

Influence du choix de l'entretien du sol sur la biodiversité floristique d'un territoire viticole et interactions avec les abeilles sauvages.



(©Béryle CREPIN)

Commentaire [Ch Rab1]: Mettre l'origine de tes photos, si c'est les tiennes (©Béryle CREPIN)

Stage de mémoire réalisé à la Chambre d'Agriculture d'Alsace – Biopôle de Colmar

Maître de stage : Frédéric SCHWAERZLER (Chambre d'Agriculture)

Suivi de l'étude expérimentale et scientifique : Chantal RABOLIN-MEINRAD (INRA)

Commentaire [Ch Rab2]:

Béryle CREPIN

Master Vigne Vin Terroir 2017-2019

REMERCIEMENTS

LISTE DES ABREVIATIONS

ACP : Analyse des Composantes Principales

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

SNA : Sentinelle Nature Alsace

SOMMAIRE

Remerciements	3
Liste des abréviations	5
Liste des figures	10
Liste des tableaux	12
1. Introduction bibliographique	14
1.1. Préserver la biodiversité, un enjeu pour le monde viticole	14
1.1.1. Intérêts de la biodiversité dans les cultures	14
1.1.2. Le cas particulier des abeilles sauvages	14
1.1.1. La biodiversité : un enjeu sociétal et politique qui impact les pratiques	16
1.2. Stratégies de conduite dans l'inter-rang	16
1.2.1. L'inter-rang en tant que levier technique	16
1.2.2. L'inter-rang comme support pour la biodiversité : l'enherbement	18
• Les intérêts, les limites de l'enherbement et sa gestion	18
• Les différents types de couvert : semé ou spontané ?	20
1.2.1. Influence du choix de gestion du sol sur la flore	22
1.3. Etat des lieux des pratiques du vignoble alsacien	22
1.1. Actions à l'échelle locale : évaluation du projet biodiversité de Ribeauvillé	25
1.2. Objectifs du travail de stage	25
1.2.1. Gestion du sol, couvert fleuri, et pollinisateurs : quelles interactions ?	25
2. Matériels et méthodes	30
2.1. Sélection du parcellaire	30
2.2. Les différentes mesures	30
2.2.1. Relevés floristiques	30
2.2.1. Etude des itinéraires techniques	33
2.2.2. Suivi des pollinisateurs : les abeilles sauvages	33
• Les nichoirs à abeilles	33

3. Résultats et premières interprétations	35
3.1. Caractérisation des parcelles en fonction de la gestion du sol	35
3.2. Richesse floristique sur le bassin versant de Ribeauvillé	37
3.2.1. La flore présente : étude de l'implantation du couvert fleuri	37
• Richesse spécifique	37
• Espèces dominantes	39
• Recouvrement et implantation du couvert fleuri	42
3.2.1. Les familles botaniques présentes sur le bassin versant	45
3.3. Interactions entre choix d'itinéraires technique et la flore	45
3.3.1. Influence de l'enherbement total ou non de la parcelle	45
3.3.2. Composition floristique et niveaux perturbations	45
3.3.1. Composantes des niveaux de perturbation	49
3.1. Les pollinisateurs sur le bassin versant	52
4. Discussions et perspectives	54
4.1. La biodiversité et les pratiques viticoles	54
4.1.1. Diversité floristiques et entretien du sol	54
4.1.2. Les pollinisateurs et le couvert fleuri	61
4.2. Les pratiques et l'implantation du couvert fleuri : préconisations	61
4.3. Trouver le bon compromis entre intérêts agronomiques et intérêts pour la biodiversité....	63
4.3.1. Poursuite de l'étude du couvert	63
4.3.2. Mise en place d'une étude agronomique.....	63
4.3.3. Recherche du mélange idéal.....	65
• Conclusions des observations	65
• Recherche des espèces potentiellement intéressantes : valeur pollinisatrice et stratégie de Grime	67
5. Conclusion : premier bilan du projet de Ribeauvillé	71
6. Bibliographie	73
ANNEXES	77

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Diminution des quantités de pesticides achetées (source : Ministère de l'environnement chiffres 2014).....	15
Figure 2: Evolution des surfaces bio (chiffres 2017) (source : Agence bio, chiffres 2018)	15
Figure 3: Schéma de présentation du principe de corridors végétatifs (source : personnelle ©Béryle CREPIN)	15
Figure 4: Usage du désherbage chimique dans les vignobles en 2010 (source : Agreste Alsace - 2010)	17
Figure 5: Enherbement du vignoble alsacien en 2010 (source : Agreste Alsace - 2010)	21
Figure 6: Localisation de Ribeauvillé (Haut-Rhin-Alsace) (source : GoogleMaps)	23
Figure 7: Photos des couverts fleuris de l'entreprise Nungesser sur le ban viticole de Ribeauvillé (source : personnelle ©Béryle CREPIN)	24
Figure 8: Cartographie des parcelles semées en 2017 et 2018 sur le ban viticole de Ribeauvillé (source : Chambre d'Agriculture d'Alsace)	29
Figure 9: Schéma de la localisation des parcelles de l'étude sur le bassin versant de Ribeauvillé (source : personnelle ©Béryle CREPIN)	29
Figure 10 : Schéma des relevés floristiques (source : personnelle ©Béryle CREPIN)	29
Figure 11: Installation des nichoirs à abeilles sauvages au sein des parcelles (source : personnelle ©Béryle CREPIN)	31
Figure 12: Comparaison de la richesse spécifique moyenne dans les parcelles semées et témoins en 2018 (source : personnelle ©Béryle CREPIN).....	36
Figure 13: Comparaison de la richesse spécifique moyenne dans les parcelles semées et témoins en 2019 (source : personnelle ©Béryle CREPIN).....	36
Figure 14 : Expression de la flore du mélange dans les parcelles semées en 2019 (sur un total de 23 espèces) (source : personnelle ©Béryle CREPIN)	36
Figure 15: Sélection des 30 premières espèces dominantes en fonction de leur taux de recouvrement moyen en 2019 - Expression en second axe de l'occurrence de chaque espèce sur l'ensemble des relevés (source : personnelle ©Béryle CREPIN)	38
Figure 16: Sélection des 30 premières parcelles dominantes en fonction de leur occurrence sur l'ensemble des relevés en 2019 et en second axe le taux de recouvrement moyen par relevé (source : personnelle ©Béryle CREPIN).....	39
Figure 17: Evolution du taux de recouvrement des parcelles semées entre 2018 et 2019 (source : personnelle ©Béryle CREPIN).....	41
Figure 18: Evolution de la composition des parcelles semées entre 2018 et 2019 en fonction du taux de recouvrement moyen de chaque espèce (source : personnelle ©Béryle CREPIN).....	41

Figure 19: Comparaison du taux de recouvrement des parcelles semées et témoins en 2019 (source : personnelle ©Béryle CREPIN).....	41
Figure 20: Familles dominantes en 2019 selon leur taux de recouvrement moyen par relevé, en second axe le nombre d'espèces représentées par famille (source : personnelle).....	44
Figure 21: Proportion des principales familles dans les parcelles semées et témoins en 2019 (source : personnelle)	44
Figure 22: Comparaison de la richesse floristique en fonction de l'enherbement des parcelles (enherbement en plein et enherbement 1 rang sur 2), à gauche les résultats de 2018 et à droite 2019 (source : personnelle ©Béryle CREPIN)	46
Figure 23: Résultat de l'ACP 1, représentant la projection des 49 principales espèces présentes en 2019 (source : personnelle ©Béryle CREPIN).....	49
Figure 24: Projection et regroupement des différentes parcelles à l'essai en 2019 en fonction de leur composition floristique et de leur niveau de perturbation (source : personnelle ©Béryle CREPIN)	51
Figure 25: Méthode de relevé des nichoirs : observations et notations des opercules (source : personnelle ©Béryle CREPIN).....	51
Figure 26: Abondance de tubes occupés sur le bassin versant (à gauche les parcelles les plus proches de la forêt, à droite les parcelles les plus proches de la ville) (source : personnelle ©Béryle CREPIN)	53
Figure 27: graphique avec données météo du mois d'avril et mai	60
Figure 28: Evolution du taux de recouvrement des parcelles semées au cours des relevés en 2019 (source : personnelle ©Béryle CREPIN)	64

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Liste des espèces présentes dans le couvert fleuri (composition faite avec l'entreprise Nungesser en collaboration avec l'INRA de Colmar) (source : INRA Colmar)	26
Tableau 2: Informations générales sur les parcelles étudiées (source : personnelle) Erreur ! Signet non défini.	
Tableau 3: Classement des parcelles étudiées en fonction du niveau de perturbation apporté au sol selon le choix des itinéraires techniques en 2019 (source : personnelle).....	34
Tableau 4: Tableau bilan des itinéraires techniques choisis pour l'entretien du sol en 2019 (source : personnelle)	34
Tableau 5: Valeur pollinisatrice de différentes espèces florales, exprimés sur une échelle comprise entre 0 (faible) et 10 (forte) pour trois groupes de pollinisateurs (d'après Ricou et Al, 2014) (source : Bureau, 2016)	Erreur ! Signet non défini.

Tableau 6: Bilan des espèces à adapter pour la composition du mélange du couvert fleuri (source :
personnelle)**Erreur ! Signet non défini.**

1. INTRODUCTION BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. Préserver la biodiversité, un enjeu pour le monde viticole

1.1.1. Intérêts de la biodiversité dans les cultures

Une des principales questions qui se pose aujourd'hui dans le monde agricole est, comment continuer à assurer la production nécessaire, tout en étant plus respectueux de l'environnement ? En effet, le constat est que l'agriculture occupe la majorité du territoire français, et s'intensifie à travers les continents pour répondre à la demande alimentaire mondiale grandissante. Cela n'est pas sans conséquence sur l'environnement et les écosystèmes, qui se dégradent (Stoate et al. 2009). Or, le bon fonctionnement d'un agrosystème¹ repose sur sa richesse faunistique et floristique (Altieri 1999). Il semble donc primordial de protéger et favoriser la biodiversité afin d'avoir un système de production qui fonctionne de manière optimale.

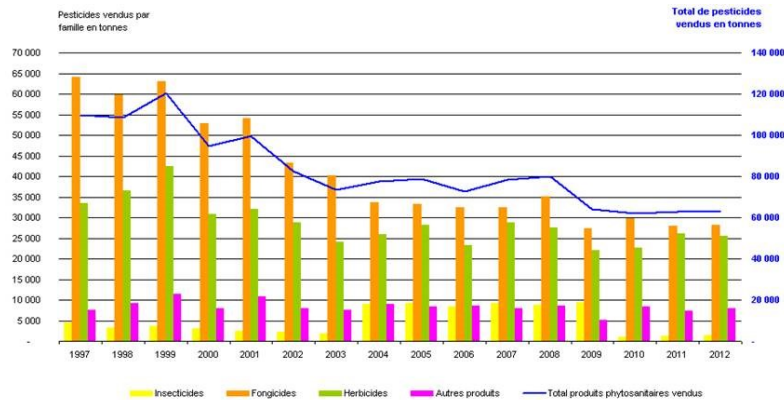
Les bienfaits de la biodiversité dans les cultures sont de plus en plus reconnus. La biodiversité fonctionnelle se distingue comme étant la biodiversité utile à la production, sur le plan économique, agronomique et écologique (Mardiné 2014), (Altieri 1999). Parmi cette biodiversité fonctionnelle peut être dégagée la faune auxiliaire. Cette catégorie de faune est composée des ennemis naturels des ravageurs des cultures (qui constituent alors une réelle alternative aux insecticides), ainsi que des pollinisateurs, souvent indispensables à la reproduction de nombreux végétaux (Sentenac 2011).

1.1.2. Le cas particulier des abeilles sauvages

Les abeilles, de par leur action de pollinisation, sont de précieuses amies des cultures. Selon l'INRA, « 80% des cultures dans le monde dépendent directement des pollinisateurs qui sont à plus de 90% des abeilles domestiques et sauvages ». Ainsi, au-delà de leur importance dans les écosystèmes, la préservation des populations d'abeilles semble un point important d'un point de vue agronomique, mais aussi économique. En viticulture, bien que la vigne ne nécessite pas d'être pollinisée pour la production de fruit, les abeilles sauvages permettent la reproduction d'une bonne partie des éléments constituant le tapis végétal à la surface du sol (Tasei, 1996).

De nombreuses familles et espèces d'abeilles coexistent, présentant chacune des caractéristiques biologiques très différentes. Par exemple, certaines abeilles sauvages solitaires vont nidifier dans le sol, tandis que d'autres vont préférer les cavités naturelles (vieux bois, vieux murs). Aussi, les périodes de vols vont être très variables, avec des espèces plutôt printanières, d'autres estivales. Il semble donc important de pouvoir offrir un pool alimentaire varié et dense tout au long de l'année, afin de répondre au besoin de l'ensemble des pollinisateurs et favoriser ainsi leur cohabitation avec les activités anthropiques.

¹ Agrosystème : écosystème formé par l'agriculture, sous l'influence anthropique constante



Champ : France métropolitaine

Sources : SSP - UIPP Traitements : SOeS, 2014

Source: Ministère de l'Environnement

Figure 1: Diminution des quantités de pesticides achetées (source : Ministère de l'environnement chiffres 2014)

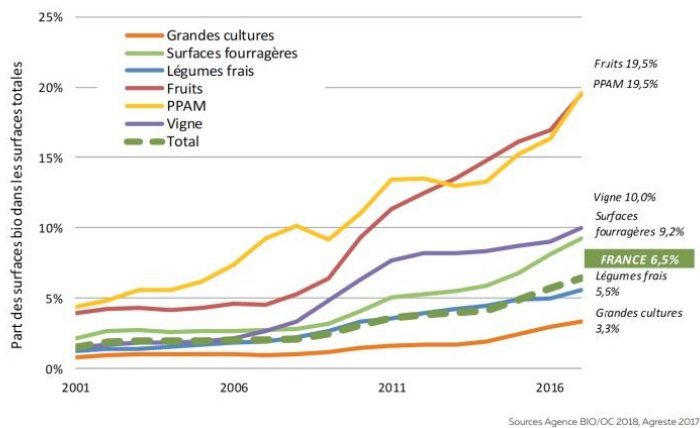
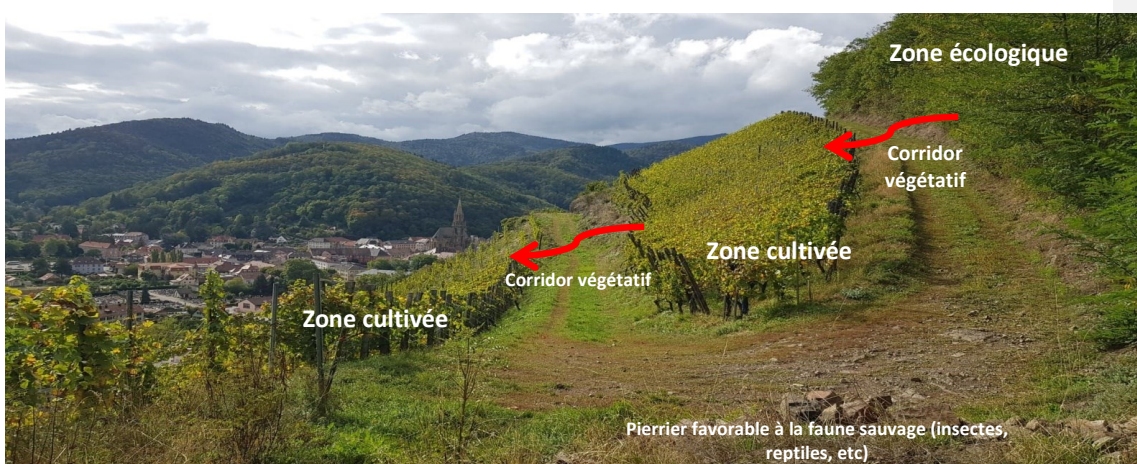


Figure 2: Evolution des surfaces bio (chiffres 2017) (source : Agence bio, chiffres 2018)



Zone de transit de la faune entre la zone écologique et la zone cultivée – L'enherbement des parcelles et des chemins forme un corridor végétatif qui favorise le transit de la faune entre les différents milieux

Figure 3: Schéma de présentation du principe de corridors végétatifs (source : personne ©Béryle CREPIN)

En effet, l'anthropisation des milieux, et plus particulièrement l'usage des pesticides est souvent mentionné comme étant la principale cause du déclin des populations d'abeilles (Tasei, 1996), (Vaissière, 2005) ; soit par leur effet direct, soit indirect (Effets Non Intentionnels).

