cœur des dynamiques régionales au travers de dix-sept centres de recherches intervenant dans de nombreux pôles thématiques. A Colmar la viticulture durable est un sujet traité par les deux unités de recherche : l'Unité Mixte de Recherche (UMR) « Santé de la Vigne et Qualité du Vin » et l'équipe « Agriculture Durable », antenne de Colmar de l'UMR « Agronomie et Environnement ». L'objectif est de créer des variétés de vignes résistantes et des itinéraires techniques nécessitant peu d'intrants, ce qui permettrait alors de réduire significativement la consommation de produits phytosanitaires en viticulture dans le but de répondre aux enjeux du 'Grenelle de l'Environnement' (INRA, 2016). L'équipe Agriculture Durable fait partie de l'UMR (Unité Mixte de Recherche) INRA-Université de Lorraine Nancy-Colmar et est constituée de 7 agents permanents. Cette UMR effectue des recherches dans le domaine du fonctionnement des plantes et des systèmes de production végétale, avec pour but, l'évaluation des impacts des pratiques culturales sur la qualité de l'environnement (air, eau, sol, biodiversité, paysage, énergie) (INRA, 2016). Les champs disciplinaires phares de cette unité sont l'agronomie, l'écologie et la biologie. L'équipe « Agriculture Durable » effectue des travaux se rattachant à la problématique « agriculture et environnement » avec en perspective une agriculture durable sur différents plans (écologiques, sociaux et économiques) avec les impacts des systèmes de production végétale (grandes cultures, prairies) comme intérêt. (INRA, 2016). Plus précisément, les travaux actuels portent sur l'étude de la biodiversité que ce soit dans le vignoble comme en grandes cultures. Cette équipe est reconnue pour ses travaux d'évaluation agro-environnementale et particulièrement la mise en place de la méthode agro-environnementale INDIGO®, indicateur utilisé par de nombreux utilisateurs tels que les Chambres d'Agriculture, les bureaux d'études ou encore les

Document 3 : Organigramme de l'Unité Mixte de Recherche du LAE (Laboratoire Agronomie et Environnement) (INRA, janvier 2015) :

F.BOURGAUD, PR - Directeur			
S.PLANTUREUX, PR - Directeur adjoint			
Secrétaire Nancy : T.OLIVIER, TR / Secrétaire Colmar : N.CARNOVALE, TR Produits, logistique : J.GENESTIER, TR / Maintenance équipements : C.GALLOIS, ADT Correspondante H et S : A.FAUVET-THIERY, TR / Animatrice Qualité : J.GROSJEAN, IE			
Equipe de recherche AGRICULTURE DURABLE Animateur : C. BOCKSTALLER, IR		Equipe de recherche METABOLITES SECONDAIRES Animateur : F.BOURGAUD, PR	
Categories	Noms, fonctions	Categories	Noms, fonctions
Chercheurs INRA	-	Chercheurs INRA	R.LARBAT, CR C.ROBIN, DR
Enseignants-chercheurs UL	G.CARO, MCF S.DESCHAUMES, MCF F.LASSERRE-JOULIN, MCF H.WEISS, MCF N.MICHEL, MCF A.MICHELOT-ANTALIK, MCF S.PIUTTI, MCF S.PLANTUREUX, PR	Enseignants-chercheurs UL	F.BOURGAUD, PR A.GUCKERT, PE A.HEHN, PR
Ingenieurs	A.BLATZ, AI C. BOCKSTALLER, IR C.RABOLIN, AI J.VILLERD, IR	Ingenieurs	J.GROSJEAN, IE A.OLRY, IR
Techniciens	C.GALLOIS, ADT J.GENESTIER, TR B.NOIRTIN, TR C.SCHNEIDER, TR	Techniciens	C.CHARLES, ADT A.FAUVET-THIERY, TR
Doctorants	F.PIERLOT, DOCT C.VAN REETH, DOCT	Doctorants	V.COQUERET, DOCT L.DURIOT, DOCT G.GALATI, DOCT M.LIMONES, DOCT
Postdoctorants Contractuels	C.PETITJEAN, CONT	Postdoctorants Contractuels	S.ROSELLI, CONT

Tableau 4 : Description des systèmes et caractéristiques des sites PEPSVI (Source : présentation PEPSVI Colmar du 13/03/2014) :

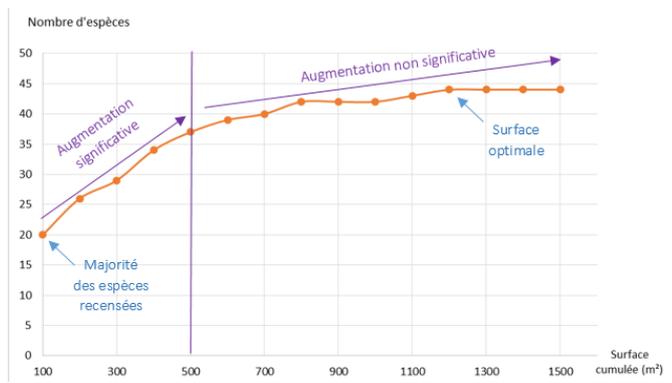
Systeme	Caractéristiques
Production Intégrée (PI ou INT)	Objectif de réduction de l'IFT de 50% Prophylaxie, confusion sexuelle, entretien du sol innovant outils d'aide à la décision...
Agriculture Biologique (Bio)	Réduction des intrants bio (1,2kg/an Cu métal et 30kg/an S max) Entretien du sol innovant et produits alternatifs + innovations des viticulteurs
Variété Résistante 1 (RES1)	Traitements fongicides à minima (2 maximum) Risques contournement mildiou et développement maladies secondaires + Entretien du sol mécanique/chimique
Variété Résistante 2 (RES2)	Aucun traitement phyto de synthèse Mesures prophylactiques renforcées + Entretien du sol mécanique

instituts de recherches. L'organigramme de l'Unité Mixte de Recherche du Laboratoire Agronomie et Environnement est présenté dans le document 3 ci-dessous.

Tableau 5 : Caractéristiques des sols des sites PESVI, cépages et surfaces :

Site	Cépage	Surface	Type de sol
Wintzenheim (INRA)	Pinot Blanc et variétés résistantes	1,4 ha	Sablo-limoneux sur arène granitique colluviale et dépôts lœssiques
Ribeauvillé (INRA)	Riesling	36,9 ares	Limono-argileux caillouteux sur marnes calcaires
Rouffach (EPLEFPA Rouffach-Wintzenheim)	Pinot gris	42 ares	Limono-argileux
Châtenois (OPABA)	Riesling	25 ares	Sol brun sur arène argilo-granitique
Ingersheim (OPABA)	Riesling	1,6 ha	Alluvions granitiques

Document 4 : Courbe aire-espèce de Clavier, 2005 (source Merlen, M., 2015) :



Document 5 : Photo de la position des relevés floristiques :



III. Matériels et méthodes

Pour évaluer la biodiversité en milieu agricole, des observations de terrains et des calculs d'indicateurs sont nécessaires (Ministère de l'alimentation, de l'agriculture et de la pêche, 2016). Une phase d'expérimentation sur le terrain a été réalisée pour acquérir des données concernant l'année 2016. Les mêmes méthodes ont été employées au cours des expérimentations portant sur l'évaluation de la flore du vignoble entre 2014 et 2016, ce qui rend possible la comparaison des résultats obtenus.

1. Relevés floristiques

Des relevés floristiques ont été effectués dans les parcelles viticoles du projet PEPSVI. Un relevé floristique représente l'inventaire par l'observation des espèces végétales présentes dans un endroit donné, ainsi que l'ensemble des opérations qui le permette (aquaportail, 2016).

L'objectif principal est d'utiliser la flore comme indicateur de la biodiversité. De plus, le principe d'utilisation de relevés floristiques pour évaluer la biodiversité est un sujet qui tend à progresser depuis quelques années (Chevalier, R., Gautier, G., Archaux, F., 2010).

Le relevé floristique doit satisfaire à quatre critères qualitatifs qu'il convient de connaître : la représentativité : il doit donner une image de la communauté présente sur le terrain la plus fidèle possible (Delpech, 2006). Pour cela nous avons effectué nos relevés sur des surfaces de 500 m², surface qui permet d'avoir une représentation fidèle de la richesse présente. En effet, d'après le document 4 présentant la courbe aire-espèce, à partir de 500 m², une augmentation limitée du nombre d'espèce est observée (Clavien, Y., 2005). Enfin, un relevé doit être exhaustif, reproductible (qualité essentielle pour un suivi) et faisable (Chevalier, R., Gautier, G., Archaux, F., 2010).

La flore a été relevée sur différentes positions dans les parcelles : rang enherbé, rang travaillé et cavaillon (voir document 5: photo des positions des relevés).

Les deux méthodes utilisées ont été la présence-absence et le recouvrement. Elles ont permis de caractériser la flore présente.

Ces méthodes permettent d'avoir un aperçu de l'évolution de la biodiversité floristique du vignoble et d'en réaliser le suivi. Elles permettent d'appréhender la richesse et la composition spécifique ainsi que le taux de recouvrement. Pour effectuer les relevés, des fiches de relevés ont été

Document 6 : Fiche de relevés floristiques pour la méthode de **présence-absence** :

Date du relevé	
Heure du relevé	
Localisation	
Système	
Modalité	

Notation effectuée par	CR / CS / JB /
Notation	Présence-Absence
Echantillons prélevés	Oui / Non
Photos prises	Oui / Non

Nom latin	Nom français				
			Enherbé	Travaillé	Cavaillon
Acer pseudoplatanus	Erable sycomore				
Achillea millefolium	Achillée millefeuille				
Ajuga reptans	Bugle rampant				
Alliaria petiolata	Alliaire officinale				
Allium sp.	Ail sp				
Allium vineale	Ail des vignes				
Alopecurus sp	Vulpin sp				
Amaranthus retroflexus	Amarante réfléchie				
Amelanchier ovalis	Amélanchier				
Anagallis arvensis	Mouron des champs				
Apiaceae sp	Apiacées sp				

Document 7 : Fiche de relevés floristiques pour la méthode de **recouvrement** :

Date du relevé	
Heure du relevé	
Localisation	
Système	
Modalité	

Notation effectuée par	CR / CS / JB /
Notation	Recouvrement
Echantillons prélevés	Oui / Non
Photos prises	Oui / Non

Nom latin	Nom français	Quadrats				
		Quadrat 1	Quadrat 2	Quadrat 3	Quadrat 4	Quadrat 5
Acer pseudoplatanus	Erable sycomore					
Achillea millefolium	Achillée millefeuille					
Ajuga reptans	Bugle rampant					
Alliaria petiolata	Alliaire officinale					
Allium sp	Ail sp					
Allium vineale	Ail des vignes					
Alopecurus sp	Vulpin sp					
Amaranthus retroflexus	Amarante réfléchie					
Amelanchier ovalis	Amélanchier					
Anagallis arvensis	Mouron des champs					

utilisées. La fiche de relevés floristiques pour la méthode de présence-absence est présentée dans le document 6 et celle servant à l'évaluation du recouvrement est présentée dans le document 7.

1.1. La méthode de présence/absence

La méthode de présence-absence consiste à identifier si une espèce est présente ou non. Le codage 0 ou 1, qu'on appelle données binaires ou booléennes (Vanpeene-Bruhier S., 2010) a été utilisé : le chiffre « 1 » était marqué lorsqu'une espèce était présente et « 0 » dans le cas inverse.

La méthode de présence-absence permet à terme d'obtenir la richesse spécifique de chaque parcelle par le simple calcul du nombre total ou moyen d'espèces présentes par unité de surface (Clavien, Y., 2005 ; Grall, J., Coïc, N., 2005). La structure taxonomique du peuplement peut être analysée grâce à cet indice (Grall, J. et Coïc, N., 2005). La richesse spécifique représente, au niveau de la gestion de l'espace, un outil intéressant pour la prise en compte de la biodiversité (Vanpeene-Bruhier S., 2010). Elle est l'indicateur de biodiversité le plus simple mais elle présente des limites : en effet, le fonctionnement de l'écosystème ne peut pas être appréhendé par celle-ci (Chevalier, R., Gautier, G., Archaux, F., 2010).