1.1.1. La biodiversité : un enjeu sociétal et politique qui impact les pratiques

Au-delà des intérêts agronomiques et économiques, la préservation de la biodiversité représente donc un grand enjeu sociétal (Aubertin et al 1998). Les mentalités évoluent, et la société se tourne aujourd'hui vers des produits « plus bio », « plus écolo ». Face à la pression sociétale, la protection de l'environnement est devenu un sujet qui s'impose au cœur de nombreux débats politiques, et cela se traduit à travers l'émergence de nombreux plans ou projets (Grenelle de l'environnement, plan Ecophyto I et II, BioDiVine, etc), et se concrétise dans les pratiques viticoles.

En effet, les pratiques culturales ont évolué et des efforts sont notables (Rochard 2017) : diminution de la quantité de pesticides appliquée (figure 1), hausse de la culture raisonnée et bio (figure 2), développement d'outils pour gérer les adventices dans les inter-rangs et sous le rang, études environnementales, etc.

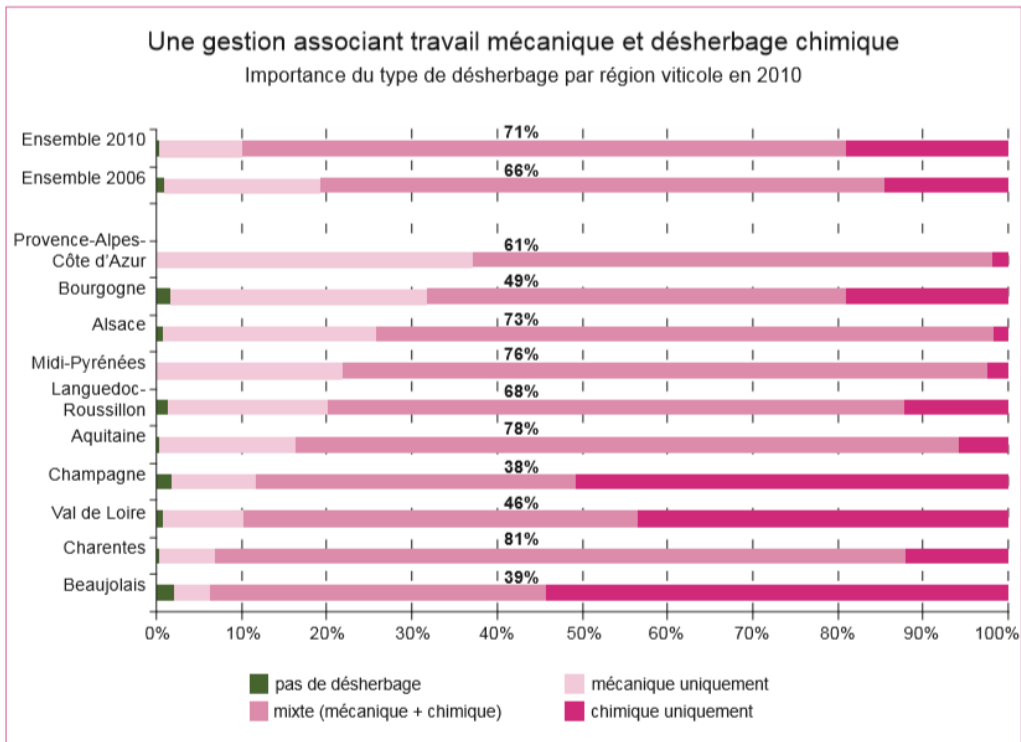
Pour aller encore plus loin dans l'amélioration de la culture vis à vis de la biodiversité, certains aménagements sont mis en place, au niveau intra et extra-parcellaire. En effet, afin de faciliter la réintroduction de la faune auxiliaire dans les parcelles, il est important de pouvoir lui offrir de la nourriture et des zones de refuges afin qu'elle puisse s'y abriter. Pour ne citer que quelques exemples, des nichoirs peuvent être placés dans les arbres et haies aux abords des parcelles afin d'inciter la nidification des mésanges. En plus de façonner le paysage viticole, les murs en pierres sèches, ou simples pierriers constituent un abri pour les reptiles, amphibiens, les huppes facies et de nombreux insectes.

Puis, il est important de comprendre la notion de « corridor végétatif » (figure 3). Les corridors végétatifs ont pour rôle de former une zone de « transit », de « passage », entre deux milieux d'intérêt (ici la parcelle et ses abords). Les zones arbustives, ou les enherbements peuvent jouer ce rôle, en plus d'être des zones de refuges pour la faune et une source de richesse floristique (Deguine et Ferron 2006).

1.2. **Stratégies de conduite dans l'inter-rang**

1.2.1. L'inter-rang en tant que levier technique

La culture de la vigne présente plusieurs avantages afin d'établir des dispositifs favorables à la biodiversité (Sentenac et Institut Français de la vigne et du vin 2011). Tout d'abord, il s'agit d'une culture pérenne, il est donc possible de mettre en place des pratiques durables dans le temps, et voir



Sources : Agreste Alsace - Enquête « Pratiques phytosanitaires en viticulture 2010 »

Figure 4: Usage du désherbage chimique dans les vignobles en 2010 (source : Agreste Alsace - 2010)

les réels impacts de ces choix sur l'agrosystème (sur la culture d'une part, et sur la biodiversité d'autre part). Ensuite, la conduite en rangs permet de mettre en place différentes stratégies de gestion dans l'inter-rang ; il devient alors un support de gestion des facteurs écologiques (Grignion 2012). Ces choix de stratégie vont varier selon la conduite du domaine, selon la nature du sol, du climat, de la topographie, etc. Il est bien plus difficile de travailler mécaniquement des parcelles qui sont en pente, en comparaison avec des parcelles qui se trouvent dans des situations planes. Aussi, au-delà des paramètres physiques du sol, les précipitations et les teneurs en azote vont fortement influencer la gestion du sol et le nombre de passages de machines dans les rangs. Le manque d'eau engendrera une concurrence de la flore avec la vigne, à l'inverse ; les pluies seront favorables au développement des maladies cryptogamiques et imposeront l'application d'un traitement (PFISTER et al. 2019).

Ainsi, les enjeux de cette gestion des sols sont multiples. Comme cité précédemment, le premier point est de contrôler le développement de la flore spontanée qui pourrait devenir concurrentielle, voire létale pour la vigne. Ensuite, cet entretien vise à préserver une bonne structure des sols, qui assure la portance des engins agricoles, et offre suffisamment de ressources hydriques et minérales pour la croissance de la vigne. Enfin, le maintien d'une bonne activité biologique est nécessaire pour assurer la dégradation de la matière organique et la mise à disposition des éléments minéraux pour la plante.

Il est donc primordial d'adopter une bonne stratégie de gestion du sol adaptée à son parcellaire, car ce choix aura des impacts sur l'ensemble de la culture, mais également des impacts économiques. Souvent, une stratégie mixte est adoptée avec une gestion du cavaillon qui diffère de la gestion de l'inter-rang.

Bien qu'aujourd'hui les herbicides font l'objet de critiques (Bohren et Gfeller 2019), le désherbage chimique est une pratique encore très commune et répandue dans les vignobles (figure 4). De façon contradictoire, la notion de richesse floristique des parcelles suscite un intérêt de plus en plus important. Le glyphosate est le désherbant chimique le plus utilisé aujourd'hui, et va être amené à disparaître dans les années à venir. Cette interdiction d'usage va pousser les vignerons à se tourner vers d'autres types de désherbages (mécanique essentiellement) (Gaviglio, s. d.) ; ou aller vers la gestion d'un enherbement (Gaviglio et Gontier 2013), (Christen 2014).

1.2.2. L'inter-rang comme support pour la biodiversité : l'enherbement

• Les intérêts, les limites de l'enherbement et sa gestion

L'inter-rang peut également être vu comme un support pour la richesse floristique (Grignion 2012). L'enherbement de l'inter-rang est une pratique courante, fortement étudiée, qui se développe de plus en plus à travers les vignobles. Le couvert végétal peut-être mis en place sur l'ensemble des rangs,

ou plus couramment 1 rang sur 2, avec le second rang géré mécaniquement (labours, fauches, broyage, etc), ou désherbé chimiquement. Cette stratégie mixte permet entre autres de limiter la concurrence hydrominérale entre les adventices et la vigne, tout en maintenant une couverture du sol.

Le maintien d'une couverture au sol présente plusieurs avantages agronomiques (Thomas et Archambeaud 2013), (Parveaud et al. 2016), (Delabays et al 2006) : diminution des phénomènes d'érosion ou de ruissellement, meilleure structure des sols grâce au système racinaire des plantes, amélioration de la portance qui permet le passage des engins agricoles, etc. Ainsi, les intérêts agronomiques des rangs enherbés sont nombreux, mais il y a également des inconvénients : il reste important de savoir contrôler son couvert afin qu'il ne concurrence pas la culture.

En plus des intérêts agronomiques, les bandes enherbées sont un réel atout pour favoriser la biodiversité (Cordeau et Chauvel 2008), et améliorer l'activité biologique des sols.

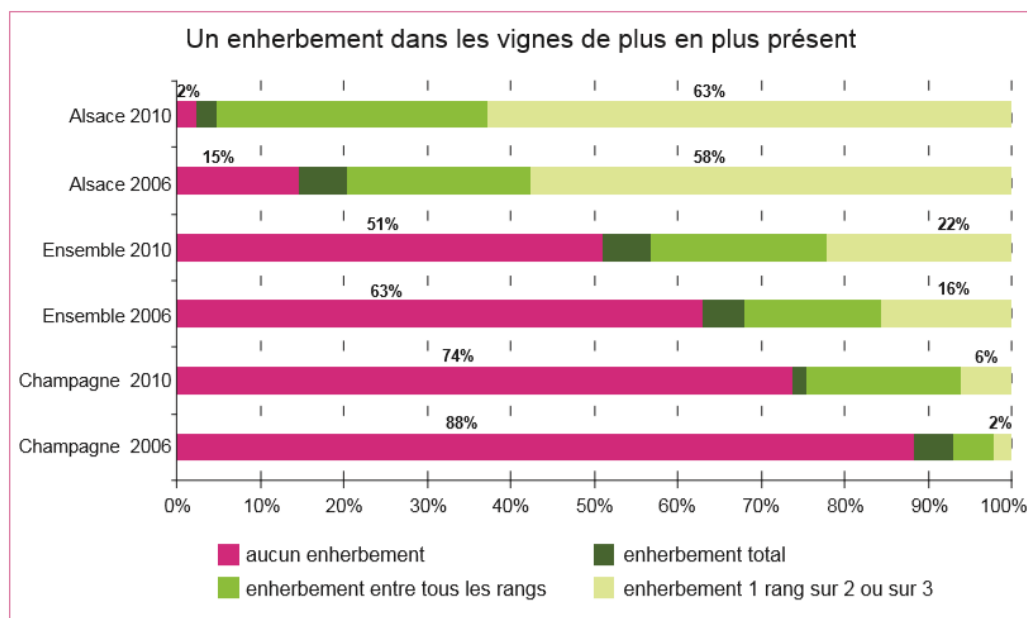
• Les différents types de couvert : semé ou spontané ?

L'enherbement peut être temporaire semé (engrais vert) ou permanent, avec une couverture spontanée ou semée. Le principal intérêt de l'enherbement semé, est de pouvoir choisir les espèces végétales de son couvert, en fonction des propriétés physico-chimiques de la parcelle, et des caractéristiques agronomiques et écologiques recherchées (Comité de Développement du Beaujolais 2005), (Thomas et Archambeaud 2013).

Grâce à leur association symbiotique, les fabacées ont la capacité de fixer l'azote atmosphérique, et peuvent ainsi améliorer la teneur en azote dans les sols. Aussi, l'apport de biomasse important permet d'apporter des sucres simples pour améliorer l'activité biologique et réduire la dépendance aux engrais de synthèse. Les brassicacées seront plus intéressantes dans des sols compacts, puisque leur système racinaire en pivot pourra améliorer la structure et faciliter la pénétration racinaire de la vigne. Elles sont appréciées en association avec les légumineuses puisque se sont des plantes qui produisent beaucoup de biomasse, et ont donc un besoin en azote en conséquence. Enfin, les poacées permettent un bon recyclage des éléments minéraux et sont des pièges à nitrates pendant la période de repos hivernal (Thomas et Archambeaud 2013).

Les trois familles présentées précédemment constituent la grande majorité des couverts semés temporaires. En revanche, la tendance vise aujourd'hui à développer des mélanges plus durables dans le temps, qui demandent moins d'interventions, avec des espèces pérennes, qui présentent des intérêts écologiques forts, en plus des intérêts agronomiques : les couverts fleuris (Pollier 2016), (Le Roux et Varray 2012).

Les couverts fleuris sont des couverts composés d'une grande diversité d'espèces végétales, qui présentent des intérêts écologiques forts, favorables à la biodiversité auxiliaire au sein et aux abords des parcelles.



Sources : Agreste Alsace - Enquête « Pratiques phytosanitaires en viticulture 2010 »

Figure 5: Enherbement du vignoble alsacien en 2010 (source : Agreste Alsace - 2010)

1.2.1. Influence du choix de gestion du sol sur la flore

En plus de l'influence du paysage et de l'environnement (Sauzeau 2010), il est avéré que la stratégie de gestion de sol a un impact direct sur la levée de la flore, et sur les espèces qui émergent (Gabriel et al 2005), (Boisson 2016), (Fried, Chauvel, et Reboud 2008), (Barralis, Cloquemin, et Guérin 1983). La culture de la vigne semble capable d'accueillir une grande richesse floristique. Or, afin de mieux gérer son couvert, il semble important de connaître la flore qui se développe afin d'adapter ses pratiques, dans le but d'optimiser les capacités agronomiques et écologiques des parcelles (INRA 2013).

Des études menées en Suisse en 2004 et 2009 montrent que certaines espèces sont plus fréquentes que d'autres (Clavien et Delabays 2006). Par exemple, le grand plantain, la renouée des oiseaux, le trèfle rampant, ou encore la mauve négligée sont des espèces favorisées par le fauchage, puisque leur appareil végétatif étalé et traçant leur permet d'être peu sensible aux fauches. Une autre étude réalisée en Italie en 2013 prouve que la topographie et la fréquence de tonte sont les deux facteurs les plus influents sur la flore (Nascimbene et al. 2013). Plus les tontes seront fréquentes, plus la richesse floristique sera faible avec une majorité d'espèces en rosettes et rampantes.

En ce qui concerne les recherches alsaciennes, entre 2010 et 2013, l'INRA a lancé plusieurs études afin de comprendre comment l'entretien du sol impacte la flore spontanée. Les résultats vont dans le même sens que les études conduites en Suisse et Italie : le choix de conduite du domaine (en bio ou conventionnel) ne semble pas avoir d'impact direct sur la richesse spécifique. En revanche, la perturbation du sol semble être le facteur le plus impactant : un sol qui sera fortement perturbé (passages régulier des engins, fauches régulières, etc.) aura une richesse spécifique moindre. Il a aussi été montré que les zones travaillées par un griffage ont une richesse floristique plus importante que les zones labourées (INRA 2013).

1.3. **Etat des lieux des pratiques du vignoble alsacien**

Le vignoble alsacien est connu pour sa grande diversité de terroirs, qui offre des sols très différents, allant de la roche volcanique, au sol sableux, en passant par les schistes (Party, Duchaufour, et Thaler 1990). Cette diversité est naturellement favorable à une grande richesse floristique (Grignon 2012).

En ce qui concerne les pratiques viticoles, le vignoble alsacien est le premier vignoble enherbé en France avec la quasi-totalité de son vignoble enherbé (95% de recouvrement permanent) contre 50% en moyenne à l'échelle de la France (figure 5). Au niveau de l'entretien du sol, le schéma « classique » est un itinéraire mixte, avec l'application d'un désherbant chimique sous le cavaillon,

l'enherbement d'un rang sur deux, et le travail mécanique dans le second rang. La tendance aujourd'hui tend à aller



Figure 6: Localisation de Ribeauvillé (Haut-Rhin-Alsace) (source : GoogleMaps)



Figure 7: Photos des couverts fleuris de l'entreprise Nungesser sur le ban viticole de Ribeauvillé (source : personnelle ©Béryle CREPIN)

vers une diminution de l'usage des herbicides sous le rang en faveur du désherbage mécanique (passage des inter-ceps, disques crénelés, disques (ou étoiles) Kress, etc.).

1.1.Actions à l'échelle locale : évaluation du projet biodiversité de Ribeauvillé

Depuis plus de 20 ans, la confusion sexuelle a été mise en place sur le ban viticole de Ribeauvillé (figure 6), et recouvre aujourd'hui 80% du ban viticole, soit 270ha ; ce qui en fait la plus grande superficie confusée dans le vignoble alsacien. Soucieux de la préservation de la biodiversité, le syndicat viticole a ensuite entrepris des démarches avec la ville afin de mettre en place des actions pour favoriser la faune aux abords et au sein des parcelles.

Ainsi, depuis quelques années, la ville de Ribeauvillé est engagée dans une démarche collective avec le syndicat viticole, la Chambre d'agriculture d'Alsace, avec la participation et le support d'instituts (INRA), d'entreprises locales (Carola, Nungesser) et associations environnementales (apiculteurs, SNA, Haies vives d'Alsace, naturalistes,...) afin de valoriser et favoriser la biodiversité sur l'ensemble du ban viticole, et à plus large échelle, sur l'ensemble du territoire. Les enjeux sont multiples : valoriser le patrimoine viticole, favoriser une plus grande biodiversité floristique et faunistique, continuer d'aller vers des pratiques plus respectueuses de l'environnement, avoir une meilleure connaissance de l'écologie, mais aussi améliorer l'image de la viticulture aux yeux de la société.

Ainsi, différentes mesures sont mises en place depuis 2017. D'une part, des infrastructures comme des nichoirs et des potences à rapaces sont installées aux abords des parcelles. L'entretien des murets, l'implantation de haies, de pierriers et de chemins en grilles de gazon s'inscrivent également dans cette démarche favorable à la biodiversité, tout en valorisant le paysage du vignoble. (**Annexe 1 : cartographique des aménagements Ribo projet Biodiv**).

D'autre part, des semis fleuris sélectionnés d'espèces locales (fournis par l'entreprise Nungesser) sont implantés (figure 7). En plus de leur intérêt écologique, ces couverts permettent de répondre à la problématique de la topographie du bassin versant de Ribeauvillé, qui présente souvent des pentes importantes. L'implantation de ce couvert s'est faite en collaboration avec l'INRA, qui a travaillé sur la valeur pollinisatrice des plantes et a ainsi permis de mettre un place un semis à haute valeur pollinisatrice favorable notamment aux abeilles.

Aujourd'hui, plus de 10ha du ban viticole ~~est~~ sont à l'essai avec ce mélange.

1.2. Objectifs du travail de stage

1.2.1. Gestion du sol, couvert fleuri, et pollinisateurs : quelles interactions ?

Tableau 1: Liste des espèces présentes dans le couvert fleuri (composition faite avec l'entreprise Nungesser en collaboration avec l'INRA de Colmar) (source : INRA Colmar)

Espèces présentes dans le mélange	Familles
Achillea millefolium L.	Asteraceae
Allium Schoen.	Liliaceae
Anthemis tinctoria	Asteraceae
Anthyllis vul.	Fabaceae
Calendula arvensis L.	Asteraceae
Centaurea jacea	Asteraceae
Centaurea cyanus L.	Asteraceae
Dianthus	Caryophyllaceae
Galium verum L.	Rubiaceae
Hypochaeris radicata L.	Asteraceae
Leucanthemum vulgare Lam.	Asteraceae
Linum perenne	Linaceae
Lotus corniculatus L.	Fabaceae
Medicago lupulina L.	Fabaceae
Onobrychis viciifolia Scop.	Fabaceae
Papaver rhoeas L.	Papaveraceae
Plantago lanceolata L.	Plantaginaceae
Salvia pratensis L.	Lamiaceae
Sanguisorba minor Scop.	Rosaceae
Silene vulgaris (Moench) Garcke	Caryophyllaceae
Anthoxanthum odoratum	Poaceae
Festuca ovina	Poaceae
Festuca rubra rubra	Poaceae

Comme mentionné dans la partie précédente, au-delà de l'amélioration de la richesse floristique, l'intérêt des couverts semés est de pouvoir le composer soit même son mélange, afin de répondre aux problématiques visées. Ici, le couvert fleuri sélectionné doit répondre à différents points :

- Former une couverture pérenne qui reste en place durant plusieurs années
- Être compatible avec la culture de la vigne (soit peu concurrentiel)
- Présenter des intérêts agronomiques pour la vigne (apports organiques, limiter l'érosion, etc.)
- Permettre le passage des engins agricoles en améliorant la portance
- Contrôler et limiter la levée des autres adventices
- Être favorable à la biodiversité faunistique (en particulier les pollinisateurs)
- Être composé d'espèces locales à hautes valeurs pollinisatrices pour favoriser les pollinisateurs

Le semencier Nungesser est spécialisé dans la production de mélanges à base de fleurs sauvages locales, qui sont certifiées par le label « Végétal Local ». Le mélange sélectionné pour le ban viticole de Ribeauvillé, est une adaptation locale du semis « SEDAMIX Vignoble Fleuri » établi avec l'INRA, qui rassemble de nombreux points cités précédemment. En effet, selon les descriptifs fournis, le semis est composé d'environ 30 espèces de fleurs et graminées sauvages, annuelles, bisannuelles ou vivaces ; ce couvert fleuri a donc une pérennité d'environ 10 ans (tableau 1).

De plus, l'étalement des dates de floraison des différentes espèces permet d'offrir une source alimentaire pour les pollinisateurs et autres auxiliaires sur une large période de l'année. Les espèces ont un système racinaire puissant mais avec un faible développement végétatif, qui nécessite une fauche tardive 1 à 2 fois par an (début juillet), et qui semble peu concurrentiel.

La vigne est une culture capable d'accueillir de nombreuses espèces floristiques, cependant, les études menées ces dernières années en Suisse, Alsace et Italie montrent que les pratiques d'entretien du sol ont un impact direct sur la levée des adventices.

Dans un premier temps, cette **étude** va avoir pour objectif de regarder **la richesse floristique** présente sur le **bassin versant de Ribeauvillé** et de comprendre **l'impact des itinéraires techniques (gestion du sol)** sur la levée de la flore (à la fois sur des **couverts spontanés** et sur les **couverts fleuris semés**).

Ensuite, de nombreuses études ont prouvé l'intérêt des bandes enherbées ou fleuries vis-à-vis de la biodiversité. Ainsi, dans un second temps, l'objectif va être de regarder le réel **intérêt du semis fleuri** pour augmenter la biodiversité floristique sur le ban viticole, et de voir son **impact** sur les populations de **pollinisateurs sauvages** sur le bassin versant de Ribeauvillé.



Figure 8: Cartographie des parcelles semées en 2017 et 2018 sur le ban viticole de Ribeauvillé (source : Chambre d'Agriculture d'Alsace)

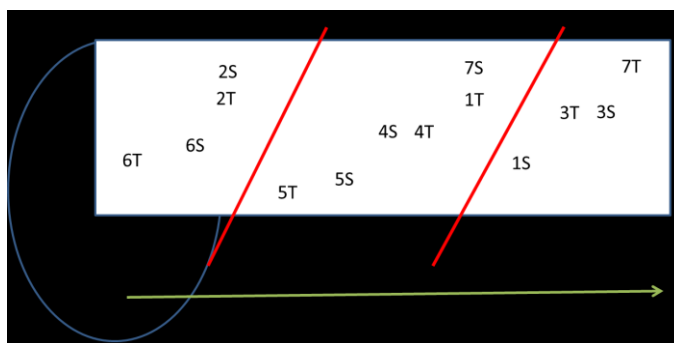


Figure 9: Schéma de la localisation des parcelles de l'étude sur le bassin versant de Ribeauvillé (source : personnelle ©Béryle CREPIN)

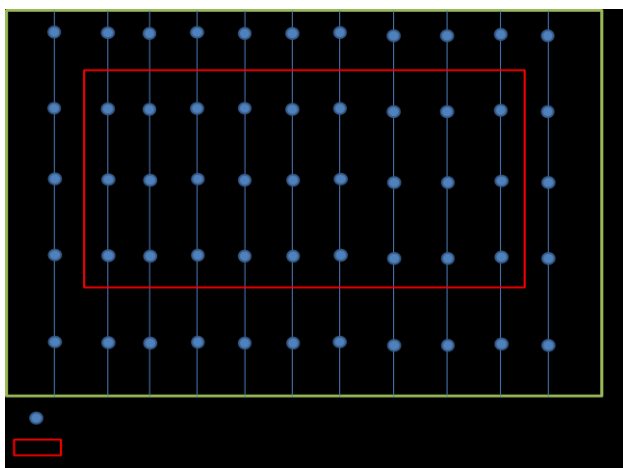


Figure 10 : Schéma des relevés floristiques (source : personnelle ©Béryle CREPIN)

2. MATERIELS ET METHODES

2.1. Sélection du parcellaire

La mise en place de ce projet s'est faite en collaboration avec l'équipe AGISEM du centre INRA de Colmar, qui s'occupe du suivi de l'implantation du couvert et la valeur pollinisatrice des différentes espèces du mélange. Les premiers couverts ont été semés durant l'automne 2017. En 2018, c'est près de 10ha qui sont recouverts avec le semis fleuri sur le ban viticole (figure 8).

Le ban viticole de Ribeauvillé s'étend sur un peu plus de 330 hectares, avec des configurations de parcelle de tout genre, allant de la plaine, jusqu'aux coteaux, en passant par les terrasses. Ainsi, certaines topographies présentent des pentes qui sont favorables aux phénomènes d'érosion ; qui peut être géré grâce à l'enherbement. Cependant, le microclimat local chaud et sec impose une bonne gestion des adventices afin d'éviter une concurrence trop importante avec la culture en place.

L'étude porte sur un réseau de 14 parcelles, qui ont été semé en 2017 avec un mélange 70/30 (70% de fleurs et 30% de graminées) réparties sur le bassin versant (figure 9). Parmi les 14 parcelles, 7 sont semées et 7 autres sont des parcelles témoins, avec une flore spontanée (inter-rang enherbée naturel, en plein ou 1 rang sur 2). Sur la figure 9 est visible la correspondance entre les parcelles. Par exemple, la parcelle 7T correspond à la parcelle témoin de la parcelle 7S ; ces deux parcelles sont conduites de manière identiques. Sur les 14 parcelles, 13 sont travaillées par des vignerons, la quatorzième est une parcelle expérimentale de l'INRA. Contrairement à 2018, seule une parcelle est conduite en culture conventionnelle raisonnée, les autres sont conduites en bio pour le millésime 2019. Pour certaines, la certification est obtenue depuis quelques années, pour d'autres, la conversion est en cours (voir tableau bilan en tableau 2 sur la page suivante).

2.2. Les différentes mesures

2.2.1. Relevés floristiques

Au total, 4 relevés floristiques sont réalisés : le premier en mai (R1), puis en juin (R2), et le troisième en juillet (R3), juste avant fauche. Le relevé 4 ne sera pas pris en compte dans cette étude. Pour chacune des 14 parcelles, un périmètre de 500m² a été délimité en plein cœur de la parcelle, au sein duquel 6 relevés avec des quadrats (50cmx50cm) sont effectués (en figure 10 le schéma des relevés), dont 3 relevés en photos. La surface de 500m² correspond à la surface minimale nécessaire pour pouvoir estimer la richesse spécifique de la parcelle. La richesse spécifique peut-être estimée (à partir des notations visuelles dans les 500m²), ou dans notre cas, calculée, à partir des observations faites sur chaque quadrat.