1.2. La méthode du recouvrement

Le recouvrement consiste à évaluer le pourcentage des espèces présentes dans un quadrat de 1 m², présenté dans le document 8 ci-contre. Les données de recouvrement ont été obtenues à l'aide de ces quadrats (méthode utilisée également par : Cohen, et al., 2015 ; Kehinde T, Samways, M., 2014) à raison de cinq répétitions et cela au-niveau de l'inter-rang enherbé et de l'inter-rang travaillé (pas de recouvrement sur le cavaillon). Il s'agit d'une technique que nous avons utilisée uniquement sur les parcelles de Wintzenheim et reste une méthode importante à présenter dans le cadre de l'étude d'une population végétale. En effet, elle permet d'observer l'évolution et la régression de la flore ainsi que de déterminer les espèces dominantes. Le quadrat de 1 m² représente 100%. Nous définissons alors les pourcentages de recouvrement selon les plantes présentes dans celui-ci. Les quadrats sont positionnés aux mêmes endroits que les années précédents afin d'en constater l'évolution. Leur répartition au sein des parcelles est présentée dans le document 9 ci-contre.

D'autres méthodes sont possibles : l'échelle d'abondance-dominance et l'échelle de sociabilité de Braun-Blanquet (tela-botanica, 2016) consistant à affecter une classe de recouvrement pour chaque espèce dans une surface donnée (Université de Nice, 2016).

Document 8 : Photo d'un quadrat :



Document 9 : Répartition des quadrats sur les parcelles de Wintzenheim (bloc 2) :

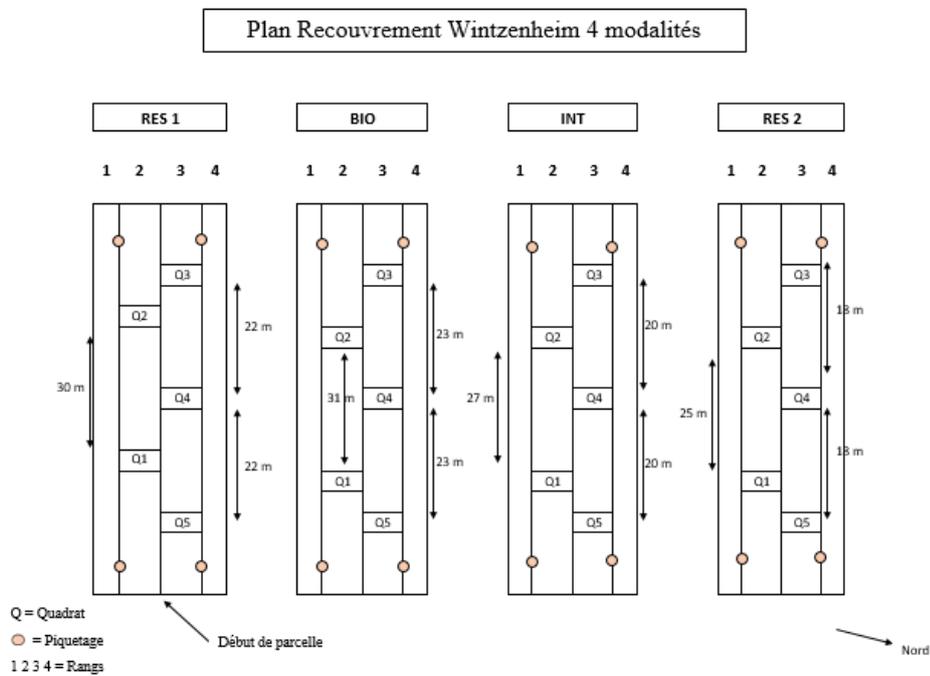


Tableau 6 : Dates des relevés de 2014-2015-2016 :

Date des relevés	2014	2015	2016
Premier relevé	31/03 et 03/04	31/03 et 02/04	29/03 et 31/03
Second relevé	12/05 et 14/05	11/05 et 12/05	10/05 et 12/05
Troisième relevé	12/06 et 17/06	30/06, 01/07 et 02/07	28/06 et 30/06

2. Gestion et détails de l'expérimentation

2.1 Localisation des relevés

Les relevés floristiques ont été effectués sur onze parcelles du projet PEPSVI réparties sur 5 sites : Ingersheim, Châtenois, Ribeauvillé, Rouffach, et Wintzenheim. Ces parcelles sont gérées suivant différentes modalités présentées dans le tableau 1 et tableau 2 ci-contre. Pour les relevés, des fiches distinctes ont été effectuées afin d'évaluer la présence-absence et les recouvrements. Pour les parcelles de Wintzenheim, aucune différence n'était observable entre les rangs enherbés et les rangs travaillés. Il était alors délicat d'intégrer ces données et de les comparer par rapport aux autres parcelles. De plus, les vignes de Wintzenheim ne sont pas en production, et aucun relevé floristique n'a été réalisé en 2014, ce qui rend l'analyse de l'évolution de 2014 à 2016 difficile. Les données de Wintzenheim ont donc été exclues de l'analyse.

2.2 Dates de l'expérimentation

Trois campagnes de relevés espacées de six semaines les unes des autres ont été programmées aux dates suivantes : le 29 et 31 mars 2016, le 10 et 12 mai et le 28 juin et 30 juin. Durant cette large période de relevés, on considère que la majorité des espèces pré-estivales, estivales et espèces printanières sont représentées (Boudjedjou, L., Fenni, M., 2011). Le relevé est donc exhaustif par rapport à la biodiversité présente. Dans la mesure du possible, les dates des relevés étaient les mêmes que celles des années précédentes : voir le tableau 6 ci-contre présentant les dates des relevés de 2014, 2015 et 2016.

2.3 Surface des relevés floristiques

La surface de relevé était de 500 m². Cette surface est considérée comme optimale dans le cadre d'essais préliminaires au centre de la parcelle. Elle permet « d'inclure l'itinéraire technique sans avoir un effet des bordures » au sein du vignoble (Clavien, Y., 2005). De plus, elle représente un seuil jusqu'auquel le nombre d'espèces augmente régulièrement pour les surfaces enherbées. A partir de cette aire, on peut avoir une idée bien représentative du nombre d'espèces de la zone (Clavien, Y., 2005).

2.4 Personnes requises

4 personnes ont été nécessaires pour réaliser ces campagnes de relevés. Cela a permis une réalisation plus rapide des relevés.

2.5 Identification de la végétation

L'identification des espèces végétales était réalisée dans le meilleur des cas directement sur les parcelles, par des personnes formées en botanique, et donc capables d'identifier les espèces. Mais lorsque l'identification était difficile, des photos étaient prises et des échantillons prélevés afin de les identifier en laboratoire. Quand l'espèce végétale était au stade plantule, l'identification était difficile, nous annotions donc par famille et non par espèce, en ajoutant « sp ». Par exemple pour une graminée (dont la famille est celle des *Poaceae*) non identifiable, nous annotions l'espèce sous « *Poaceae sp* » dans les fiches de relevés. Le logiciel d'identification « Flora Bellissima, Copyright 2010 par YourProject Informatique », et le site internet collaboratif « Tela Botanica » ont aidé à l'identification de certains végétaux.

3. Traitements statistiques

Après avoir rentré les données obtenues lors des campagnes de relevés, des traitements statistiques ont été réalisés pour traiter les résultats. Pour cela, le logiciel « R » (version 3.1.3 ; R Development Core Team, 2008) a été nécessaire. Les packages « agricolae », « RVAideMemoire », « pgirmess » et « ez » ont été utilisés pour les analyses.

L'hypothèse de départ H_0 traitée dans les tests était la suivante : « Il n'y a pas de différence significative de richesse spécifique ».

Les tests statistiques utilisés sont de différents types : ANOVA à un facteur, ou ANOVA à mesures répétées. Nous utilisons l'ANOVA à mesures répétées lorsque les conditions d'indépendance ne sont plus vérifiées, et qu'il faut prendre en compte la variabilité inter-sujets, par exemple lorsque nous mesurons plusieurs fois de suite, à des instants différents, la même grandeur sur les mêmes sujets (Bertrand, F., & Maury, M., 2013). En effet, les variables sont dépendantes car nous avons réalisé les relevés sur les mêmes parcelles, sur trois années consécutives. Avant de réaliser une ANOVA classique, trois conditions doivent être validées pour chaque test effectué.

- Les échantillons sont indépendants. Il n'existe pas de tests statistiques permettant d'étudier l'indépendance. Cette condition pourra être validée selon les conditions de l'expérience.
- La variable quantitative étudiée suit la loi normale : il faut tester la normalité. Pour cela, le test de Shapiro-Wilk est utilisé. Si la p-value est inférieure à 0.05, ce qui correspond à un taux d'erreur de 5%, la condition de normalité ne sera pas validée. Les tests statistiques utilisés seront alors non-paramétriques.
- Les populations comparées ont même variance : il faut tester l'homogénéité des variances ou l'homoscédasticité. Dans ce cas, on utilisera le test de Bartlett.

Lorsque les conditions n'étaient pas vérifiées, les données étaient transformées à l'aide du log, log+1, racine carrée. Si les conditions n'étaient toujours pas vérifiées, des tests non-paramétriques utilisés étaient alors des tests (exemple : test de Kruskal-Wallis).

Lorsque les conditions sont validées, une ANOVA peut être effectuée. Si la p-value obtenue est supérieure à 0.05, on accepte l'hypothèse H_0 de départ consistant à comparer l'égalité des moyennes. A l'inverse, on rejettera l'hypothèse H_0 . Dans ce cas, il faudra analyser graphiquement les résidus. Lorsque la droite obtenue sur le graphique « Residuals vs Fitted » (issu du logiciel R), représentant les résidus en fonction des valeurs ajustées est à l'horizontale, cela signifie que les résidus sont normaux. De plus, lorsque les points suivent la droite de Henry (Normal Q-Q), les résultats suivent une loi normale. Dans le cas contraire, les résultats ne sont pas pertinents. (Merlen, M., 2015).

Enfin, le test de Student Newman-Keuls a été utilisé pour former des groupes.

4. Calculs des indices de diversité et étude de la composition

La biodiversité peut être étudiée selon de nombreuses approches, dont la plus utilisée est, à l'échelle spécifique, l'approche taxonomique. Elle se base sur l'étude du nombre d'espèces (la richesse spécifique) (Grall, J., Coïc, N., 2005), leur abondance, la composition des communautés d'espèces ou leur distribution spatiale (Diaz et al., 2006). » in Ricou. C., (2011).

Utiliser un seul indice comme la richesse spécifique ne suffit pas toujours à répondre aux questions que l'on se pose. Il faut donc recourir au calcul de plusieurs indices de diversité dont certains se calculent uniquement grâce à des fréquences, provenant de données de recouvrement. Les différents indices de diversité se partagent en deux catégories : les méthodes uni-variées et les méthodes multivariées.

4.1 Méthodes uni-variées

Les méthodes uni-variées permettent de caractériser les communautés d'après les tendances générales, d'en étudier les variations et d'en déduire les causes sous-jacentes. Cependant, elles ne prennent pas en compte les espèces et ne permettent pas d'étudier les changements de composition spécifique. (Grall, J., Coïc, N., 2006). On y distingue la richesse spécifique, l'abondance-dominance, Indice de Simpson, la réciproque de Simpson et l'indice d'équitabilité, calculables d'après des données de recouvrement. Ces indices permettent d'illustrer la complexité des peuplements (Grall, J., Coïc, N., 2005). Cependant, le recouvrement a été effectué uniquement sur les parcelles de Wintzenheim qui ne sont pas traitées dans cette étude, ces indices n'ont donc pas été calculés. Seules les richesses spécifiques ont été analysées.

Etude des richesses spécifiques

Les richesses spécifiques des parcelles ont été étudiées, en fonction des parcelles, des systèmes de culture (agriculture biologique et production intégrée), ainsi qu'en fonction de la position du relevé floristique (inter-rang enherbé, travaillé et cavaillon).

4.2 Méthodes multivariées :

On retrouve dans les méthodes multivariées : la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) et l'indice de Sorensen.

4.2.1 Classification ascendante hiérarchique :

La classification ascendante hiérarchique est une mesure de la biodiversité permettant de comparer la diversité des espèces entre écosystèmes ou le long de gradients environnementaux. Elle consiste à « regrouper les espèces les plus proches sous forme d'un dendrogramme » (Université de Marseille, 2016). Le pourcentage de similarité (c'est-à-dire la distance moyenne ou totale entre les espèces et groupes d'espèces) peut être appréhendé à partir de la longueur des branches. (Grall, J. et Coïc, N., 2005).

4.2.2 Calculs des indices de Sorensen :

« L'indice de Sorensen est une mesure de la biodiversité bêta variant de 0 quand il n'y a pas d'espèces communes entre les deux communautés, à 1 lorsque les mêmes espèces sont retrouvées dans les deux communautés. » (Sorensen, T.A., 1948 in Université de Nice, 2016). Cet indice va nous permettre d'observer les ressemblances taxonomiques entre les parcelles. Il permet de mesurer l'hétérogénéité, donc la dissimilitude entre deux régions ou parcelles.

4.3 Familles de plantes :

Les familles de plantes ont été identifiées à l'aide de la base de données « E-florasys », et les données ont ensuite été traitées sous Excel.

4.4 Stratégies de Grime :

Les stratégies fonctionnelles constituent les réponses des êtres vivants aux différentes contraintes de l'environnement (biotiques ou abiotiques). Les espèces répondent à 3 types de contraintes : la compétition (C : disponibilité en éléments), le stress (S), et la perturbation (R : Rudérale). Les plantes développent alors des stratégies, selon les différentes contraintes d'après Grime (1977). La classification CSR ne s'applique pas aux espèces ligneuses dominant nombreux écosystèmes terrestres (Pierce, S., 2013). Nous avons pu identifier celles-ci à l'aide de la base de données « E-florasys ».

Dans la vigne, il est conseillé de ne pas avoir trop d'espèces compétitrices car celles-ci entreraient en compétition avec la vigne (au niveau des nutriments minéraux, de l'eau, de façon moins prononcé pour l'espace et la lumière) et cela pourrait altérer les rendements.

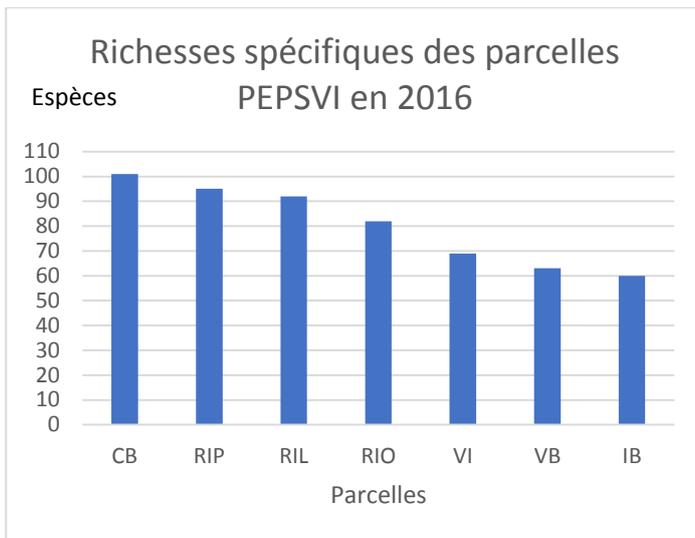
4.5 Types biologiques de Raunkiaer :

Les types biologiques de Raunkiaer ont également été traités. Ils permettent d'étudier la réponse des espèces aux différentes pratiques de gestion du sol.

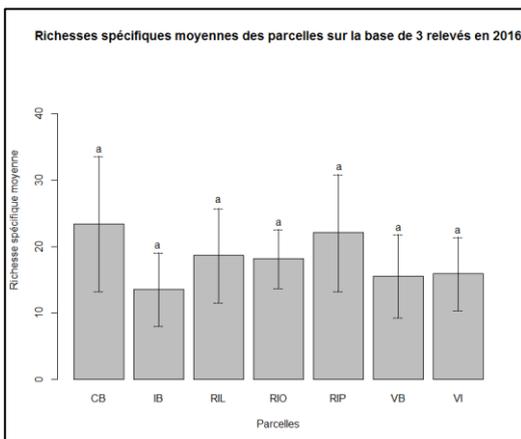
4.6 Valeurs pollinisatrices de la végétation

La valeur pollinisatrice d'une espèce végétale varie de 0 à 10. On estime que celle-ci est bonne lorsqu'elle est supérieure à 7. Les valeurs pollinisatrices des végétaux présents sur les parcelles ont été analysées.

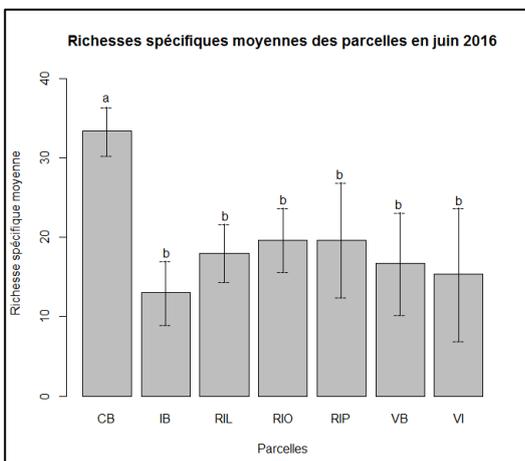
Document 10 : **Richesses spécifiques** des parcelles PEPSVI en 2016 :



Document 11 : **Richesses spécifiques moyennes** des différentes parcelles en 2016 sur la base de 3 relevés. Les moyennes regroupées sous la même lettre ne présentent pas de différence significative selon le test de Student Newman-Keuls :



Document 12 : **Richesses spécifiques moyennes** des parcelles PEPSVI lors du relevé de juin 2016. Les moyennes regroupées sous la même lettre ne présentent pas de différence significative selon le test de Student Newman-Keuls :



IV. Résultats

Les résultats exploités seront principalement ceux de l'année 2016, ceux de 2014 et 2015 ayant déjà été traités par Merlen M., (stagiaire de l'INRA en 2015). Cependant une comparaison entre ces trois années et une synthèse seront effectuées. Les résultats présentés englobent les données des trois relevés floristiques effectués en 2016 sur les 7 parcelles PEPSVI étudiées. Les parcelles sont soumises à une nomenclature présentée dans le tableau 2.

A l'aide des résultats obtenus, une influence de l'environnement et des pratiques agricoles sur la flore viticole sera mise en évidence.

1. Etude de la richesse spécifique

Les richesses spécifiques moyennes des parcelles PEPSVI, des systèmes (BIO et INT) et de la position du relevé (rang enherbé, rang travaillé et cavaillon) ont été étudiées.

➤ Au niveau des parcelles :

138 espèces de plantes ont été observées sur l'ensemble des parcelles étudiées en 2016. Le document 10 présente les richesses spécifiques des parcelles PEPSVI en 2016 ; le document 11 présente les **richesses spécifiques moyennes** des différentes parcelles pour l'année 2016 sur la base de trois relevés.

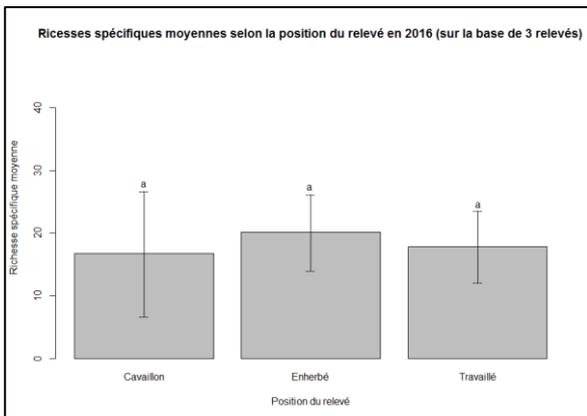
A l'aide de tests statistiques présentés dans la partie matériels et méthodes, l'hypothèse suivante a été testée :

soit **H0** « il n'y a pas de différence de richesse spécifique entre les différentes parcelles ».

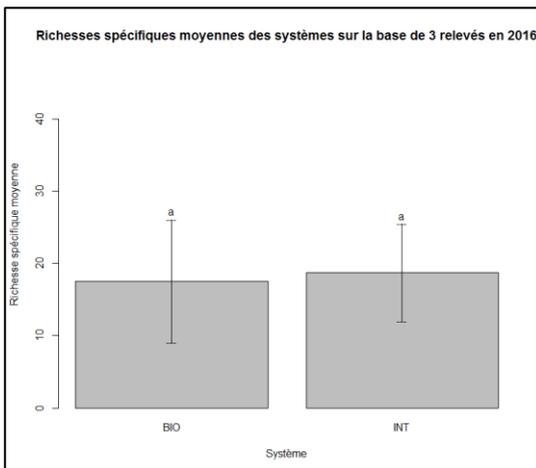
La **p-value** obtenue lors des tests statistiques est de **0.0952** ce qui permet d'accepter l'hypothèse H0 car cette valeur est supérieure à 0.05. Il n'y a donc pas de différence significative de richesse spécifique entre les parcelles pour l'année 2016. Statistiquement, ce résultat ne suit pas la tendance des années 2014 et 2015, en effet les parcelles présentaient des richesses spécifiques significativement différentes (voir annexes 5 et 6).

La moyenne annuelle d'espèces relevées par parcelle est de 80.3, avec un minimum de 60 à Ingersheim et un maximum de 101 à Châtenois. Graphiquement, on remarque que les parcelles de Châtenois (CB) et Rouffach (RIL, RIP, et RIO) présentent les richesses spécifiques les plus élevées. Les milieux voisins de ces parcelles sont des haies, bosquets, à végétation dense et des vignes

Document 13 : **Richesses spécifiques moyennes** en fonction de la position du relevé en **2016** sur la base de 3 relevés. Les moyennes regroupées sous la même lettre ne présentent pas de différence significative selon le test de Student Newman-Keuls :

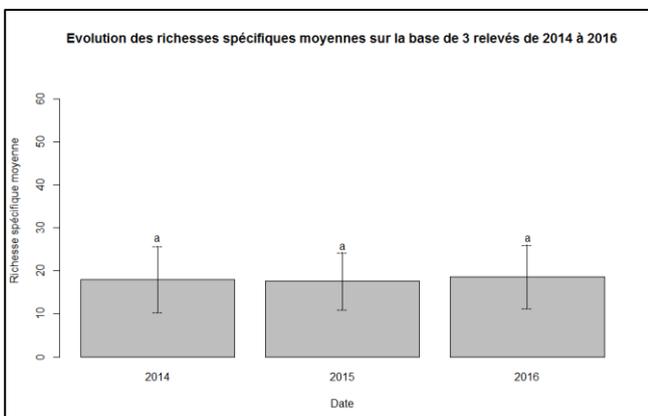


Document 14: **Richesses spécifiques moyennes** des systèmes en 2016 sur la base de 3 relevés en 2016. Les moyennes regroupées sous la même lettre ne présentent pas de différence significative selon le test de Student Newman-Keuls :



Pr (>F)
0.5341

Document 15 : Evolution de la **richesse spécifique moyenne** des parcelles PEPSVI de **2014 à 2016**. Les moyennes regroupées sous la même lettre ne présentent pas de différence significative selon le test de Student Newman-Keuls :



Pr (>F)
0.6313

contrairement aux parcelles de Ribeaupillé et Ingersheim, dont l'environnement adjacent est uniquement composé de vignes, d'habitations, et de chemins.

De plus, une analyse approfondie de chaque relevé floristique pris individuellement a révélé une différence significative de richesse spécifique en juin 2016 (et non en mars et en mai), entre la parcelle de Châtenois (CB) possédant une moyenne de 33 espèces lors de ce relevé et les autres parcelles, avec des moyennes de richesses spécifiques toutes inférieures à 20. Le document 12 présente les richesses spécifiques moyennes des différentes parcelles pour le mois de juin 2016 uniquement.

➤ **Au-niveau de la position du relevé :**

Les richesses spécifiques moyennes des différentes positions des relevés (rang enherbé, rang travaillé ou cavaillon) ont été analysées. Le document 13 présente ces richesses spécifiques selon les positions des relevés de 2016 sur la base de trois relevés floristiques.

L'hypothèse de départ testée était la suivante :

soit **H0** « il n'y a pas de différence de richesse spécifique selon la position du relevé ».

La **p-value** obtenue pour l'année 2016 est de **0.1817**, ce qui est supérieur à 0.05. Il n'y a donc pas de différences de richesse spécifique selon la position du relevé. Ces résultats ne suivent pas les tendances des années 2014 et 2015, en effet des différences significatives étaient mises en évidence entre les positions des relevés (voir annexes 7 et 8), notamment entre le rang enherbé et le cavaillon.

➤ **Au-niveau du système :**

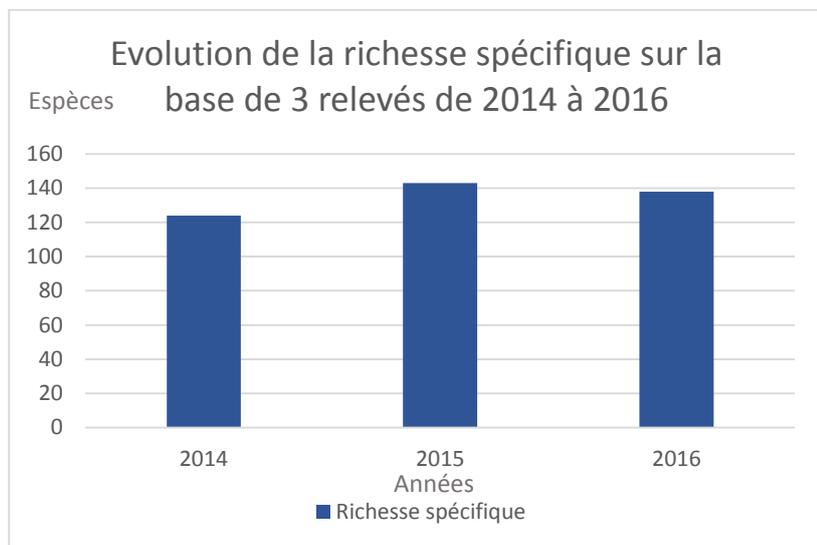
Le document 14 présente les variations de richesse spécifique en fonction des systèmes de gestion des parcelles pour l'année 2016. Les résultats obtenus en 2014 et 2015 sont présentés dans les annexes 9 et 10, et nous pouvons observer que des tendances similaires sont observées entre ces différentes années d'étude pour la richesse spécifique en fonction du système.