Tableau 2: Informations générales sur les parcelles de l'étude (source : personnelle ©Béryle CREPIN)

Code parcelle	Conduite	Année de plantation	Cépage	Densité de plantation (nb pieds/ha)	Localisation sur le bassin versant	Sol	semis
1S	1 ^{ère} année conversion bio	2007	Riesling	4800	Forêt	Argileux	2017
1T	1 ^{ère} année conversion bio	1959	Gewurztraminer	4400	Vigne	Argileux	spontané
2S	Raisonnée	1970	Muscat	4700	Ville	Argilo-marneux	2017
2T	Raisonnée		Auxerrois		Ville		spontané
3S	Biodynamie	?	Pinot noir	5000	Forêt	Argilo-calcaire	2017
3T	Biodynamie	?	Pinot noir	5000	Forêt	Argilo-calcaire	spontané
4S	Bio	1996 et 1984	Pinot gris	4525	Vigne	Argileux	2017
4T	Bio	1996 et 1984	Riesling	4525	Vigne	Argileux	spontané
5S	2 ^{ème} année de conversion bio	1974	Gewurztraminer	5200	Vigne	Marno-calcaire	2017
5T	Bio	1993	Pinot gris	4800	Vigne	Marno-calcaire	spontané
6S	Bio		Riesling		Ville		2017
6T	Biodynamie		Riesling	5000	Ville	Argilo-marneux	spontané
7S	Bio	1994	Pinot Gris	4900	Vigne	Argileux	2017
7T	1 ^{ère} année de conversion	2010	Auxerrois	5000	Forêt	Argilo-marneux	spontané



Figure 11: Installation des nichoirs à abeilles sauvages au sein (source : personnelle ©Béryle CREPIN)



des parcelles

Pour les relevés, les quadrats sont placés dans la parcelle de manière à pouvoir évaluer l'effet pente (**voir en annexe 2 avec fiches Chantal**). Parmi les 6 quadrats, 3 sont relevés en temps réel, les 3 autres sont pris en photos et identifiés ultérieurement sur ordinateur. Les quadrats sont toujours placés aux mêmes endroits d'un relevé à l'autre, afin de pouvoir suivre l'évolution de la flore au cours de la saison à un point donné, marqué par un piquet.

2.2.1. Etude des itinéraires techniques

En fin de saison, une enquête est distribuée aux vignerons concernés par l'étude, afin de connaître leur itinéraire technique au cours de la campagne 2019. Les principaux points abordés concernent l'entretien du sol. Les fiches techniques sont présentées en annexe 3. Le calendrier de traitement est volontairement mis à part pour cette étude afin de se concentrer essentiellement sur la gestion du sol.

Les parcelles sont ensuite regroupées en fonction de leurs similarités en ce qui concerne le choix de gestion du sol, et selon leur localité sur le bassin versant.

2.2.2. Suivi des pollinisateurs : les abeilles sauvages

L'objectif va être de regarder l'abondance de pollinisateurs, en particulier des abeilles sauvages, en fonction de différents paramètres :

- Le type d'enherbement
- Les familles botaniques présentes
- La localisation des parcelles sur le bassin versant

• Les nichoirs à abeilles

L'étude va se faire à travers le suivi des abeilles sauvages, et en particulier les osmies. Les osmies ont l'avantage d'être des abeilles relativement communes, qui nichent dans des tiges de bois creux, et vont s'installer volontiers dans les structures telles que les nichoirs. De plus, cette espèce fait partie des premières abeilles à sortir dans l'année, avec une période de nidification qui s'étend de fin mars-début avril à juin. Il est intéressant de noter que cette espèce d'abeille explore une superficie d'environ 100 à 250m autour du nichoir durant la période de nidification (Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie, 2016).

Suivant le protocole OAB (Observatoire Agricole de la Biodiversité), deux nichoirs à abeilles ont été positionnés au bord de chacune des parcelles étudiées, soit au total 28 nichoirs. Ils sont composés de 32 tubes en cartons, d'une longueur de 10 cm et avec une ouverture de 10 mm. Ces tubes sont placés dans une bouteille en plastique, et calés avec du journal afin que la structure reste

stable (figure 11). Les bouteilles doivent ensuite être installées dans les parcelles de manière horizontale, suivant une

Tableau 3: Classement des parcelles étudiées en fonction du niveau de perturbation apporté au sol selon le choix des itinéraires techniques en 2019 (source : personnelle ©Béryle CREPIN)

Groupe 1 - P	Groupe 2 - PP	Groupe 3 - PPP
1T 5T 7S	6T 5S 6S 7T	2T 2S 1S 3S 3T 4S 4T
Aucun travail du sol – seules des fauches sont faites	Travail du sol sous le cavaillon uniquement – le reste est entretenu par des fauches	Désherbage sous le cavaillon et dans un inter-rang sur deux par un labour ou herbicides

Tableau 4: Tableau bilan des itinéraires techniques choisis pour l'entretien du sol en 2019 (source : personnelle ©Béryle CREPIN)

Perturbation	Code parcelle	Richesse spécifique moyenne sur	Cavaillon : travaillé	Cavaillé : dés herbé chimique	Cavaillon : fauché	Enherbement en plein	Enherbé 1/2	Rang 1/2 dés herbé chimique	Rang 1/2 travaillé labour	Rang 1/2 fauché
PPP	4T	8,33	x (1 disque)						x (1 disques)	x (1 fauche semi)
PPP	2T	11,33		x (2)				x (2)		x (2 rolofaca + 1 fauche)
P	1T	12				x				x (1 fauche)
PPP	4S	12,33	x (1 disque)						x (1 disques)	x (1 fauche)
PPP	3T	13,67	x (2 disques)						x (1 disque + 1 rasette)	x (2 broyages)
PP	7T	14,67	x (1 disque + 1 lame)			x				x (1 fauche en plein)
PP	5S	15	x (2 disques)			x				x (2 fauches)
PPP	3S	15,33	x (2 disques)						x (1 disque + 1 rasette)	x (2 broyages)
P	5T	16			x (2 fauches)	x				x (1 fauche + 1 broyage)
PP	6T	16	x (2 disques)			x				x (2 broyages)
P	7S	16			x (1 fauche)	x				x (1 fauche)
PPP	1S	16	x (2 disques + 1 débattage)				x		x (1 disque + 1 vibro)	
PP	6S	18	x (2 Kress)			x				x (1 fauche)
PPP	2S	19,33	x (1 décavaillonnage + 1 disque + 1 rasette)				x		x (2 cover-crop)	x

orientation sud, à une hauteur de 1m, avec un écartement entre les deux nichoirs d'environ 5 mètres (protocole OAB). Dans le cas des parcelles de vignes, les nichoirs ont été positionnés en bout de rang, au niveau du second fil de palissage (hauteur d'environ 1m50) (figure 11).

Les nichoirs ont été posés le 2 mai ; il s'agit d'une date tardive puisque la pose se fait normalement avant les premières sorties en mars. Cependant, les conditions météorologiques fraîches de ce début de saison ont pu être défavorables aux premières sorties, ce qui explique le choix de mettre des nichoirs malgré la période tardive. Les observations se font tous les 15 jours au cours du mois de mai et juin, puis une à deux fois par mois de juillet à septembre.

Pour chaque nichoir, le nombre de trous bouchés en totalité ou partiellement est noté, ainsi que la nature de l'opercule qui bouche le tube (dans notre cas, terre ou herbe mâchée, coton). Ceci permettra d'obtenir l'abondance d'osmies dans chacune des parcelles.

3. RESULTATS ET PREMIERES INTERPRETATIONS

3.1. Caractérisation des parcelles en fonction de la gestion du sol

Une fois l'ensemble des itinéraires techniques recueillis, les parcelles ont été classées en trois groupes en fonction de l'agressivité des travaux et des outils utilisés, vis-à-vis du sol et de la flore. Les trois groupes ont été définis de la manière suivante (avec P représentant le niveau de perturbation) :

Groupe 1 (P) : itinéraires techniques peu agressifs, avec une absence totale du travail du sol, seules des fauches sont appliquées sous le cavaillon et dans les rangs.

Groupe 2 (PP) : itinéraires techniques moyennement agressifs, avec un travail du sol sous le cavaillon possible, mais aucun labour appliqué dans les rangs.

Groupe 3 (PPP) : itinéraires techniques les plus agressifs, avec possibilité d'application(s) de désherbants chimiques sous le rang et dans le rang, puis un travail systématique du sol un inter-rang sur deux.

Les itinéraires techniques des parcelles et leur classement apparaît dans le tableau ci-contre (tableau 3). Sur la saison 2019, seule la parcelle 2T a reçu des désherbants chimiques sous le cavaillon et un rang sur deux. En 2018, les parcelles 1T et 1S avaient également reçu du désherbant chimique sous le cavaillon uniquement, mais se trouvent cette année en conversion bio. L'analyse de la flore sur ces parcelles permettra de pouvoir faire un premier constat de l'évolution de la flore durant les années de conversion bio ou non. Les données des itinéraires techniques sont synthétisées dans le tableau 4.

Dans la plupart des cas, deux schémas d’itinéraires techniques ressortent :

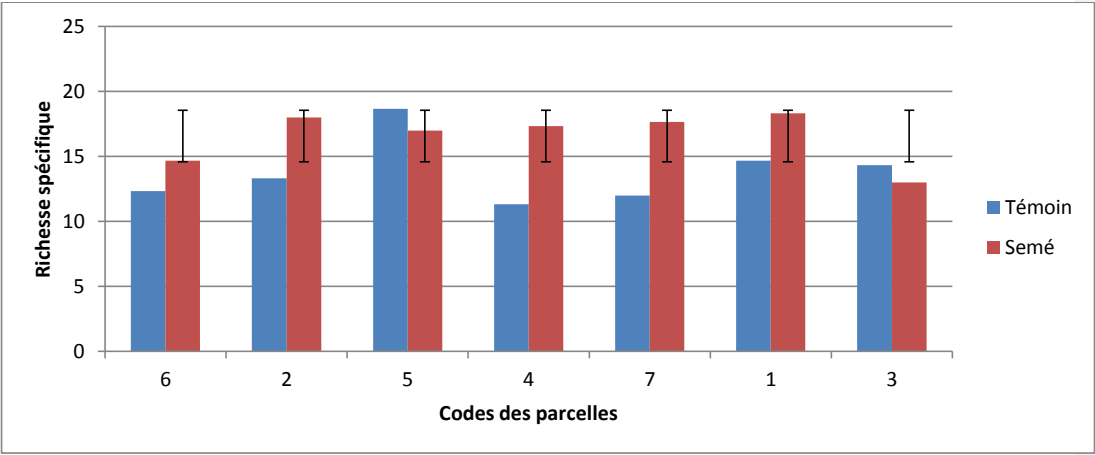


Figure 12: Comparaison de la richesse spécifique moyenne dans les parcelles semées et témoins en 2018 (source : personnelle ©Béryle CREPIN)

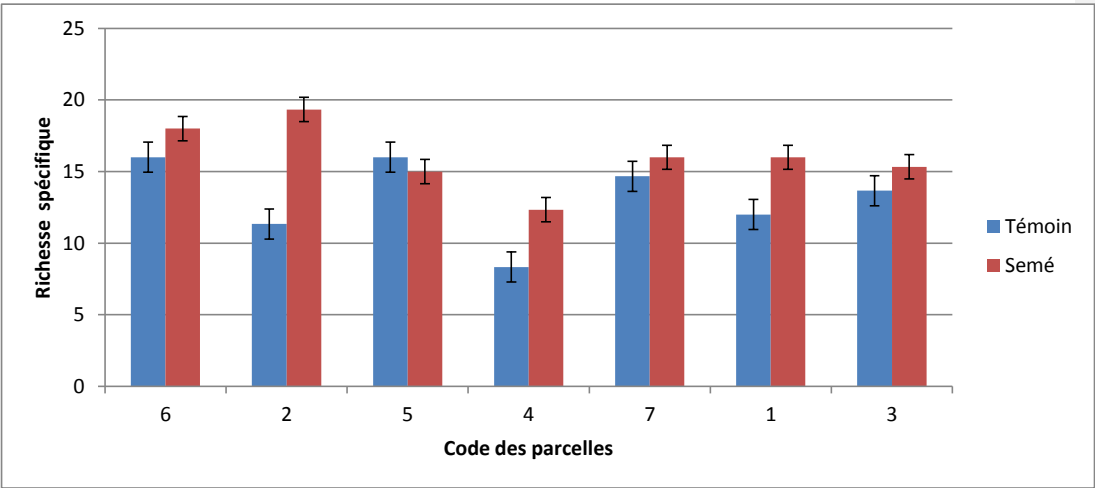


Figure 13: Comparaison de la richesse spécifique moyenne dans les parcelles semées et témoins en 2019 (source : personnelle ©Béryle CREPIN)

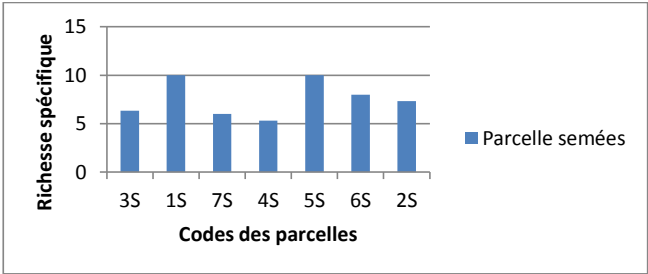


Figure 14 : Expression de la flore du mélange dans les parcelles semées en 2019 (sur un total de 23 espèces) (source : personnelle ©Béryle CREPIN)

• Pour les parcelles enherbées en plein :

- En moyenne 2 passages sous le cavaillon (fauche ou passage des disques) sont effectués. Un premier passage au début du printemps afin de limiter la concurrence de la flore avec la vigne en débourrement, qui forme son chevelu racinaire et qui a besoin de puiser de ressources hydro-minérales facilement accessibles. Un second passage en milieu de saison estivale (juin-juillet) durant la sécheresse afin de limiter la concurrence hydrique.
- Une à deux fauches dans les rangs sont effectués au cours de la saison.

• Pour les parcelles enherbées un rang sur deux :

- Comme pour les premiers itinéraires techniques, 2 passages sous le cavaillon (disques et/ou décavaillonneuse) sont faits.
- Un à deux passages dans le rang travaillé pour contrôler la pousser des adventices, avec les disques ou rasettes dans la plupart des cas.

3.2. Richesse floristique sur le bassin versant de Ribeauvillé

3.2.1. La flore présente : étude de l'implantation du couvert fleuri

Les données ont été analysées sur 2018 et 2019 afin de consolider les observations. Cependant, il faudra noter que pour des raisons pratiques, seuls 3 quadrats sur les 6 au total, pour chaque relevé et chaque parcelle ont été retenus. Au total, ce sont donc 252 quadrats qui ont été analysés (soit 126 pour 2018 et 126 pour 2019), au lieu de 504 potentiellement ; ce qui engendre une perte de données en ce qui concerne la richesse spécifique.

• Richesse spécifique

En 2018 la richesse spécifique s'élève à un total de 115 espèces sur l'ensemble du réseau parcellaire étudié, contre 96 en 2019. Cette diminution peut s'expliquer par le fait que les conditions climatiques en début de saison étaient peu propices au développement correct de la flore (températures faibles et pluies).

Sur les 24 espèces du mélange fleuri, 20 sont présentes sur les parcelles semées en 2019, ce qui représente 20.8% de la richesse spécifique totale de l'année 2019.

Que ce soit en 2018 ou 2019, la richesse spécifique moyenne par parcelle est statistiquement plus élevée dans les parcelles semées que dans les parcelles témoins (p -value = 0.03 en 2018 et 0.02 en 2019) (figures 13 et 14). En 2019, en moyenne, la richesse spécifique d'une parcelle semée est de 16 contre 13 pour une parcelle avec un enherbement spontané. Ainsi, le semis fleuri augmente la

biodiversité floristique au sein des parcelles, ce qui était l'un des objectifs premier de l'implantation de ce couvert végétal.

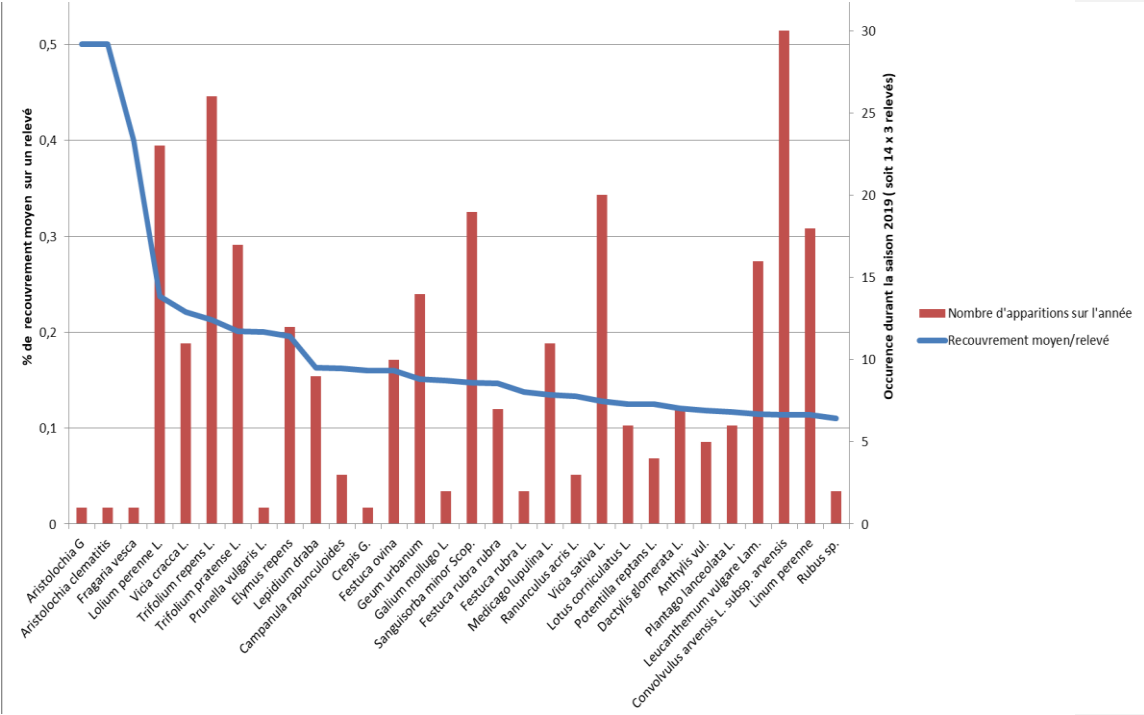


Figure 15: Sélection des 30 premières espèces dominantes en fonction de leur taux de recouvrement moyen en 2019 - Expression en second axe de l'occurrence de chaque espèce sur l'ensemble des relevés (source : personnelle ©Béryle CREPIN)

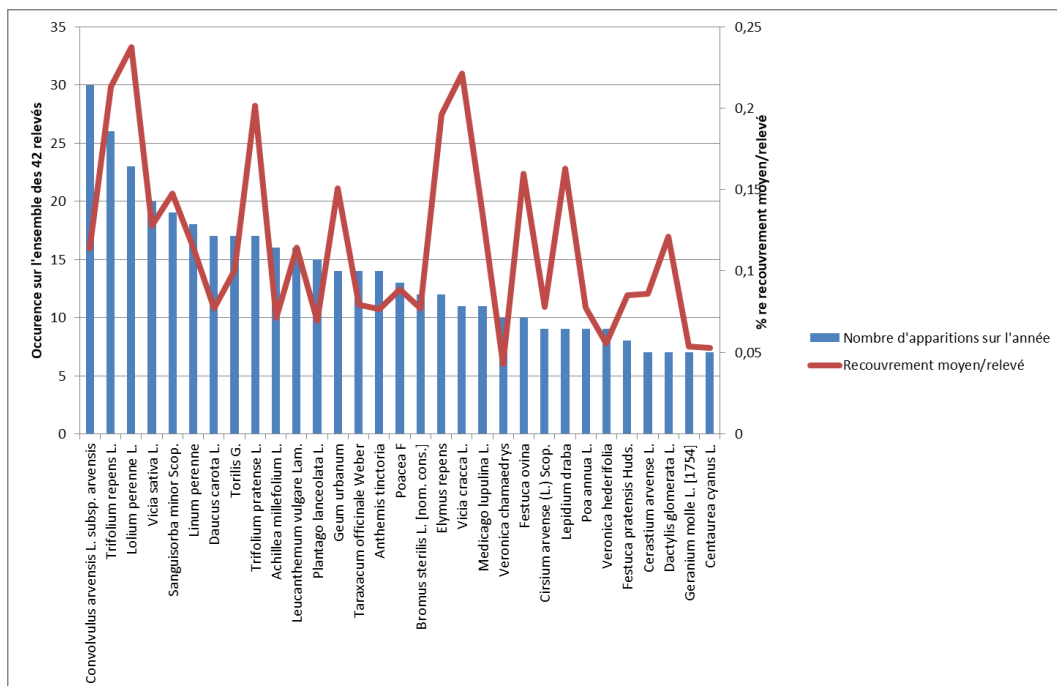


Figure 16: Sélection des 30 premières parcelles dominantes en fonction de leur occurrence sur l'ensemble des relevés en 2019 et en second axe le taux de recouvrement moyen par relevé (source : personnel ©Béryle CREPIN)

En termes de situation géographique, il n'y a pas de différence significative de richesse spécifique en fonction de la localisation sur le bassin versant. En revanche, lors des relevés, il a été constaté que des espèces plutôt forestières peuvent être retrouvées dans les rangs pour les parcelles proches de la forêt, en haut du bassin versant. Il s'agit notamment du *fraisier des bois* (*Fragaria vesca*), retrouvé uniquement sur une parcelle témoin proche des bois, et de la *benoîte* (*Geum urbanum*), visible également sur deux parcelles témoins d'un même propriétaire ; la première parcelle se trouvant proche des bois, et la seconde proche de la ville. L'explication probable peut être le transport des semences par les engins agricoles.

Plus particulièrement concernant les parcelles semées, l'expression de la flore peut être très différente d'une parcelle à une autre. Sur la figure 14 est présenté le nombre d'espèces du mélange qui se sont exprimées au cours de l'année par parcelle. Ce sont les parcelles 1S et 5S qui présentent la meilleure expression du couvert et à l'inverse les parcelles 4S, 7S et 3S qui présentent les moins bons résultats.

• Espèces dominantes

Les espèces dominantes en 2019 ont été déterminées en fonction du taux de recouvrement moyen par relevé (ce qui peut correspondre ici à l'intensité), et en fonction de leur fréquence d'apparition

tout au long de la saison sur le bassin versant. Pour cette analyse, l'ensemble des parcelles est pris en considération, il n'y a pas de distinction faite entre les parcelles semées et les parcelles témoins.

Ainsi, sur le graphique en figure 15 a été déterminé les espèces dominantes en fonction de leur taux de recouvrement, avec mise en parallèle leur occurrence (ou fréquence). Cette étude permet de dégager le caractère dominant de certaines espèces, comme l'aristoloche (*Aristolochia climatitis*), le fraisier des bois (*Fragaria vesca*) ou dans une moindre mesure la brunelle commune (*Prunella vulgaris*), qui sont présentes une fois seulement au cours de la saison, mais avec un taux de recouvrement moyen élevé (allant de 20% à 50%). **En effet, une étude faite en... montre qu'une plante peut être qualifiée comme étant dominante si elle présente un taux de recouvrement supérieur à 20% (ref biblio).** Ainsi, le ray-grass, le chiendent officinal, la vesce ainsi que le trèfle peuvent présenter également ce caractère dominant, visible essentiellement sur les parcelles témoins. La fétuque ovine (*Festuca ovina*), la sangisorbe (*Sanguisorba minor*), la fétuque rouge (*Festuca rubra rubra*), la luzerne lupuline (*Medicago lupulina*) présentent également des taux de recouvrement intéressants (supérieur à 13%) qui prouvent leur bonne implantation sur le ban viticole.

Sur le second en figure 16, cette fois les espèces dominantes ont été déterminées en fonction de leur occurrence, avec mis en parallèle le taux de recouvrement moyen par relevé. Le liseron des champs arrive en tête, avec une occurrence de 30 sur 42 relevés, avec un taux de recouvrement moyen de

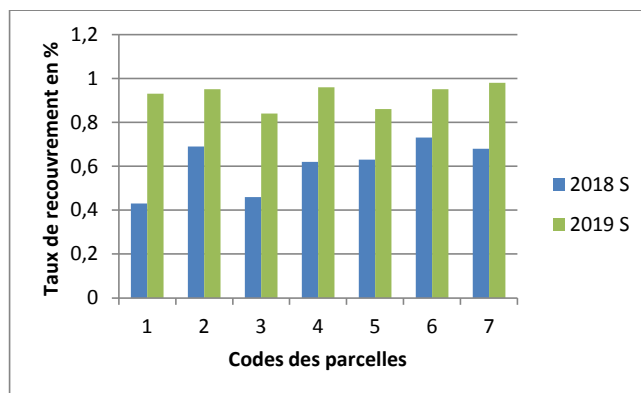


Figure 17: Evolution du taux de recouvrement des parcelles semées entre 2018 et 2019 (source : personnelle ©Béryle CREPIN)

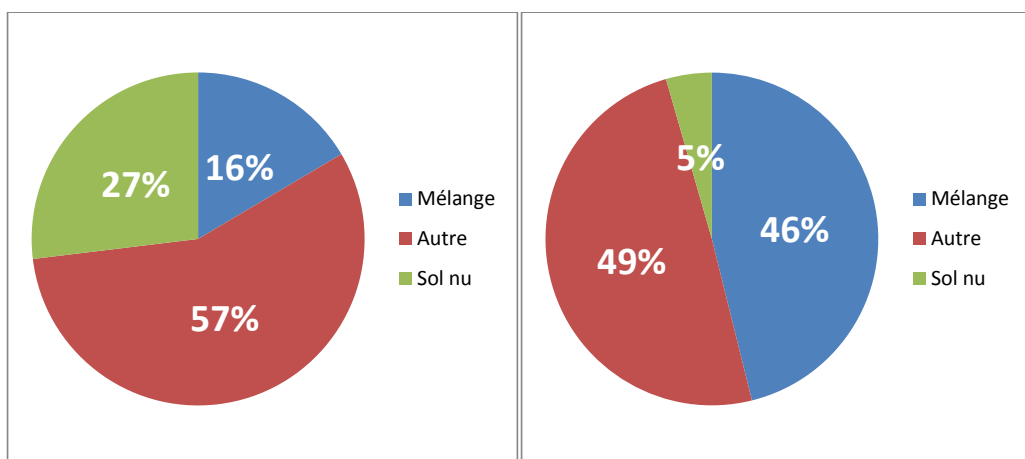


Figure 18: Evolution de la composition des parcelles semées entre 2018 et 2019 en fonction du taux de recouvrement moyen de chaque espèce (source : personnelle ©Béryle CREPIN)

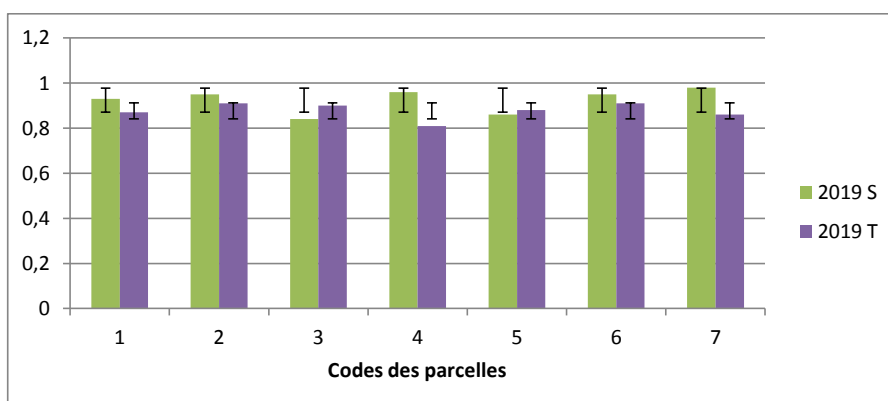


Figure 19: Comparaison du taux de recouvrement des parcelles semées et témoins en 2019 (source : personnelle ©Béryle CREPIN)

16%. Le liseron des champs (*Convolvulus arvensis*) est une plante vivace, qui s'implante très aisément dans les parcelles de vigne. Il s'agit d'une espèce qui peut devenir rapidement envahissante si elle se trouve dans des conditions de développement favorable (bonnes réserves hydro-minérales, ensoleillement, et absence de concurrence). Même dans un couvert végétal dense et diversifié, elle pourra prendre rapidement le dessus sur les autres adventices présentes : sa tige volubile lui permet d'aller chercher la lumière au-dessus du couvert végétatif. Aussi, de par son enracinement profond (environ 2m) et friable, cette plante est peu ou pas sensible au désherbage chimique, et le désherbage mécanique peut au contraire être favorable à son extension en dispersant des morceaux de racines (Clavien et Delabays 2006). Ainsi, l'ensemble de ces caractéristiques peut expliquer la présence dominante de cette plante quel que soit le type de couvert et de choix d'entretien du sol. En revanche, son plus faible taux de recouvrement dans les parcelles semées par rapport aux parcelles témoins peut laisser supposer que l'implantation du couvert fleuri est défavorable à son développement. Le trèfle, la vesce, le ray-grass se retrouvent également dans les espèces en tête, ce qui confirme qu'elles sont des espèces dominantes sur l'ensemble des relevés 2019. En ce qui concerne les espèces du mélange, sur les 21 relevés faits sur les 7 parcelles semées, *Sanguisorba minor*, *Linum perenne*, *Achillea millefolium*, *leucantemum vulgare*, et *Plantago lanceolata* sont présents sur plus de 70% des relevés (soit une occurrence supérieure ou égale à 15 sur 21).

• Recouvrement et implantation du couvert fleuri

Etudier le taux de recouvrement du sol va constituer un indicateur pour suivre l'implantation du couvert fleuri. Statistiquement le recouvrement végétal des parcelles semées en 2019 est plus élevé qu'en 2018 (Student, p-value = 0.0007). En 2018, le taux de recouvrement moyen d'une parcelle semée était de 61%, tandis qu'en 2019 il est à 92%, soit une hausse de 31% entre les deux années. Le graphique en figure 17 montre cette évolution.

En 2019, dans les parcelles semées, les espèces du mélange représentent 46% du taux de recouvrement total, tandis qu'en 2018 elles ne représentent que 16%. En ce qui concerne les autres espèces, la tendance est inverse avec une baisse de 8% de recouvrement entre 2018 et 2019, comme visible sur le graphique en figure 18. Ces résultats montrent qu'il y a une bonne implantation du couvert fleuri qui vient probablement faire concurrence aux espèces locales spontanées.