L'hypothèse testée dans ce cas était :

soit **H0** « il n'y a pas de différence de richesse spécifique entre les différents systèmes (BIO et INT) ».

Cette hypothèse a été validée car la **p-value** était de **0.5341**, ce qui est supérieur à 0.05.

Document 15 bis : Evolution de la **richesse spécifique** de **2014 à 2016** :



Document 16 : Evolution des **richesses spécifiques moyennes** des parcelles PEPSVI de **2014 à 2016** sur la base de **3 relevés** :

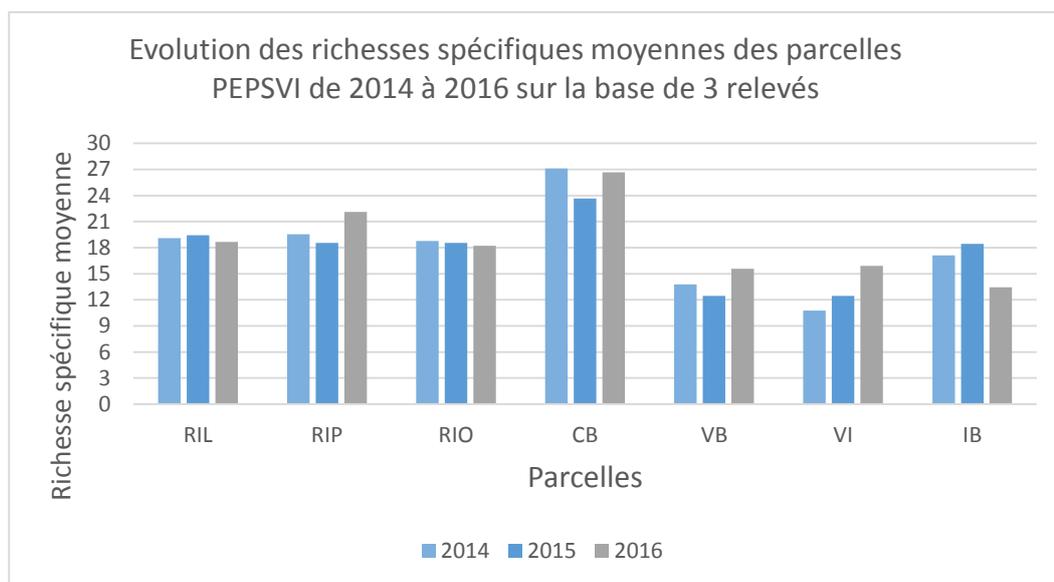


Tableau 7 : Calcul des indices de **Sorensen** pour l'année 2016 :

	RIL	RIP	RIO	CB	VB	VI	IB
RIL	0	72	66	66	47	48	40
RIP	0,88	0	66	66	47	49	42
RIO	0,87	0,86	0	61	45	50	37
CB	0,82	0,82	0,81	0	45	46	44
VB	0,78	0,77	0,79	0,75	0	42	31
VI	0,77	0,77	0,81	0,74	0,8	0	33
IB	0,73	0,74	0,73	0,74	0,71	0,72	0

➤ **Evolution des richesses spécifiques de 2014 à 2016 :**

Au total, sur les 7 parcelles retenues de 500 m² chacune, 138 espèces différentes ont été comptabilisées en 2016 sur la base de trois relevés contre 124 espèces en 2014 et 145 espèces en 2015. Les différences de richesses spécifiques des parcelles de notre étude ont été évaluées à l'aide de tests statistiques. Le document 15 présente l'évolution de la **richesse spécifique moyenne** de 2014 à 2016, et le document 15 bis présente l'évolution de la **richesse spécifique** de 2014 à 2016. Les tests statistiques n'ont pas révélé de différence significative entre les richesses spécifiques moyennes des différentes années de l'étude. La **p-value** était de **0.6313**.

Le document 16 présente l'évolution de richesse spécifique moyenne pour chaque parcelle.

2. Calcul des indices de Sorensen

Le tableau 7 présente les indices de Sorensen entre les différentes parcelles pour l'année 2016 au-niveau de la partie inférieure de la matrice, ainsi que le nombre d'espèces communes entre les parcelles dans la partie supérieure. Un dendrogramme visualisant les similarités est présenté dans le document 17. Les résultats des années 2014 et 2015 sont présentés dans les annexes 11 et 12.

Les valeurs d'indices de Sorensen les plus élevées correspondent aux parcelles suivantes : RIL et RIP (0.88), RIL et RIO (0.87) et RIO et RIP (0.86). Beaucoup d'espèces communes à ces différentes parcelles sont donc observées. Les deux parcelles de Ribeuville VB et VI possèdent un indice de Sorensen de 0.82, ce qui est également élevé. La même tendance est observée en 2014 et 2015, où les parcelles issues du même site présentent un nombre de taxon en commun élevé. Les parcelles VI et RIP ont un indice de Sorensen est de 0.80. En mai, des parcelles issues de sites différents possèdent un faible nombre de taxon en commun.

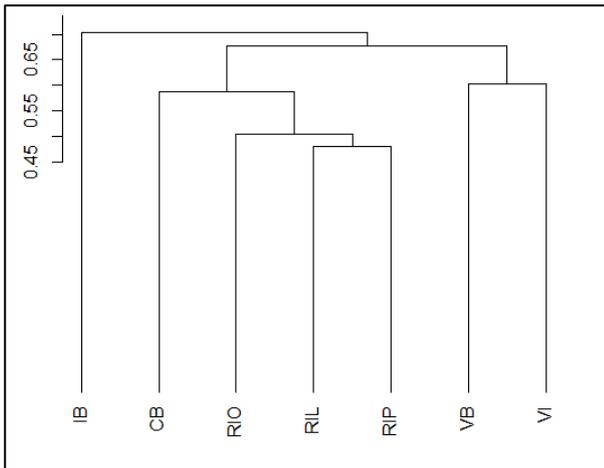
3. Evaluation de la composition spécifique

Sur les 7 parcelles étudiées, quelques espèces sont omniprésentes comme le liseron des champs (*Convolvulus arvensis*), la véronique à feuille de lierre (*Veronica hederifolia*), le lamier pourpre (*Lamium purpureum*), le brome stérile (*Bromus sterilis*), la grande ortie (*Urtica dioica*), le pisselit (*Taraxacum officinal*), le pâturin annuel (*Poa annua*), et la stellaire intermédiaire (*Stellaria media*).

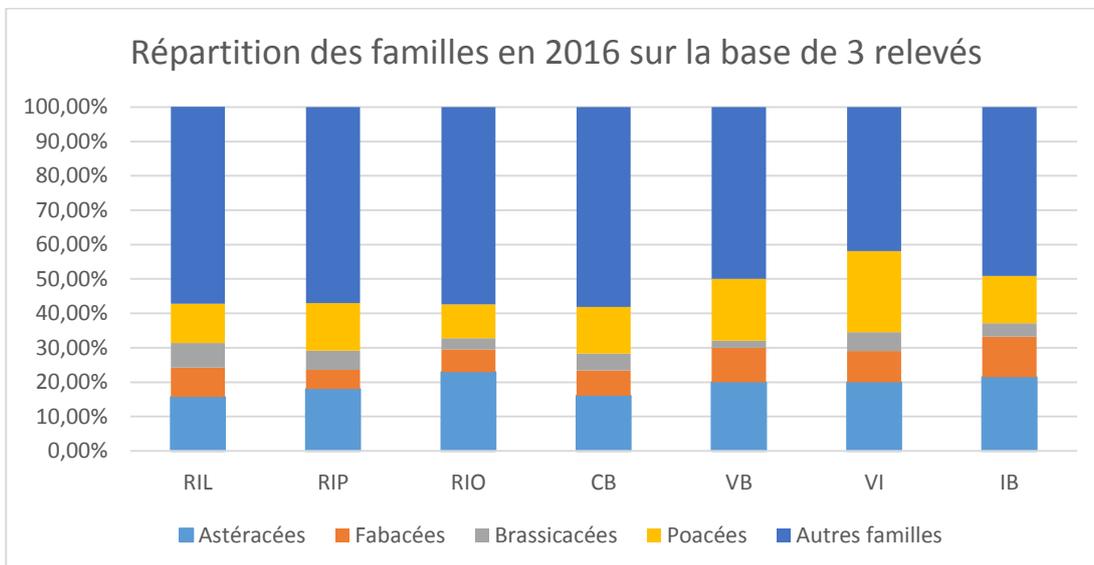
➤ **Répartition des familles sur les sites en 2016 :**

En 2016, sur la base de 3 relevés, 39 familles ont pu être identifiées, dont les dominantes sont les astéracées, les fabacées, et les poacées. Le document 18 présente la répartition des familles en 2016.

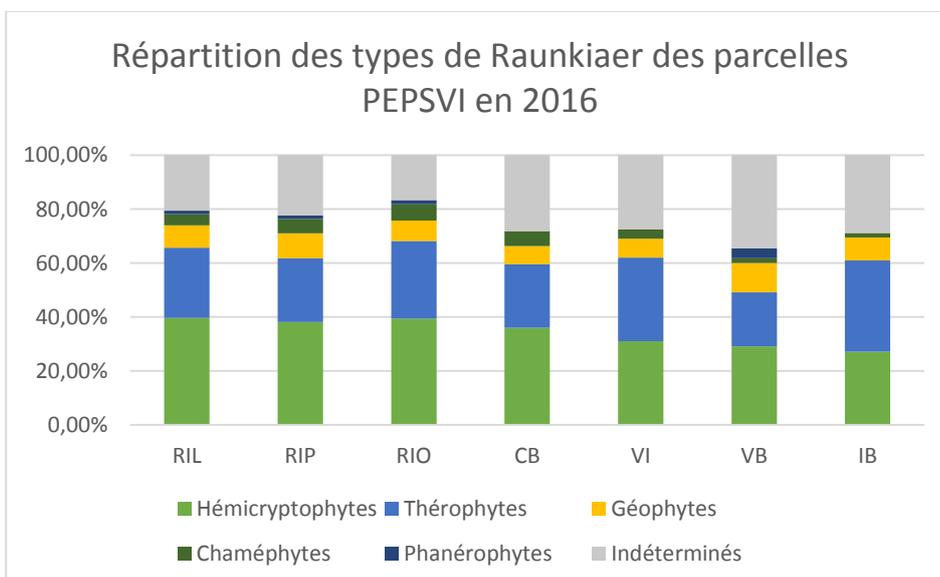
Document 17 : **Dendrogramme** de l'année 2016 :



Document 18 : Répartition des **familles** en 2016 sur la base de 3 relevés :



Document 19 : Répartition des **types de Raunkiaer** des parcelles PEPSVI en 2016 :



Sur la base de 3 relevés, 36 familles ont été identifiées en 2014 et 45 familles en 2015, où les astéracées, fabacées et poacées dominaient (Merlen, M., 2015). La tendance est donc la même sur les trois années de suivi floristique.

Les astéracées et les fabacées, plantes intéressantes au niveau de la pollinisation (Melin, E., 2002), représentent 28 % de la composition de notre essai. En effet, celles-ci possèdent un indicateur de pollinisation élevé. La méthode de calcul de la valeur pollinisatrice est présentée en annexe 13.

➤ **Types de Raunkier :**

L'étude des types de Raunkier permet dans notre cas d'observer la réponse des espèces à la gestion du sol des différents emplacements. Les types biologiques ont été étudiés pour chaque parcelle. Le document 19 présente la répartition des types de Raunkier des parcelles PEPSVI en 2016, et le document 19 bis présente les pourcentages de représentativité des différents types biologiques. Une dominance des hémicryptophytes et des thérophytes est observée au sein de toutes les parcelles. Il n'y a pas de différence marquée entre les parcelles en production intégrée (RIL, RIP, RIO, VI) et les parcelles en agriculture biologique (CB, VB et IB).