Ensuite, en 2019, il n'y a pas de différence significative de recouvrement entre les parcelles semées et les parcelles témoins. Le graphique ci-contre (figure 19) peut simplement montrer qu'il y a un taux de recouvrement légèrement plus important avec le couvert fleuri (jusqu'à 98% en moyenne).

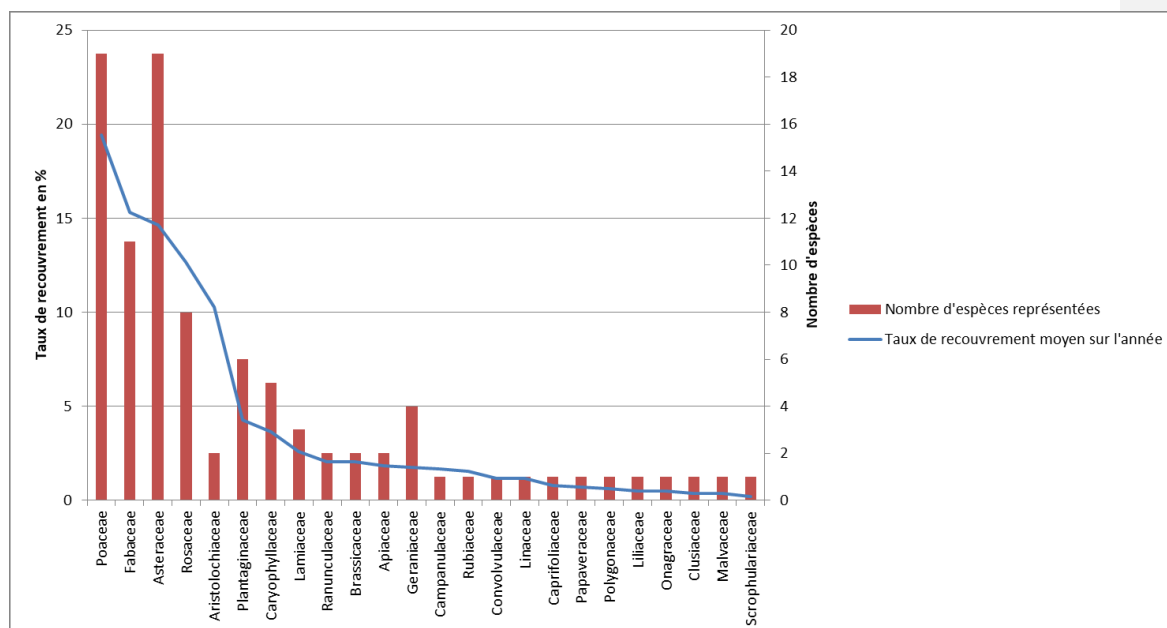


Figure 20: Familles dominantes en 2019 selon leur taux de recouvrement moyen par relevé, en second axe le nombre d'espèces représentées par famille (source : personnelle)

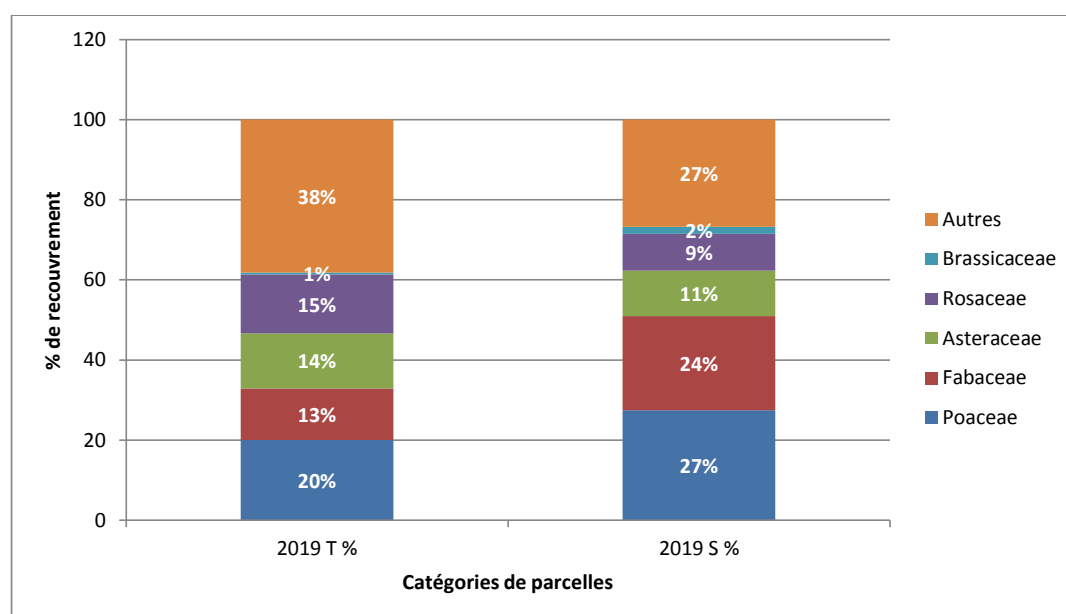


Figure 21: Proportion des principales familles dans les parcelles semées et témoins en 2019 (source : personnelle)

3.2.1. Les familles botaniques présentes sur le bassin versant

Sur l'ensemble du réseau de parcelles étudiées en 2019, 24 familles botaniques sont présentes, toutes parcelles confondues. Les familles dominantes ont été déterminées grâce au taux de recouvrement moyen de chaque espèce. Sur le graphique en figure 20, sont représentées les familles dominantes et le nombre d'espèces qui sont représentées pour chacune d'entre elles. Les familles dominantes sont les suivantes : les poacées, les fabacées, les astéracées et rosacées, avec un taux de recouvrement et un nombre d'espèces représentées important (figure 5). Comme le montre le graphique en figure 21, chacune de ces familles se trouvent dans des proportions différentes dans les parcelles semées ou témoins. Quelque soit la situation, les poacées (historiquement les graminées) sont présentes de manière dominante sur l'ensemble des parcelles (figure 21).

Les principales différences entre les parcelles semées et témoins vont se trouver au niveau de la proportion de familles « autres » et au niveau de la proportion de fabacées. En ce qui concerne la diversité des familles, 20 sont présentes dans les parcelles témoins, et 19 sont présentes dans les parcelles semées. Le plus faible taux de fabacées dans les parcelles témoins est compensé par une plus forte proportion de famille classée « autres », notamment la famille des aristolochiacées, qui représente 7.4% du recouvrement moyen sur l'année ou bien encore les lamiacées qui représentent presque 5,95% du recouvrement contre 1,14% dans les parcelles semées.

3.3. **Interactions entre choix d'itinéraires technique et la flore**

3.3.1. Influence de l'enherbement total ou non de la parcelle

Enherbement en plein ou enherbement un rang sur deux a été fait afin de voir si la présence d'un enherbement sur l'ensemble de la parcelle était favorable ou non à une plus grande richesse floristique. Que ce soit en 2018 ou 2019, le graphique en figure 22 (en page suivante) montre que la richesse floristique semble être plus importante dans les parcelles enherbées tous les rangs.

3.3.2. Composition floristique et niveaux perturbations

Afin de mieux comprendre l'effet de la gestion du sol sur la flore présente, une analyse fine a été faite parcelle par parcelle. L'objectif était de comprendre l'effet potentiel du choix de l'entretien du sol sur la richesse spécifique et sur la flore présente, avant des analyses mathématiques plus approfondies. Il s'agit donc d'une « analyse exploratoire » basée sur des observations descriptives, qui pourront, ou non, être appuyées par des données statistiques. Afin de pouvoir approfondir les explications, les itinéraires techniques de 2018 accompagnés des relevés floristiques ont également été étudiés.

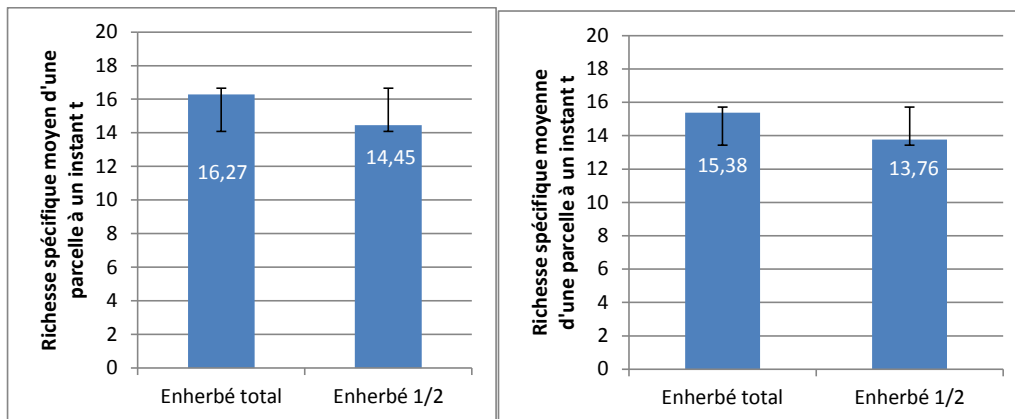


Figure 22: Comparaison de la richesse floristique en fonction de l'enherbement des parcelles (enherbement en plein et enherbement 1 rang sur 2), à gauche les résultats de 2018 et à droite 2019 (source : personnel ©Béryle CREPIN)

Les parcelles 4T, 2T, 1T, 4S, 3T et 7T ont une richesse spécifique inférieure à la moyenne de l'année 2019. A l'inverse, les parcelles 2S et 6S ont une richesse floristique la plus importante (19.33 et 18 respectivement). Ci-dessous sont présentés quelques exemples de réflexion pour certaines parcelles.

- La parcelle 4T présente la richesse spécifique la plus faible, avec une valeur moyenne de 8.33. Cela peut s'expliquer par la proportion très importante de vesce en termes de recouvrement (70% de *Vicia cracca* lors du premier relevé et 30% de *Vicia sativa* au second relevé), ce qui peut empêcher le développement des autres espèces en formant une couverture importante au niveau du sol.

La parcelle 4S qui est directement adjacente présente le même problème, avec des proportions de vesce allant de 42% à 65% selon les relevés. La fétuque ovine (graminée) présente dans le mélange a elle aussi un caractère dominant, avec un recouvrement atteignant 50% lors du dernier relevé. Il s'agit de la parcelle semée présentant la plus faible richesse spécifique.

- La parcelle 2T présente une richesse spécifique également faible, mais qui cette fois peut être expliquée par l'usage du désherbage chimique un rang sur deux et sous le rang. A l'inverse, la parcelle 2S qui lui est adjacente est celle qui a la plus grande richesse spécifique avec en moyenne 19 espèces. La conduite très différente de ces deux parcelles peut montrer l'impact du choix de l'entretien du sol sur la richesse floristique.

- La parcelle 1T a été désherbée chimiquement sous le cavaillon en 2018. En 2019, c'est la seule parcelle à n'avoir aucun entretien du sol sous le cavaillon, et seulement une fauche sur l'ensemble de la parcelle. Elle présente cette année une proportion de ray-grass très importante. Ainsi, l'application de désherbant l'an dernier et/ou l'absence d'un entretien pourrait expliquer la présence importante du ray-grass, au dépit d'une richesse floristique plus importante.

- Les parcelles 3T et 3S sont conduites de la même manière, soit deux passages sous le cavaillon et deux travaux du sol au cours de la saison. En revanche leur flore est différente avec une richesse spécifique supérieure dans la parcelle 3S. Cela peut montrer l'intérêt du semis pour améliorer la richesse floristique d'une parcelle.

- Les parcelles 2S, 6S et dans une moindre mesure 1S présentent toutes les trois une richesse floristique élevée. Les parcelles 1S et 2S sont travaillées 3 fois sous le cavaillon, et 2 fois de manière artificielle (premiers centimètres du sol) dans un inter-rang sur deux (passage des disques et vibroculteur pour la 1S, et passage du cover-crop pour la 2S). La parcelle 6S est enherbée en plein cette année, mais avant était travaillé avec un vibroculteur un rang sur deux l'année dernière. Ainsi, le travail artificiel du sol et l'usage de différents outils seraient favorables à une plus grande diversité floristique ?

Tableau 5: Classement des parcelles en fonction des niveaux de perturbation d'entretien du sol (source : personnelle ©Béryle CREPIN)

	Entretien du sol peu agressif (P)	Entretien du sol plus agressif (PPP)
Code des parcelles	1T	1S
	5S	2S
	5T	2T
	6S	3S
	6T	3T
	7S	4S
	7T	4T



Dans un premier temps, l'objectif a été de voir s'il existe un lien direct entre l'agressivité du type d'entretien du sol, et la composition floristique des parcelles. Pour réaliser les analyses statistiques, les différents groupes de parcelles qui ont été formées en fonction des itinéraires techniques (partie 3.1) sont repris. Pour des raisons pratiques d'analyse, le groupe 1 « P - peu agressif » et le groupe 2 « PP- moyennement agressif » sont regroupés pour former un groupe « P » de 7 parcelles, comme visible sur le tableau ci-dessous. Cela va permettre de pouvoir opposer ce premier groupe au groupe 3 « PPP - fortement agressif », composé lui aussi de 7 parcelles (voir le tableau 5 ci-contre).

Ensuite, seule la moitié des 96 espèces recensées en 2019 sont représentées et étudiées plus finement. Cela permettra une meilleure visualisation des graphiques. Les 48 espèces sélectionnées sont celles qui sont le plus représentées en termes de moyenne de recouvrement par relevé au cours de l'année 2019.

Une ACP (Analyse des Composantes Principale) est réalisée grâce au logiciel R-Studio, afin de regarder s'il est possible d'obtenir des similitudes entre les parcelles selon leur composition floristique.

Le graphique en figure 23 est le résultat de la première ACP, présentant la répartition des différentes variables (nos 48 premières espèces floristiques) dans 2 dimensions. Sur la partie de droite, ce sont très majoritairement des espèces du mélange fleuri qui sont représentées. Les autres espèces se partagent le reste du cercle, avec une proportion importante de graminées sur la moitié sud du graphique (*Poaceae F*, *Elymus Repens*, *Bromus sterilis*, *Dactylis glomerata*, etc).

La vesce et le ray-grass, qui sont des espèces à caractère dominant, se localisent également dans cette partie la plus au sud de la représentation. Le trèfle, l'aristoloche et la benoîte qui présentent le même caractère de dominance sont regroupés dans le quart gauche en haut. Ainsi, les espèces qui sont qualifiées comme « peu désirables » en termes de proportions, et difficiles à contrôler, semblent être réunies en deux groupes, l'un tout au sud du graphique, l'autre en opposition dans la partie haute à gauche.

Les observations au cours de la saison ont montré que la vesce et le trèfle n'ont pas un caractère dominant ensemble au sein d'une même parcelle. Autrement dit, si la vesce était dominante dans une parcelle, le trèfle quant à lui était plus discret, et inversement. En revanche, il était possible d'avoir le ray-grass et le trèfle en dominance au sein d'une même parcelle. Cela pourrait laisser suggérer que deux espèces d'une même famille ne peuvent pas avoir un caractère dominant au sein d'une même parcelle (taux de recouvrement supérieur à 20% sur un relevé). Cependant, si les familles sont différentes, la dominance peut coexister ?

Commentaire [Ch Rab3]: Attention, on ne voit pas le % !! (21,8%)

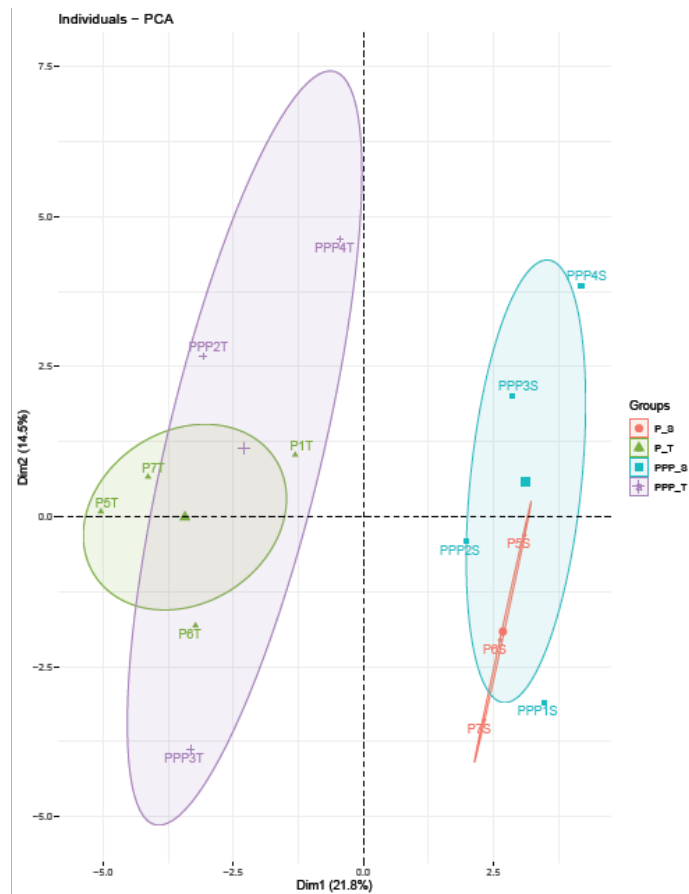
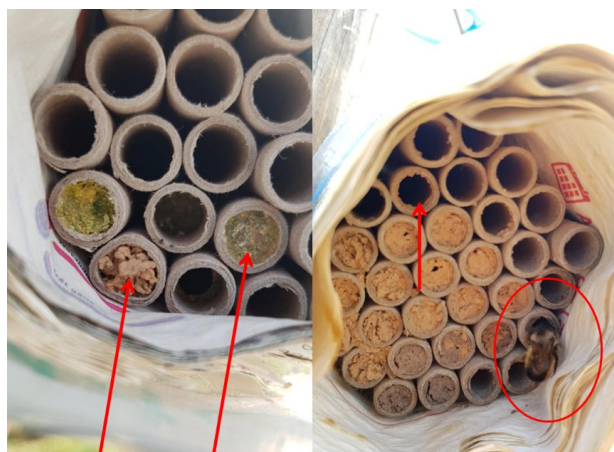


Figure 24: Projection et regroupement des différentes parcelles à l'essai en 2019 en fonction de leur composition floristique et de leur niveau de perturbation (source : personnelle ©Béryle CREPIN)



Les tubes occupés sont fermés par un opercule qui peut être de différentes nature selon les espèces d'abeilles présentes. Ici de la terre à gauche, et de l'herbe mâchée à droite.

Ici, à droite, une abeille sauvage remplissant un tube après y avoir pondu. A gauche, un tube partiellement occupé en cours de remplissage.

Figure 25: Méthode de relevé des nichoirs : observations et notations des opercules (source : personnelle ©Béryle CREPIN)

En figure 24, des groupes sont formés en fonction de deux critères, le premier étant le niveau de perturbation de la parcelle (P ou PPP), et le second la modalité « semée » ou « témoin ». Le groupe « P » en rouge et vert, représente les parcelles avec une faible perturbation, à l'inverse les parcelles « PPP » en bleu et violet, les plus perturbées.

Le premier constat est que l'ensemble des parcelles semées se retrouvent dans une même partie du graphique, où se trouvent les espèces du mélange dans le premier graphique, ce qui est en toute cohérence avec la modalité « semée ». Les parcelles représentées à faible perturbation semblent plus proches les unes des autres, tandis que les autres sont plus éparpillées.

Le même constat est fait pour les parcelles de la modalité « témoin ». Toutes se retrouvent en opposition des parcelles témoins, sur l'autre moitié du graphique, avec les parcelles peu perturbées qui sont réunies autour de l'axe de la seconde dimension. Ces parcelles témoins P présentent toutes un critère commun en termes d'itinéraire technique : elles sont toutes enherbées en plein ; aucun travail du sol n'est effectué dans les rangs.

Lorsque les deux graphiques sont mis côte à côte, il est possible de créer un lien entre la flore présente et la répartition des parcelles. Les parcelles PPP2S, PPP1S, P5S, P6S et P7S présentent la plus grande diversité floristique, avec en très grande majorité des espèces du mélange, non dominantes. Les parcelles PPP3S et PPP4S, plus perturbantes au niveau du sol (labour un rang sur deux avec une charrue à disques et travail sous le cavaillon avec les disques crénelés) présentent une plus faible diversité. La remarque peut être faite pour les parcelles témoins PPP3T et PPP4T, où l'entretien du sol était identique aux parcelles semées.

3.1. Les pollinisateurs sur le bassin versant

Au total, 6 relevés ont été réalisés au cours de la saison, de mai à août. L'étalement des relevés sur 3 mois a permis de regarder l'évolution de la nidification des abeilles, de la ponte à la naissance des jeunes abeilles. Sur la figure 25, les tubes « fermés » correspondent au nombre de tubes totalement remplis, et « partiel » correspond au nombre de tubes qui sont en cours de fermeture, ou après naissance une fois que l'opercule est percée.

Bien que les résultats statistiques ne soient pas significatifs (test Student, p-value = 0.3), la tendance montre que les nichoirs occupés sont essentiellement les nichoirs qui se trouvent en bordure de parcelles fleuries (figure 26 en page suivante). La parcelle 7T est une exception puisqu'il s'agit d'une parcelle témoin, qui présente le taux d'occupation le plus important sur l'ensemble de la saison. L'explication peut être que cette parcelle se trouve en bordure de forêt, ce qui représente un élément paysager fort qui peut influencer favorablement la présence et l'abondance des abeilles sauvages qui, cherchent de la nourriture sur la flore forestière.

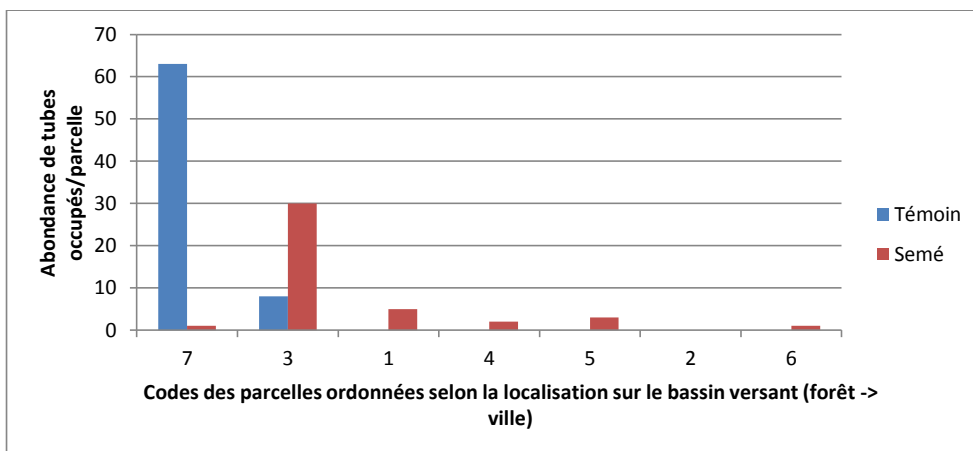


Figure 26: Abondance de tubes occupés sur le bassin versant (à gauche les parcelles les plus proches de la forêt, à droite les parcelles les plus proches de la ville) (source : personnelle ©Béryle CREPIN)

Au cours de la saison, différentes espèces d'abeilles sauvages ont été observées dans les parcelles, et dans les nichoirs. Leur identification était possible grâce à la nature de leur opercule. Les osmies maçonnes, qui remplissent les tubes de terre, étaient présentes majoritairement jusqu'en juillet.

Ensuite, les *Osmies caerulescens* ont été observées grâce aux opercules en feuilles mâchées, à partir de juillet jusque fin août. Enfin, bien que moins représentées, des espèces plus tardives comme les Anthidies (opercule constituée de « coton ») ou Mégachilles (opercule composée de morceaux de feuilles découpées) ont pu de manière ponctuelle former des nids dans les nichoirs mis en place dans les parcelles.

4. DISCUSSIONS ET PERSPECTIVES

Le projet biodiversité de Ribeauvillé vise à être étendu aux autres bans viticoles. Ainsi, cette étude cherche à montrer différents points : comment s'implante le couvert fleuri, permet-il réellement d'augmenter la biodiversité floristique sur le bassin versant, quel est le comportement des différentes espèces, quelles sont les pratiques favorables ou à l'inverse défavorables à son implantation, et quels sont les réels intérêts pour la biodiversité faunistique (en particulier les pollinisateurs).

Suite aux résultats, il sera intéressant de pouvoir imaginer un mélange idéal pour le bassin versant de Ribeauvillé, avec une sélection des espèces qui se comportent le mieux à la parcelle, et qui répondent réellement aux besoins agronomiques et écologiques visés. En parallèle, il faudra envisager un itinéraire technique approprié afin d'avoir la meilleure expression possible de ce couvert.

En ce qui concerne les caractéristiques agronomiques, une autre étude et un protocole seront envisagés pour les prochaines années, afin de regarder l'impact réel de ce couvert fleuri vis-à-vis de la vigne (concurrence, influence sur les stades phénologiques, impact sur la récolte, etc.).

4.1. La biodiversité et les pratiques viticoles

4.1.1. Diversité floristiques et entretien du sol

De manière spontanée, une grande richesse floristique se trouve sur le ban viticole de Ribeauvillé. Cependant, l'apport d'un couvert fleuri semble être favorable à l'amélioration de cette diversité. En ce qui concerne plus particulièrement le couvert fleuri, les espèces du mélange semblent bien s'implanter au sein des parcelles, et présenter un réel atout pour les pollinisateurs.

Tableau 6: Valeur pollinisatrice de différentes espèces florales, exprimée sur une échelle comprise entre 0 (faible) et 10 (forte) pour trois groupes de pollinisateurs (d'après Ricou et Al, 2014) (source : Bureau, 2016)

Familles	Espèce	Abeilles	Bourdons	Syrphes
Apiacée	Torilis des champs	5.2	1	6.5
Astéracées	Achillée millefeuille	5.5	4.7	6.2
	Marguerite	6.6	5.6	7.6
	Bleuet	6.9	7.8	5.5
Brassicacée	Cardaire drave	4.5	5.5	5
Caryophyllacée	Compagnon blanc	5	4.6	1
Convolvulacée	Liseron des champs	5.1	4.8	6.4
Fabacées	Lotier corniculé	5.9	6.3	1
	Luzerne lupuline	5.8	6.3	1
	Vesce cultivée	7.1	8	1
	Mélilot jaune	7.3	8.4	1
	Sainfoin	8.9	9.6	1
Géraniacée	Erodium bec de grue	4.8	4.5	4.8
Poacées	Chiendent officinal	1	1	1
	Dactyle aggloméré	1	1	1
	Fétuque rouge	1	1	1
	Paturin annuel	1	1	1
	Ray-Grass anglais	1	1	1
Papaveracée	Coquelicot	5.1	1	5.1
Polygonacée	Plantain lancéolé	3.6	1	3.6
	Renouée des oiseaux	3.9	3.8	3.9
Rosacée	Potentielle argentée	5	1	5.9
Rubiace	Caille-lait commun	4.4	4.2	1

Tout d'abord, le semis fleuri semble être favorable à l'augmentation des fabacées (en termes de diversité spécifique et de recouvrement). Les fabacées ont une très haute valeur pollinisatrice, ce qui présente un réel atout pour les pollinisateurs de tout genre, comme visible dans le tableau 6). Au-delà de leur intérêt écologique, il s'agit d'une famille de plantes souvent rencontrée dans les couverts semés hivernaux, qui contrôlent assez facilement la poussée des autres adventices, tout en permettant un bon apport d'azote et de matière organique au sol. Cependant, il est nécessaire de contrôler la prolifération de certaines fabacées qui peuvent devenir dominantes, c'était par exemple le cas pour la vesce (espèce spontanée) dans les parcelles 4T et 4S. Ici la provenance de la vesce n'est pas connue ; aucun semis à base de cette fabacée n'a été réalisé durant les années antérieures, ni dans les parcelles étudiées, ni dans les autres parcelles du propriétaire. L'hypothèse du transport des semences par les machines agricoles est donc exclue. En revanche, le passage de la faucheuse dans le rang enherbé, début juillet, semble avoir permis d'éradiquer la présence de la vesce, favorable au développement des graminées (*Festuca ovine* pour la 4S et *Elymus repens* pour la 4T) et au liseron des champs (pour la parcelle 4S), qui se sont rapidement établies en compensation. Il est important de noter que dans la parcelle 4S, c'est la fétuque qui s'est le mieux exprimée au cours de l'année avec un taux de recouvrement allant jusqu'à 50% une fois la vesce éradiquée, suivi du lotier corniculé et de la sanguisorbe. L'expression des autres espèces du mélange est restée faible au cours de l'année, voir nulle pour la plupart. Ainsi, la présence d'une flore spontanée dominante est néfaste à l'expression des espèces du couvert fleuri, qui doit s'établir dès le début de saison pour obtenir une plus grande diversité.

Selon les observations faites au cours de cette année, il semblerait que l'absence de travail du sol dans le rang soit défavorable au développement des fabacées. En effet, les parcelles P5T, PPP2T et P6S ont un taux de recouvrement de fabacées plus faible que les autres parcelles. La parcelle PPP2T a été désherbée chimiquement sous le cavaillon et dans un inter-rang. Les deux autres sont travaillées sous le cavaillon et aucun travail du sol n'est réalisé dans l'inter-rang ; seules des fauches sont effectuées. L'absence d'aération de l'inter-rang pourrait être néfaste au développement des fabacées ?

L'enherbement en plein de la parcelle n'empêche pas une bonne expression des espèces du mélange, à condition que les espèces spontanées soient sous contrôle. Ce sont les parcelles enherbées totalement qui présentent en moyenne la plus grande richesse floristique dans toutes les modalités. Pour les parcelles semées, le niveau de perturbation de l'entretien du sol ne semble pas expliquer la faible expression des espèces du mélange pour les parcelles 4S, 7S et 3S.