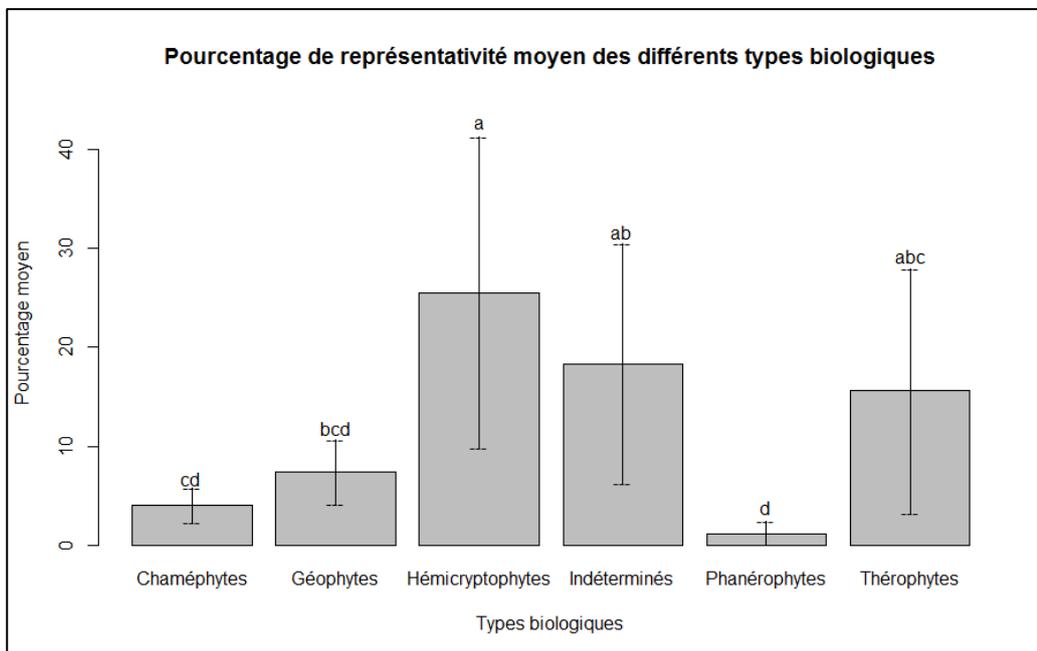
En 2014 et 2015, les hémicryptophytes et les thérophytes dominaient également au sein des parcelles PEPSVI (Merlen, M., 2015).

Les hémicryptophytes sont des plantes vivaces, généralement herbacées qui possèdent des bourgeons survivant à l'hiver au niveau du sol contrairement aux parties aériennes qui meurent. Quant aux thérophytes, il s'agit de « plantes annuelles à cycle court et à développement rapide » survivant à l'hiver sous la forme de graines, leurs parties végétatives étant détruites par la dessiccation et le gel. Les plantes du vignoble sont donc bien adaptées aux techniques de culture (fauches, broyages, etc...).

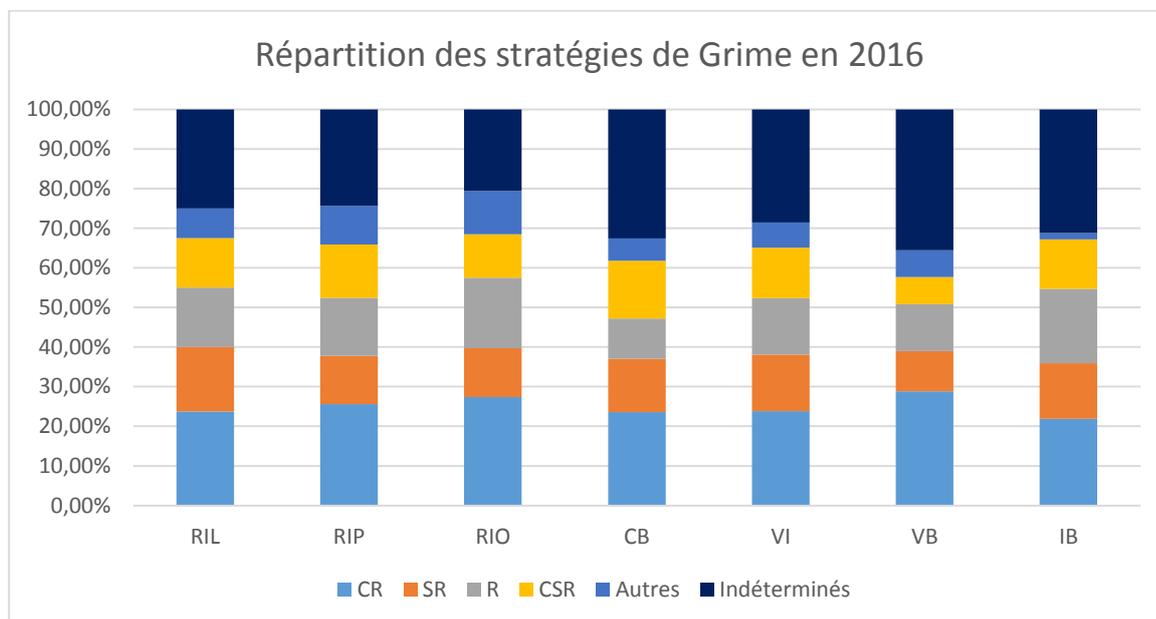
➤ **Evaluation des stratégies de Grime :**

Le document 20 présente la répartition des stratégies de Grime des parcelles PEPSVI en 2016. Dans les parcelles de l'essai, ce sont les types CR, SR, R et CSR qui dominent. La figure 2 en annexes présente quant à elle le triangle de Grime.

Document 19 bis : Pourcentage de représentativité moyen des différents **types biologiques** des parcelles PEPSVI. Les moyennes regroupées sous la même lettre ne présentent pas de différence significative selon le test de Student Newman-Keuls :



Document 20 : Répartition des **stratégies de Grime** des parcelles PEPSVI en 2016 :



V. Discussion

1. Au niveau de l'expérimentation

➤ **Au niveau des parcelles :**

Les parcelles ne présentent pas de différence de **richesse spécifique** significative en 2016 sur la base de trois relevés. Malgré cette absence de différence significative, une richesse spécifique plus faible est observée dans les parcelles de Ribeauvillé (VB et VI). Cela peut s'expliquer par le type de conduite de ces parcelles : les cavaillons sont recouverts de copeaux dans le but de limiter le développement d'adventices à ce niveau de la parcelle. La mise en place de copeaux sur le cavaillon constitue une technique alternative aux produits phytosanitaires, et représente un système viticole innovant mis en place dans le cadre du projet PEPSVI. Cette méthode innovante est considérée comme efficace d'après nos résultats concernant la limitation d'adventices sur le cavaillon. Cependant des espèces comme les poacées (*Lolium perenne...*) principalement arrivent à traverser les copeaux.

Concernant le site de Châtenois, les causes de la différence significative de richesse spécifiques sont envisagées : l'environnement adjacent cette parcelle est composée de forêt, bosquet et d'une végétation dense, ce qui diffère des autres parcelles qui sont entourées d'autres parcelles viticoles. Ce point est confirmé par Weibull et Ostman (2003) qui affirment que « la composition et la structure de la mosaïque paysagère au sein du territoire agricole ont une influence sur la diversité végétale ». De plus, d'après Cohen, M., et al (2016), « les haies contribuent à l'augmentation de la biodiversité végétale ». Les contours de parcelles, la qualité des bordures peuvent donc jouer : en augmentant la richesse spécifique et donc d'améliorer la biodiversité floristique. L'environnement dans lequel se situent les parcelles représente alors un facteur influençant la flore viticole pouvant permettre une introduction d'espèces.

➤ **Au niveau du système :**

Nous avons pu voir dans la partie résultats, qu'il n'y avait pas de différence significative de richesse spécifique entre les systèmes BIO (agriculture biologique) et INT (production intégrée). D'autres tests statistiques portant uniquement sur la comparaison des cavaillons BIO et INT ont été réalisés, et il n'y a pas plus de différence significative entre les deux modes de gestion pour cette partie de la parcelle. Le mode de gestion n'influencerait donc pas la flore viticole en termes de richesse spécifique. Cependant, nous pouvons tirer une information supplémentaire de cela : les

viticulteurs pratiquant une agriculture biologique conserveraient une biodiversité floristique tout en maîtrisant la flore présente sur le cavaillon d'une façon similaire aux viticulteurs en production intégrée (sans recourir aux produits phytosanitaires), ce qui est bénéfique d'un point de vue environnemental. Cela confirme le fait que la viticulture biologique est une alternative intéressante à l'utilisation d'herbicides.

Des résultats similaires concernant les analyses de richesse spécifiques entre systèmes ont été obtenus (Odile T. Bruggisser, Martin H. Schmidt-Entling, Sven Bache., 2010).

En ce qui concerne la composition floristique entre les systèmes, Nascimbene J. (2012) a démontré que des communautés végétales similaires peuvent grandir dans les exploitations viticoles indépendamment du type de gestion (entre agriculture biologique et conventionnelle).

➤ **Au niveau de la position du relevé :**

Aucune différence significative de richesse spécifique n'a été observée entre les différentes positions des relevés, ce qui, d'après les résultats des années précédentes est inhabituel. La même richesse spécifique est observable sur le cavaillon que sur les rangs enherbés et travaillés. Ce point doit être surveillé car certes, la flore est importante pour la biodiversité du vignoble, mais au niveau du cavaillon, elle peut poser problème car elle devient compétitrice à la vigne. Sur le cavaillon, une certaine « propreté » doit être recherchée, c'est-à-dire, peu de flore pouvant entrer en compétition avec la vigne, en période de production, ce qui ne poserait pas de problèmes au niveau des rendements. Dans le cadre du projet PEPSVI évaluant les systèmes viticoles innovants nous pouvons dire que pour cette année, la protection du cavaillon est insuffisante. Une technique utilisée pour la destruction d'adventices au niveau du cavaillon est le buttage (ou encore les copeaux comme nous avons pu voir précédemment). En effet, cette méthode permet de ramener la terre sous forme de butte aux pieds des cep, de recouvrir les adventices et de les affaiblir sans les détruire.

➤ **Calculs des indices de Sorensen :**

Les parcelles provenant d'un même site présentent un nombre de taxons similaires élevé contrairement à des parcelles issues de sites différents, par exemple, les parcelles RIL, RIP et RIO proviennent du site de Rouffach, et VB et VI proviennent toutes les deux de Ribeauvillé. Les parcelles IB et CB ne sont pas similaires par rapport aux autres parcelles. Ce sont deux parcelles situées à deux endroits éloignés mais possèdent un même système de gestion qui est la biodynamie.

Le facteur environnement pourrait avoir une influence sur la composition spécifique car les parcelles ayant un nombre élevé de taxons en communs sont proches et possèdent les mêmes caractéristiques.

➤ **Au niveau du climat :**

Des conditions climatiques particulières en Alsace ont été observées au cours de l'année 2016. Déjà, l'été 2015 a été marqué par une canicule, puis un hiver très doux, et enfin le printemps et le début d'été 2016 par des précipitations très abondantes et inhabituelles. Ces conditions exceptionnelles ont pu influencer la flore, et notamment le développement de certaines espèces.

➤ **Au niveau du sol :**

Les différentes parcelles présentent des types de sols différents (voir tableau 5). Les facteurs édaphiques constituent donc des facteurs supplémentaires pouvant jouer mais ceux-ci ne peuvent pas être mis en évidence car chaque parcelle présente des différences de compositions. Il serait nécessaire pour cela d'observer plusieurs parcelles présentant des mêmes caractéristiques pédologiques.

Par ailleurs, des problèmes de tassements sont observés dans les zones d'enherbements permanents provoqués par des passages répétés de machines. Ce phénomène de compaction rend difficile la germination des graines, celles des poacées qui sont largement observées dans les parcelles étudiées. Le griffage ou le hersage seraient des solutions intéressantes pour remédier aux phénomènes de compaction. En effet, ils permettent de briser la couche dure de substrat permettant alors d'aérer le sol et de favoriser la germination de certaines espèces, laissant donc un potentiel à d'autres familles de plantes de s'installer.

➤ **Espèces du vignoble et pollinisation :**

Les espèces du vignoble présentent dans la majorité des cas un indice de pollinisation compris entre 4 et 6.9. De plus, les astéracées (*bellis perennis* par exemple) et les fabacées (*Medicago sp*, *Trifolium sp...*) représentent 28% des familles présentes dans le vignoble. La présence de cultures entomophiles telles que les légumineuses (fabacées) et la conservation des adventices constituent des éléments prouvant l'enrichissement des paysages agricoles en ressources florales pour l'abeille (Rollin et al., 2013).

➤ **Types de Raunkier :**

Les hémicryptophytes et les thérophytes sont les types de plantes les plus abondants observés dans les parcelles. Ce sont des types de plantes adaptés aux pratiques agricoles de par leurs

caractéristiques (survie des organes pendant l'hiver). Cela prouve que des facteurs anthropiques tels que la fauche peuvent impacter les types de plantes présentes dans les parcelles viticoles.

Les dates de fauches doivent être alors réfléchies car une coupe trop précoce peut empêcher la production de semences de certaines espèces (les espèces non clonales), et une coupe trop tardive est caractérisée par « un couvert parfois trop fermé pour l'installation de nouvelles plantes issues de la parcelle considérée ou de son environnement » (Smith et al, 2002) in Le Roux, X., et al. (2008). De plus, « la fauche précoce peut créer des ouvertures dans la végétation favorables à l'installation de nouvelles espèces (désirées ou invasives) » (Selinger-Looten et al, 2001) in Le Roux, X., et al. (2008). Si de telles perturbations n'étaient pas effectuées, d'autres types de plantes se développeraieent certainement.

➤ **Evaluation des stratégies de Grime :**

Les stratégies dominantes sont CR, SR, R et CSR. Les espèces présentes dans les parcelles étudiées sont adaptées aux perturbations de leur habitat (mécaniquement/biologiquement, physiquement/chimiquement). Les SR sont généralement de petites plantes annuelles à cycle hivernal. Les plantes de types R ou SR sont présentes dans des « habitats fréquemment perturbés, ou dans des stades précoces d'évolution de ces habitats après stabilisation » (Jauzein, 1995 ; 1997). Une quelconque perturbation entraîne une déstructuration de la végétation présente. Les pratiques agricoles (fauches, etc...) influencent donc la flore présente, en sélectionnant des types biologiques de plantes particulières.

En viticulture, il est conseillé de ne pas avoir trop d'espèces compétitrices car celles-ci entreraient en compétition avec la vigne (au niveau des nutriments minéraux, de l'eau principalement) et cela pourrait altérer les rendements.

2. Discussion personnelle

J'ai choisi de réaliser mon stage de fin d'étude à l'INRA car premièrement, le sujet portant sur la botanique m'intéressait, et deuxièmement, je souhaitais découvrir le milieu de la recherche. De plus, l'INRA est le premier centre de recherche à l'échelle nationale, ce qui a conforté mon choix de réaliser un stage dans cet organisme.

Au sein de l'INRA, le poste que j'occupais était similaire à celui d'un ingénieur d'étude. En effet, un sujet d'étude m'a été confié et j'ai pu le mener d'une façon autonome, tout en ayant des entretiens

réguliers avec mon maître de stage, qui était là pour me guider vers de nouvelles pistes ou nouvelles propositions de recherche à trouver.

J'ai pu travailler en autonomie, approfondir mes connaissances en botanique et en statistiques. Diverses difficultés ont été rencontrées lors de ce stage notamment en statistiques, lors du choix des tests à réaliser, et lors de l'utilisation du logiciel R utilisant le langage informatique S. De nombreuses recherches personnelles ont été effectuées afin d'approfondir mes connaissances dans le domaine des statistiques.

Au-niveau de l'expérimentation dans ce stage, plusieurs écueils pourraient être écrits. Par exemple, une meilleure communication au sein de l'INRA serait nécessaire pour éviter qu'un travail récent du sol ne vienne perturber les relevés (cela a été le cas pour notre deuxième campagne de relevés. Ce travail du sol aurait pu être réalisé quelques jours après car cela a sûrement faussé nos résultats.

Une autre amélioration serait de compléter les listes de relevés floristiques encore plus précisément. Par exemple, en plus d'inscrire uniquement « *Torilis sp* », on pourrait préciser davantage en rajoutant : « *Torilis arvensis*, *Torilis leptophylla*, *Torilis nodosa*... ». Cela permettrait de préciser les identifications de la flore viticole, (bien qu'au stade plantule il est difficile d'identifier précisément) et d'avoir des valeurs de pollinisations plus précises, car pour ces 3 dernières espèces, on trouve la valeur de pollinisation dans la base de données IFlo-Vi, contrairement à « *torilis sp* ».

La base de données IFlo-Vi 1.2.1 nécessite d'être complétée avec les espèces rencontrées dans le vignoble car un grand nombre de ces espèces ne sont pas présentes dans cette base de données (initiée à l'origine pour les grandes cultures), ce qui ne permet pas d'obtenir les valeurs de pollinisation.

Il pourrait être intéressant de calculer les recouvrements sur toutes les parcelles afin de pouvoir calculer des indices de diversité autres que la richesse spécifique, tels que l'indice de Simpson, la réciproque de Simpson, l'équitabilité, indices qui permettraient d'apporter des informations complémentaires concernant la biodiversité (indice de Simpson permet de calculer la probabilité que deux individus de la même espèce soient sélectionnés aléatoirement dans un milieu donné ; l'équitabilité permet d'évaluer la distribution des abondances relatives). Ces données de recouvrements permettraient d'avoir un meilleur aperçu de la répartition des espèces sur les parcelles étudiées. Cependant la limite de ce travail concerne la disponibilité du personnel.

Les objectifs de départ ont été atteints. La flore de 2016 a été caractérisée, et la synthèse des données de 2014 à 2016 a été réalisée. De plus, les facteurs anthropiques et environnementaux pouvant influencer la flore ont été définis.

Il serait également intéressant de récupérer les itinéraires techniques des parcelles PEPSVI de 2016 ce qui n'a pas pu être le cas durant ce stage, afin de réaliser des AFC, celles-ci permettraient peut-être d'obtenir de nouvelles corrélations.

Le nombre de parcelles étudiées pourrait être augmenté, malgré le travail supplémentaire que cela apporterait, de façon à être statistiquement plus fiable.

Il est possible que les tests statistiques utilisés dans des conditions non-paramétriques (test de Kruskal-Wallis) ne soient pas assez forts pour nous permettre de prendre au « pied de la lettre » les résultats obtenus. En effet, ce test ne possède pas une robustesse suffisante.

Un des points à développer serait de calculer les abondances dans les années à venir. D'autres méthodes sont possibles : l'échelle d'abondance-dominance et l'échelle de sociabilité de Braun-Blanquet (tela-botanica, 2016) consistant à affecter une classe de recouvrement pour chaque espèce dans une surface donnée (Université de Nice, 2016).

VI. Conclusion

La caractérisation de la flore viticole sur un réseau de parcelles expérimentales et l'étude des influences environnementales et anthropiques permettent d'obtenir des informations sur la biodiversité dans des systèmes viticoles innovants.

Tout d'abord, les trois années d'études ont révélé divers résultats pouvant varier d'une année à l'autre. Il serait donc intéressant de poursuivre l'étude sur plusieurs autres années afin d'obtenir des résultats plus précis avec des tendances plus marquées. L'année 2016 a peut-être apporté des résultats marqués par les conditions climatiques particulières : l'hiver fut très doux, et le printemps et début d'été marqué par des précipitations importantes.

La composition de la flore du vignoble nous a permis d'observer que les facteurs environnementaux et anthropiques peuvent influencer la richesse et la composition spécifique. L'environnement adjacent aux parcelles viticoles est perçu comme un facteur jouant sur la diversité, comme cela a été démontré au niveau de la parcelle de Châtenois. En effet, les contours de parcelles, et la qualité des bordures améliorent la biodiversité sans impacter les parcelles ou les rendements, en favorisant l'introduction d'espèces dans ces parcelles. De plus, les pratiques agricoles telles que la fauche, le broyage peuvent influencer la flore en sélectionnant des types de plantes présentes : les hémicryptophytes et les thérophytes, ainsi que des plantes à stratégies CR, SR, R et CSR.

Dans ce contexte-là, nous pouvons affirmer que des programmes de mises en place de haies, ou bordures végétales, permettraient d'améliorer la biodiversité végétale dans le vignoble. Et que les itinéraires techniques doivent être réfléchis également en fonction de la flore.

Des applications potentielles peuvent être mises en place suite à ce travail : à Rouffach, il serait judicieux de mettre en place des préconisations pour maintenir des haies au-dessus des parcelles. De façon plus générale, nous pouvons avancer le fait que la biodiversité peut être maintenue dans les parcelles viticoles par les contours de parcelles.

Bibliographie

- Bockstaller, C., et al. (2014). "A vegetation-based indicator to assess the pollination value of field margin flora." *Ecological indicators* 45: 320-331.
- Boudjedjou, L., Fenni, M., (2011). "Caractérisation de la flore adventice des cultures maraîchères de la région de Jijel (Algérie)". *Agriculture N°2* :24-32.
- Boulanger-Fassier, S., (2008). "La viticulture durable, une démarche en faveur de la pérennisation des territoires viticoles français ? "
- Bretagnolle, V. and S. Gaba (2015). "Weeds for bees? A review." *Agronomy for Sustainable Development* 35(3): 891-909.
- Bruggisser, O.-T., Entling, M., Bacher., S., 2010. "Effects of vineyard management on biodiversity at three trophic levels." *Biological Conservation*, 143: 1521-1528.
- Bruhier, V., et al. (2010). "La richesse spécifique : un outil pour la prise en compte de la biodiversité dans la gestion de l'espace - Application en Haute Maurienne (Aussois, Savoie)." *Ingénieries - E A T* 15: 49-59.
- Butault, J.P., et al., 2010 : Synthèse du rapport de l'étude : Ecophyto R&D : Quelles voies pour réduire l'usage des pesticides ?
- Clavien, Y. and Delabays, N. (2006). "Inventaire floristique des vignes de Suisse romande: connaître la flore pour mieux la gérer." *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* Vol. 38 (6): 335-341.
- Cohen, M., et al. (2015). "What is the plant biodiversity in a cultural landscape? A comparative, multi-scale and interdisciplinary study in olive groves and vineyards (Mediterranean France)." *Agriculture, Ecosystems & Environment* 212: 175-186.
- Delabays, N., Spring, J-L., Mermillod, G., (2006). "Essai d'enherbement de la vigne avec des espèces peu concurrentielles : aspects botaniques et malherbologiques." *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* Vol. 38 (6): 343-352.
- Delabays, N., Wirth, J., et Vaz, C., (2009). "Nouveaux enjeux dans la gestion de la flore des vignobles". *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* Vol. 41 (4): 207-211.
- Delpuech, X. (2012). "Enherbement des vignes, premier tour pour 23 candidats." *Phytoma-La santé des végétaux* 658.
- Fründ, J., Linsenmair, K.E., Blüthgen, N (2010). "Pollinator diversity and specialization in relation to flower diversity." *Oikos* 119: 1581–1590.
- Kehinde, T., Samways, M.J. (2012). "Endemic pollinator response to organic vs. Conventional farming and landscape context in the Cape Floristic region biodiversity hotspot." *Agriculture, Ecosystems and Environment* 146: 162-167.

- Kehinde, T., Samways, M.J. (2014). "Management defines species turnover of bees and flowering plants in vineyards." *Agricultural and Forest Entomology* 16: 95–101.
- Kehinde, T., Samways, M.J. (2014). "Effects of vineyard management on biotic homogenization of insect–flower interaction networks in the Cape Floristic Region biodiversity hotspot." *J Insect Conserv* 18: 469–477.
- Kehinde, T. Samways, M.J. (2014). "Insect-flower interactions: network structure in organic versus conventional vineyards." *Animal conservation* 17: 401–409.
- Le Roux, X., et al. (2008). "Chapitre liminaire : Agriculture et Biodiversité : comment appréhender leurs relations et organiser un bilan des connaissances?" *Agriculture et biodiversité. Valoriser les synergies*.
- Le Roux, X., et al. (2008). "Chapitre 1. Les effets de l’agriculture sur la biodiversité." ESCo "Agriculture et biodiversité".
- Mailly,F., et al. (2015). "Impact of soil and canopy management practices on pesticide use in viticulture in french regions" In: *IPM Innovation in Europe: book of abstracts* (p. 149).
- Melin, E., (2002) "Botanique apicole". Institut de botanique, Université de Liège.
- Miglécz, T., et al. (2015). "Establishment of three cover crop mixtures in vineyards." *Scientia Horticulturae* 197: 117-123.
- Nascimbene, J., et al. (2012). "Organic Farming Benefits Local Plant Diversity in Vineyard Farms Located in Intensive Agricultural Landscapes." *Environmental Management* 49: 1054-1060
- Pain, G., et al. (2010). "La préservation des espaces viticoles en matière d’agriculture durable, de gestion des espaces naturels et du maintien de la biodiversité-Biodiversité en territoire viticole : exemple." (Disponible en ligne : <http://www.biodivine.eu>) 26p.
- Pithon, J-A., (2016) "Are vineyards important habitats for birds at local or landscape scales? " *Basic and Applied Ecology* 17(3) : 240–251.
- Reeve, J-R., (2005). "Soil and winegrape quality in biodynamically and organically managed vineyard." *American Journal of Enology and Viticulture* 56: 367-376.
- Requier, F., et al. (2015). "Honey bee diet in intensive farmland habitats reveals an unexpectedly high flower richness and a major role of weeds." *Ecological Applications* 25: 881-890.
- Ricou, C., et al. (2014). "A vegetation-based indicator to assess the pollination value of field margin flora." *Ecological indicators* 45: 320-331.
- Ricou, C. (Soutenu le 11 juillet 2014). "Conception d’un indicateur prédictif évaluant les effets des pratiques agricoles sur la diversité floristique et ses services en grandes cultures à l’échelle de la bordure de champ." *Thèse*: 178 p.

Rollin, O., et al. (2013). "Differences of floral resource use between honey bees and wild bees in an intensive farming system." *Agriculture Ecosystems & Environment* 179: 78-86.

Schneller, C. (2011). "Développement et validation d'un indicateur de la valeur pollinisatrice des bordures de champs en grandes cultures." *Mémoire de stage*: 26 p.

Smith, L., Fellowes, M.D.E (2015). "The grass-free lawn: Floral performance and management implications." *Urban Forestry & Urban Greening* 14(3): 490-499.

Spring, J.-L., Delabays, N., (2006). "Essai d'enherbement de la vigne avec des espèces peu concurrentielles : aspects agronomiques." *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* Vol. 38: 355-359.

Steffan-Dewenter et Tscharrnt, 2001 in Steffan-Dewenter et al., (2002). "Scale-dependent effects of landscape context on three pollinator guilds". *Ecology* 83, 1421-1432.

Vaissière B., 2005. "Abeilles et pollinisation." *Santé de l'Abeille* (205), 215-218.

Weibull and Ostman (2003). "Species richness in agroecosystems: the effect of landscape, habitat and farm management." *Biodiversity & Conservation*. Vol. 12 (7) :1335–1355.

Table des annexes :

Annexe 1 : Conditions de validité d'une ANOVA :.....	A
Annexe 2 : Les méthodes uni-variées.....	A
Annexe 3 : Les méthodes multivariées :.....	A
Indice de Sorensen	A
Classification Ascendante Hiérarchique :	A
Annexe 4 : Caractérisation de la flore viticole.....	B
Types biologiques de Raunkier :.....	B
Stratégies de Grime :	C
Annexe 5 : Richesses spécifiques moyennes des parcelles PEPSVI sur la base de 3 relevés en 2015 :D	D
Annexe 6 : Richesses spécifiques moyennes des parcelles PEPSVI sur la base de 3 relevés en 2014 :D	D
Annexe 7 : Richesses spécifiques moyennes en fonction de la position des relevés en 2015 (sur la base de 3 relevés) :	D
Annexe 8 : Richesses spécifiques moyennes en fonction de la position des relevés en 2014 (sur la base de 3 relevés) :	E
Annexe 9 : Richesses spécifiques moyennes en fonction des systèmes sur la base de 3 relevés en 2015 :	E
Annexe 10 : Richesses spécifiques moyennes en fonction des systèmes sur la base de 3 relevés en 2014 :	E
Annexe 11 : Calculs des indices de Sorensen pour l'année 2015 :	F
Annexe 11 bis : Dendrogramme de l'année 2015 :	F
Annexe 12 : Calculs des indices de Sorensen pour l'année 2014 :	F
Annexe 12 bis : Dendrogramme de l'année 2014 :	F
Annexe 13 : Indicateur : valeur pollinisatrice :.....	G

Annexe 1 : Conditions de validité d'une ANOVA :

- Les échantillons sont indépendants. Il n'existe pas de tests statistiques permettant d'étudier l'indépendance. Cette condition pourra être validée selon les conditions de l'expérience.
- La variable quantitative étudiée suit la loi normale : il faut tester la normalité. Pour cela, le test de Shapiro-Wilk est utilisé. Si la p-value est inférieure à 0.05, ce qui correspond à un taux d'erreur de 5%, la condition de normalité ne sera pas validée. Les tests statistiques utilisés seront alors non-paramétriques.
- Les populations comparées ont la même variance : il faut tester l'homogénéité des variances ou l'homoscédasticité. Dans ce cas, on utilisera le test de Bartlett.

Annexe 2 : Les méthodes uni-variées

Les méthodes uni-variées permettent de caractériser les communautés d'après les tendances générales, d'en étudier les variations et d'en déduire les causes sous-jacentes. Cependant, elles ne prennent pas en compte les espèces et ne permettent pas d'étudier les changements de composition spécifique. (Grall, J., Coïc, N., 2006). On y distingue la richesse spécifique, l'abondance-dominance, Indice de Simpson, la réciproque de Simpson et l'indice d'équitabilité, calculables d'après des données de recouvrement. Ces indices permettent d'illustrer la complexité des peuplements (Grall, J., Coïc, N., 2005). Cependant, le recouvrement a été effectué uniquement sur les parcelles de Wintzenheim qui ne sont pas traitées dans cette étude, ces indices n'ont donc pas été calculés. Seules les richesses spécifiques ont été analysées.

Annexe 3 : Les méthodes multivariées :

On retrouve dans les méthodes multivariées : la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH), l'indice de Sorensen.

Indice de Sorensen

« L'indice de Sorensen est une mesure de la biodiversité bêta variant de 0 quand il n'y a pas d'espèces communes entre les deux communautés, à 1 lorsque les mêmes espèces sont retrouvées dans les deux communautés. » (Sorensen, T.A., 1948 in Université de Nice, 2016).

Equation de l'indice de Sorensen

$$S = \frac{2a}{2a+b+c}$$

Classification Ascendante Hiérarchique :

La classification ascendante hiérarchique est une mesure de la biodiversité permettant de comparer la diversité des espèces entre écosystèmes ou le long de gradients environnementaux. Elle consiste à

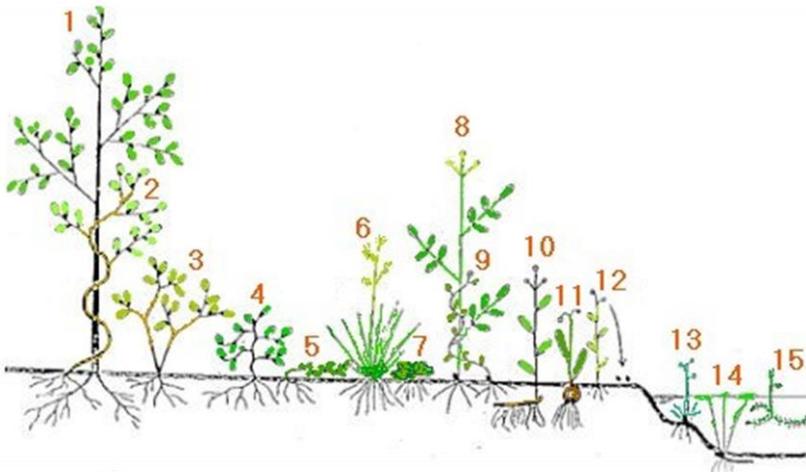
« regrouper les espèces les plus proches sous forme d'un dendrogramme » (Université de Marseille, 2016). Le pourcentage de similarité (c'est-à-dire la distance moyenne ou totale entre les espèces et groupes d'espèces) peut être appréhendé à partir de la longueur des branches. (Grall, J. et Coïc, N., 2005).

Annexe 4 : Caractérisation de la flore viticole

Types biologiques de Raunkier :

Cette classification permet d'organiser les végétaux selon le positionnement de leurs organes de survie durant l'hiver. Elle permet également d'étudier la réponse des espèces aux différentes pratiques de gestion du sol. Ces données nous permettront de caractériser la flore présente dans les parcelles viticoles.

Figure 1 : Types biologiques de Raunkier :



Source : follavoine.chez-alice.fr

1 - 3 : Phanérophytes

4 - 5 : Chamaephytes

6 à 9 : Hémicryptophytes

10 - 11 : Géophytes

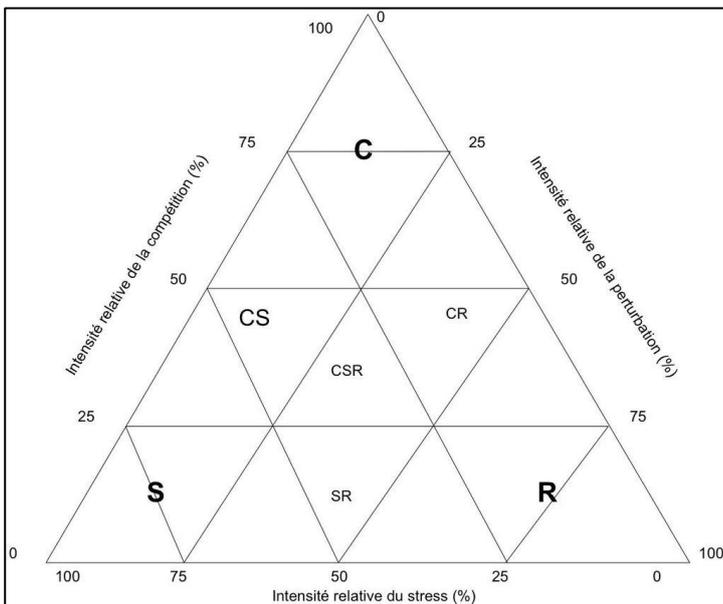
12 : Thérophytes

Stratégies de Grime :

Les stratégies fonctionnelles constituent les réponses des êtres vivants aux différentes contraintes de l'environnement (biotiques ou abiotiques). Selon Grime (1977), les espèces répondent à 3 types de contraintes : la compétition (C) est la capacité d'une plante à être compétitrice vis-à-vis des éléments minéraux, la lumière..., le stress (S) qui représente la capacité d'une plante à tolérer le manque de ressources, et la perturbation (R) est la capacité d'une plante à résister à une perturbation.

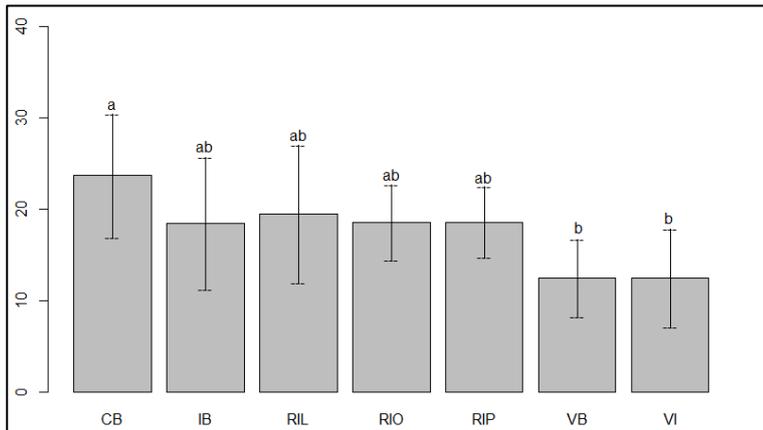
Les plantes développent alors des stratégies, selon les différentes contraintes d'après Grime (1977). La classification CSR ne s'applique pas aux espèces ligneuses dominant nombreux écosystèmes terrestres (Pierce, S., 2013).

Figure 2 : Triangle de Grime (1974) présentant les stratégies primaires (CSR) et de leurs intermédiaires:

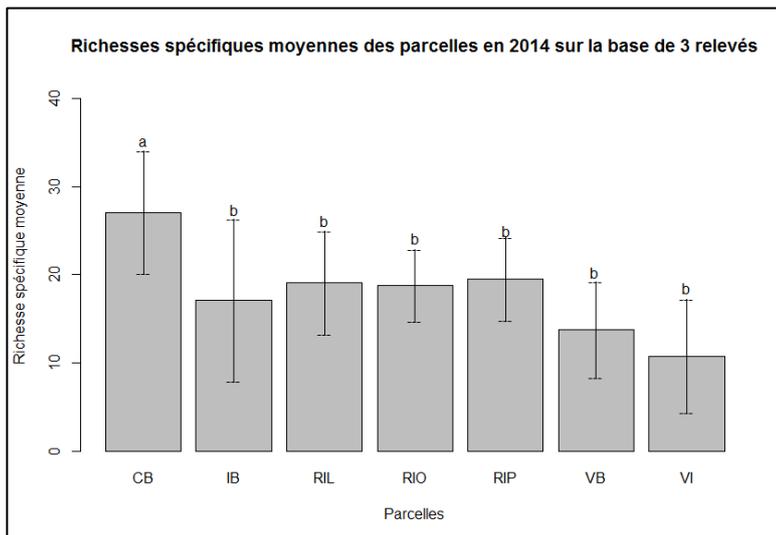


Source : fr.wikipedia.org

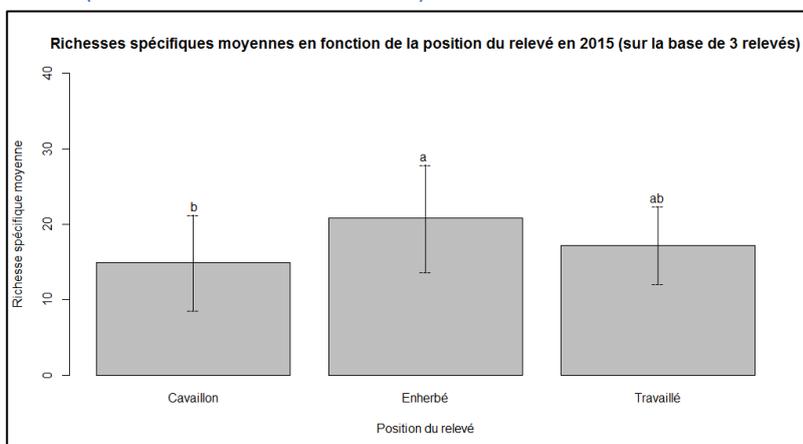
Annexe 5 : Richesses spécifiques moyennes des parcelles PEPSVI sur la base de 3 relevés en 2015 :



Annexe 6 : Richesses spécifiques moyennes des parcelles PEPSVI sur la base de 3 relevés en 2014 :

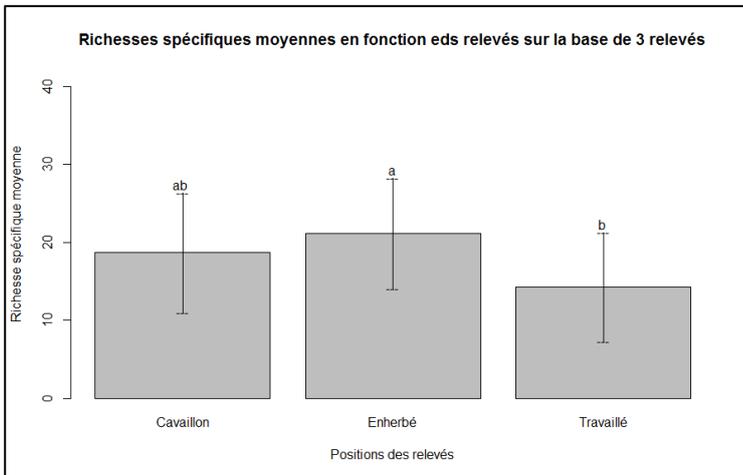


Annexe 7 : Richesses spécifiques moyennes en fonction de la position des relevés en 2015 (sur la base de 3 relevés) :

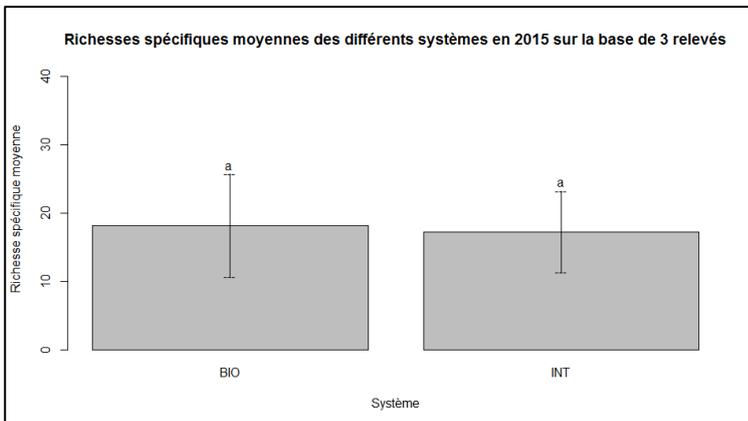


Pr (>F)
0.01231 *

Annexe 8 : Richesses spécifiques moyennes en fonction de la position des relevés en 2014 (sur la base de 3 relevés) :

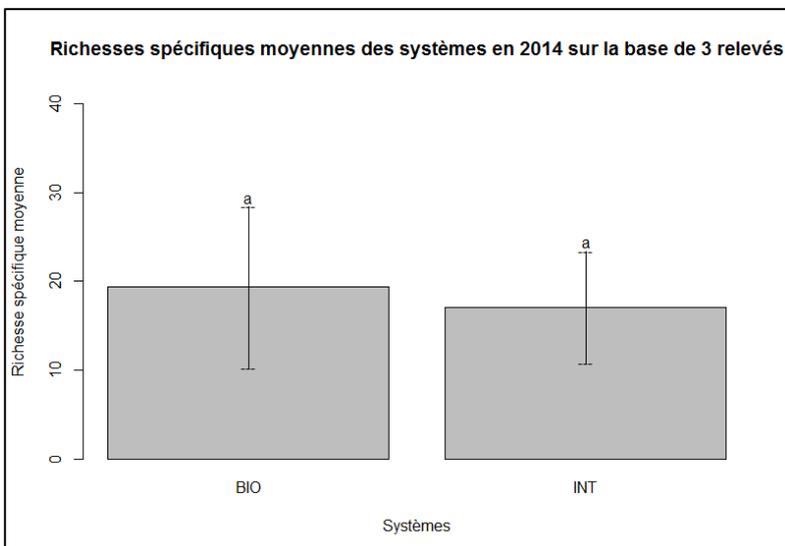


Annexe 9 : Richesses spécifiques moyennes en fonction des systèmes sur la base de 3 relevés en 2015 :



Pr (>F)
0.01141 *

Annexe 10 : Richesses spécifiques moyennes en fonction des systèmes sur la base de 3 relevés en 2014 :

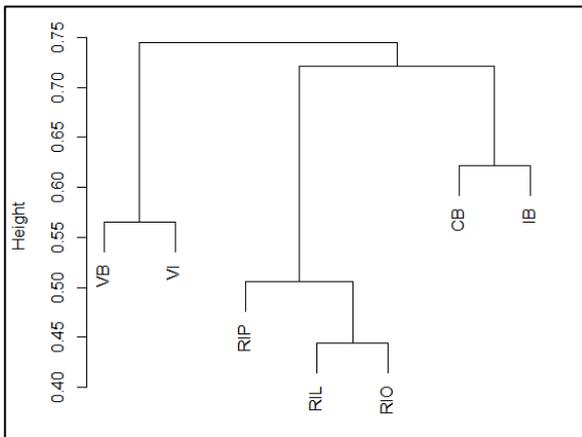


Pr (>F)
0.2471

Annexe 11 : Calculs des indices de Sorensen pour l'année 2015 :

	RIL	RIP	RIO	CB	VB	VI	IB
RIL	0	61	65	43	32	32	41
RIP	0,86	0	60	41	28	31	35
RIO	0,89	0,86	0	44	31	32	39
CB	0,77	0,73	0,77	0	32	36	42
VB	0,71	0,67	0,71	0,74	0	33	26
VI	0,69	0,69	0,70	0,77	0,82	0	27
IB	0,75	0,69	0,74	0,78	0,69	0,69	0

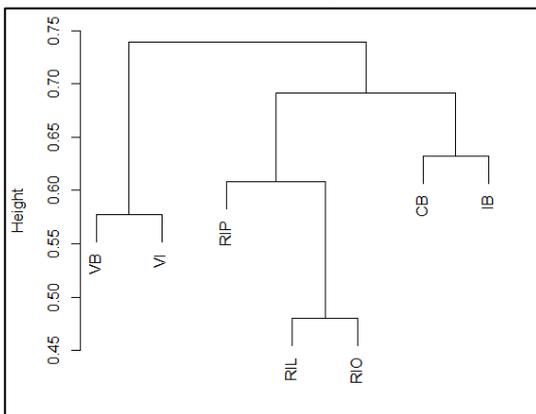
Annexe 11 bis : Dendrogramme de l'année 2015 :



Annexe 12 : Calculs des indices de Sorensen pour l'année 2014 :

	RIL	RIP	RIO	CB	VB	VI	IB
RIL	0	49	54	51	36	31	31
RIP	0,86	0	50	48	37	30	34
RIO	0,91	0,87	0	51	35	29	30
CB	0,84	0,81	0,84	0	39	31	38
VB	0,81	0,80	0,78	0,78	0	32	32
VI	0,77	0,76	0,75	0,73	0,85	0	28
IB	0,73	0,77	0,72	0,78	0,80	0,77	0

Annexe 12 bis : Dendrogramme de l'année 2014 :



Annexe 13 : Indicateur : valeur pollinisatrice :

Calcul Valeur pollinisatrice

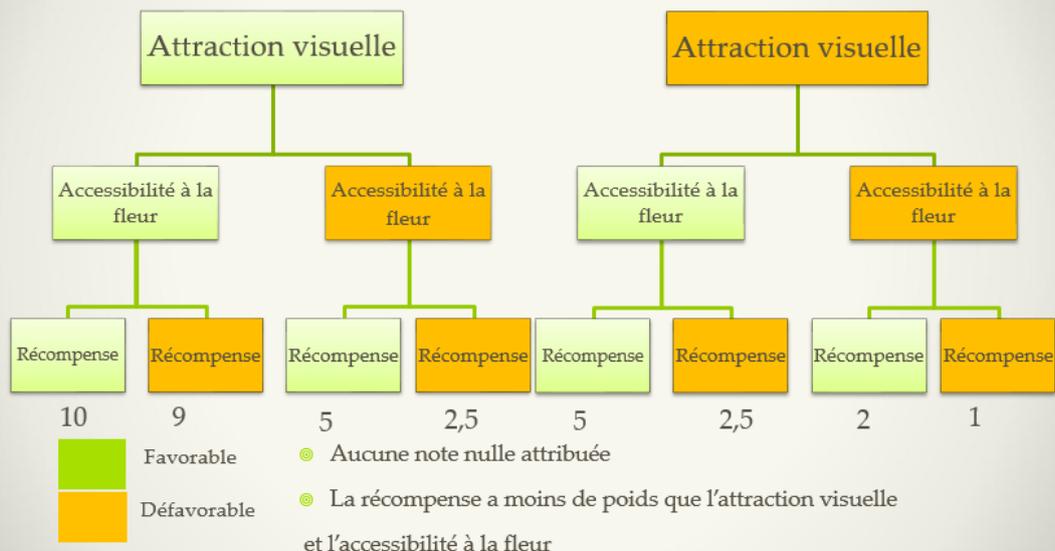
- Attraction visuelle
 - Taille de la fleur (fleur ou inflorescence)
 - Couleur (abeille et bourdon : bleue)
 - Reflet U.V (coquelicot)

- Accessibilité
 - Famille botanique (graminée pas de nectar)
 - Forme de la corolle (accès à la ressource)
 - Symétrie de la fleur (vitesse de visite des fleur)

- Récompense
 - Quantité de nectar (NRJ)
 - Qualité de nectar
 - Quantité de pollen (protéine)
 - Qualité de pollen

2

Arbre global



Résumé du stage :

En 1992, la conférence de Rio confère une définition de la biodiversité et encourage sa conservation et sa promotion au sein des agrosystèmes. Dans ce contexte, des systèmes innovants expérimentaux se développent évaluant le niveau de diversité biologique, notamment floristique. L'équipe « Agriculture Durable » de l'UMR LAE INRA-Université de Lorraine Nancy-Colmar localisée sur le centre INRA de Colmar, effectue ces évaluations, dans le cadre du projet PEPSVI en Alsace, se consacrant aux systèmes viticoles. Des analyses ont été réalisées entre 2014 et 2016 sur une série de relevés floristiques à l'aide de différentes méthodes dont la présence-absence, sur un réseau de onze parcelles alsaciennes gérées à l'aide de systèmes et modalités différentes. Ces analyses ont permis de caractériser la flore. Les familles de plantes les plus représentées sont les astéracées les fabacées et les poacées dont les deux premières présentent des intérêts de par leurs qualités pollinisatrices. Les hémicryptophytes et les thérophytes sont les types de plantes dominantes. De plus, les plantes à stratégies CR, SR, R et CSR (selon les stratégies de Grime) sont les plus nombreuses. Ces données nous ont permis de déterminer le rôle des pratiques agricoles, telles que la fauche sur la flore observée. Les analyses des richesses spécifiques nous ont permis de déterminer le rôle de l'environnement sur la flore, les parcelles entourées de haies, de végétation dense ou encore de forêt présentent des richesses spécifiques supérieures à des parcelles entourées d'autres parcelles viticoles. Des facteurs environnementaux et anthropiques influençant la flore ont ainsi été déterminés sur le réseau de parcelles expérimentales du projet PEPSVI.

Mots clés : Biodiversité, viticulture, flore, pollinisation.