Un travail mécanique régulier sous le cavaillon n'est pas néfaste à la bonne expression de la flore dans le rang, que ce soit pour les parcelles semées ou les parcelles enherbées spontanément. En revanche, l'application de désherbant sous le rang ou l'absence de travail mécanique paraît néfaste à la diversité floristique. Le ray-grass, plante concurrentielle pour la vigne d'un point de vue hydrique, est une graminée qui peut rapidement s'étendre sur une parcelle. C'est notamment le cas pour les parcelles témoins n'ayant eu aucun travail du sol (parcelle 1T) ou ayant reçu un herbicide (2T). Il s'agit de parcelles avec un sol compact, peu ou pas aéré. Aussi, au cours des relevés, le taux de recouvrement du ray-grass était toujours plus élevé, atteignant son maximum lors du relevé 3 en juillet. Ce constat montre l'intérêt de contrôler le développement des graminées avec un travail léger du sol, ayant pour but de garder une bonne aération, tout en évitant la prolifération rapide de certaines adventices.

En comparant deux à deux les parcelles témoins et les parcelles semées, le constat est que la présence du couvert fleuri permet de diminuer considérablement la présence du ray-grass. Ainsi, la présence du couvert fleuri semble pouvoir exercer un contrôle sur les autres adventices présentes grâce au taux de recouvrement du sol élevé. L'exemple du liseron des champs peut également être cité. Présent sur la quasi-totalité des parcelles en 2018 et 2019, son taux de recouvrement a nettement diminué en 2019 sur les parcelles où le couvert semé est développé.

Les Astéracées sont les plantes avec la plus haute valeur pollinisatrice (tableau 6), et sont également des plantes peu concurrentielles ; elles sont donc un réel atout dans le mélange fleuri. Elles sont absentes ou peu représentées naturellement dans les parcelles témoins. Le semis est donc une bonne alternative pour favoriser l'intégration ou la meilleure expression de cette famille dans les vignes. De plus, le travail du sol ne semble pas présenter de problème à l'expression de cette famille.

En ce qui concerne les pratiques d'entretien du sol, aucun résultat statistique n'a pu montrer l'influence d'une pratique ou d'une autre vis-à-vis de la flore.

Ce sont les disques qui sont majoritairement utilisés dans les parcelles, que ce soit sous le cavaillon et dans l'inter-rang. Les observations faites dans la partie 3.3.2 montrent une tendance à l'intérêt de l'usage des outils qui travaillent superficiellement le sol, et l'alternance des travaux (usage des différentes machines).



Figure 27: graphique avec données météo du mois d'avril et mai

4.1.2. Les pollinisateurs et le couvert fleuri

Bien que les nichoirs à abeilles sauvages aient été posés tard, des abeilles et guêpes ont pu être observées tout au long de la saison. Les conditions météorologiques au début du printemps étaient défavorables au butinage (données visibles sur la figure 27), ce qui peut expliquer une sortie plus tardive des osmies maçonnes (à partir de début juin). La pose de ces nichoirs montre l'intérêt du couvert fleuri envers les abeilles sauvages, mais a également permis de mettre en avant la diversité de pollinisateurs qui peuvent être présents sur le ban viticole. Ainsi, afin d'approfondir les observations des pollinisateurs sauvages, il peut être envisagé de reconduire la pose des nichoirs, plus tôt dans la saison, et d'associer ces observations à des transects. La réalisation de transect permettra de voir quel type de flore est le plus butiné par les individus, et ainsi, d'affiner la sélection de la flore pour le mélange.

4.2. **Les pratiques et l'implantation du couvert fleuri : préconisations**

Les observations faites sur l'ensemble des parcelles semées en 2017 et 2018 montrent l'importance des bonnes conditions d'implantation du mélange. La présence de graminées lors du semis a été néfaste à une expression optimale de toutes les espèces du semis. A l'inverse, les parcelles où le rang travaillé et le rang enherbé ont été inversés (rang travaillé devenu le rang semé pour les parcelles travaillées un rang sur deux) présentent une plus grande richesse spécifique, c'est notamment le cas pour la parcelle 1S. Ainsi, bien préparer son sol avant de semer est une condition primordiale pour que les graminées ne prennent pas le dessus.

Une fois le semis établi, le travail du sol sous le cavaillon ne semble pas avoir d'impact négatif pour la richesse floristique. En revanche, il a été montré que l'application d'herbicides sous le rang dans les parcelles témoins était mauvaise pour la richesse floristique. Il est possible d'émettre la même hypothèse pour les parcelles semées.

Le passage des engins dans le couvert fleuri ne semble pas être néfaste pour l'expression floristique. Au contraire, le passage des machines agricoles permet le déplacement du pollen et/ou des semences, et le fait de rouler dessus favorise un meilleur contact avec la terre.

Pour l'entretien du rang travaillé le but premier va être de contrôler les adventices afin de limiter la concurrence vis-à-vis de la vigne tout en favorisant une aération et décompaction du sol. D'un point de vue écologique, l'objectif est de parvenir à contrôler les espèces qui ont un caractère dominant. Sur le plan machinisme, le passage des disques va permettre de retourner la terre, mettre à jour les racines des adventices qui dessècheront au soleil. En revanche, ce phénomène va également

permettre de mettre à jour les semences enfouies dans le sol et permettre leur développement
(exemple :

amarantes et chénopodes). En revanche, ce phénomène va également permettre de mettre à jour les semences enfouies dans le sol et permettre leur développement (exemple : amarantes et chénopodes). Le bon compromis serait la réalisation d'un travail plus artificiel du sol au cours de la saison (vibroculteur, cover-crop, griffage), avec possibilité de réaliser un labour plus profond durant l'hiver.

Pour les parcelles enherbées en plein, le nombre de fauche ne semble pas impacter la richesse floristique. Il s'agit cependant d'être attentif au développement des graminées, fabacées ou autre plante qui s'étendent dans les parcelles durant la saison.

4.3. Trouver le bon compromis entre intérêts agronomiques et intérêts pour la biodiversité

4.3.1. Poursuite de l'étude du couvert

Afin de pouvoir aboutir à de réelles conclusions en ce qui concerne l'impact de l'entretien du sol sur la diversité floristique, il serait intéressant d'étudier un réseau de parcelles plus important, afin d'avoir plus de répétitions pour consolider les données. Il est cependant intéressant de préserver une même proportion de parcelles enherbées totalement et enherbées un rang sur deux afin de pouvoir faire un comparatif.

Pour aller plus loin dans l'analyse des données, il est essentiel d'obtenir des données précises, avec les dates de passages des outils d'entretien du sol, la profondeur de travail, etc. Ce manque de précisions sur la plupart des parcelles cette année est un des facteurs qui ne permet pas de donner de conclusions fermes en ce qui concerne les pratiques et la flore. Aussi, afin d'aller plus loin, le fait d'étudier des parcelles qui sont en cours de conversion peut permettre de regarder l'impact de la conversion sur l'évolution de la richesse floristiques au fil des années.

4.3.2. Mise en place d'une étude agronomique

Pour rappel, le mélange fleuri vise à répondre à une problématique environnementale en favorisant la biodiversité, mais cherche également à répondre aux besoins agronomiques des viticulteurs. Ainsi, le mélange doit pouvoir assurer une bonne portance des engins puisqu'il est implanté dans le rang de passage, et doit également limiter le phénomène d'érosion visible dans les parcelles en coteaux, etc. Pour un semis établi pour environ 10 ans, il semble donc indispensable de regarder le réel impact agronomique de ce couvert vis-à-vis de la vigne au cours des années. Une durée d'un minimum de 3 à 4 ans (**trouver donnée biblio**) est nécessaire pour qu'un enherbement s'établisse correctement et soit en réelle interaction avec le système de culture.

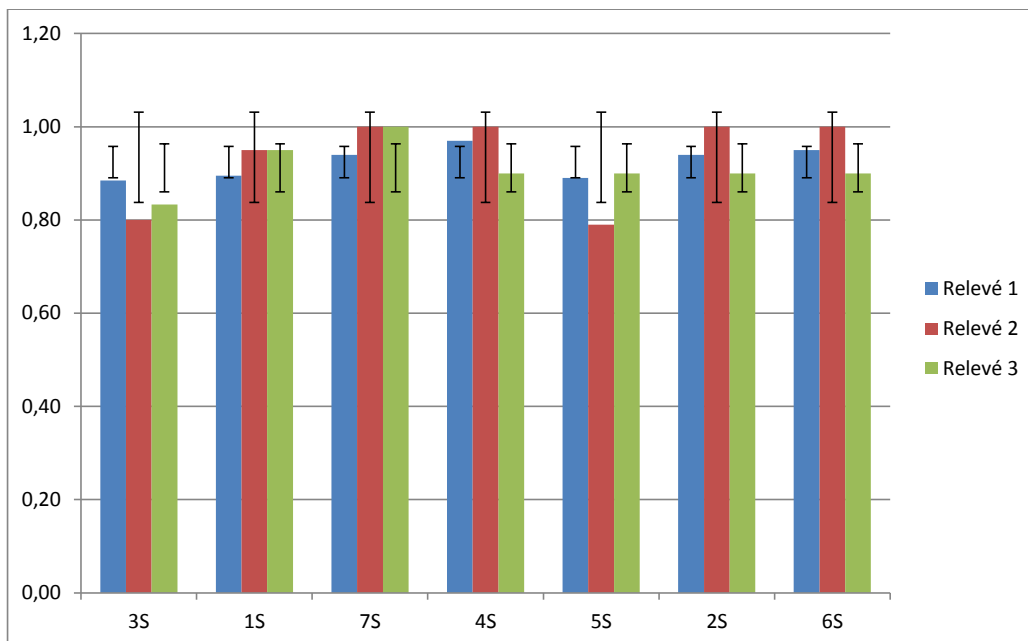


Figure 28: Evolution du taux de recouvrement des parcelles semées au cours des relevés en 2019 (source : personnelle ©Béryle CREPIN)

Ainsi, une étude pourrait être envisagée pour l'année 2020 ou 2021, pour une durée de plusieurs années afin de recueillir suffisamment de données en fonction des caractéristiques des millésimes. Les différents paramètres à étudier seraient les suivants :

- Etude de la concurrence hydrique, à l'aide de notation de potentiels de base qui se réalisent grâce à des mesures avec une chambre à pression ;
- Estimation de l'impact sur la vigueur grâce à la pesée des bois de taille ;
- Evaluation de l'impact sur le cycle végétatif de la vigne : notations de débourrement, de floraison, de nouaison, de véraison et de maturité ; étude de la qualité de la récolte qui pourrait permettre d'envisager une valorisation des vins à travers le couvert fleuri ;
- Le couvert fleuri est favorable au maintien d'une certaine humidité au niveau du sol, étudier l'impact de la présence de cette couverture du sol vis-à-vis des maladies cryptogamiques semble cohérent.

4.3.3. Recherche du mélange idéal

• Conclusions des observations

Le couvert étant implanté pour plusieurs années, il doit également être imaginé et projeté dans un contexte de réchauffement climatique, où les épisodes de sécheresse sont de plus en plus marqués pendant la saison estivale. L'enjeu est donc de pouvoir trouver un couvert qui soit peu concurrentiel, mais résistant aux épisodes secs afin de continuer d'assurer ses rôles agronomiques (portance, structuration du sol, limiter le ruissellement, etc.) et écologiques (assurer un pool alimentaire diversifié pour les pollinisateurs durant la période estivale). Le graphique en figure 28 montre que le taux de recouvrement des parcelles reste relativement constant au cours de l'année, malgré le fort épisode de sécheresse en juin. En annexe 4, un graphique présente l'évolution de la richesse spécifique au cours des relevés, ce qui offre une information sur la diversité présente après les épisodes de sécheresse durant l'été (donc au cours du relevé 3). Ainsi, l'objectif de cette étude est également de pouvoir adapter le semis fleuri pour les années à venir, en fonction des observations au cours de la saison.

Afin de préserver les caractéristiques du couvert fleuri, il est nécessaire de préserver une importante diversité de familles et d'espèces, et ce pour les raisons suivantes : préserver un pool alimentaire présent sur une plus large période de l'année, s'assurer de l'expression de certaines espèces si d'autres n'étaient pas adaptées aux conditions environnementales, s'assurer que certaines espèces ne deviendront pas dominantes au détriment des autres, répondre à différentes problématiques agronomiques, et enfin assurer une couverture du sol pour plusieurs années.

Les espèces du couvert fleuri qui se sont le mieux exprimées (en termes d'occurrence et de taux de recouvrement) sont : *Sanguisorba minor*, *Linum perenne*, *Leucanthemum vulgare*, *Festuca ovina*, *Medicago lupulina*, *Achillea millefolium*, *Anthemis tinctoria*, *Plantago lanceolata* et *Festuca rubra*. A l'inverse, certaines espèces ne se sont pas du tout exprimées : *Galium verum*, *Onobrychis vicifolia* et *Salvia pratensis*.

La sauge des près est une plante vivace de la famille des Lamiacées. Elle a une période de floraison qui s'étend de mai à juillet, mais présente une valeur pollinisatrice intéressante uniquement pour les bourdons. Elle peut également être concurrentielle dans certaines situations. Ainsi, cette plante semble présenter peu d'intérêts pour le mélange. Elle peut donc être remplacée par une autre espèce de la même famille qui présentera plus d'intérêt, comme la *Stachys arvensis* qui est annuelle à pérenne, qui aime les climats chauds et secs et a un besoin faible en matière organique.

Il n'est pas intéressant de vouloir augmenter la proportion de graminées dans le mélange. Il a été relevé que la fétuque ovine peut prendre un caractère dominant dans certaines parcelles semées, au détriment du développement des autres plantes du couvert. Bien que cette plante offre une très bonne portance pour les engins agricoles, elle présente une valeur pollinisatrice quasi-nulle. Ainsi, il peut être envisagé de supprimer cette essence ou diminuer sa proportion dans le mélange afin de favoriser la fétuque rouge.

Le lin était fortement présent cette année également. Bien qu'il présente une valeur pollinisatrice intéressante, le lin est peu commun dans les parcelles de vigne et présente assez peu d'intérêts agronomiques. Diminuer sa proportion semble cohérente afin de rester dans une logique de plantes locales que l'on peut retrouver dans le vignoble et particulièrement sur Ribeauvillé.

Le plantain lancéolé a été sélectionné dans le mélange, cependant le plantain majeur présente une valeur pollinisatrice plus intéressante tout en préservant les mêmes caractéristiques agronomiques. Il semble donc plus intéressant d'intégrer le plantain major dans le mélange et de supprimer le plantain lancéolé.

• Recherche des espèces potentiellement intéressantes : valeur pollinisatrice et stratégie de Grime

Afin d'établir une sélection de nouvelles espèces potentiellement intéressantes pour le mélange, trois facteurs ont été pris en compte : la famille, la valeur pollinisatrice, et la stratégie de Grime adoptée par la plante.

Tableau 7: Bilan des espèces à adapter pour la composition du mélange du couvert fleuri (source : personnelle ©Béryle CREPIN)

Envisager la suppression ou diminuer la proportion	Intéressant à intégrer au mélange
Festuca ovine	Anthemis cotula (Asteraceae – annuelle)
Stachys arvensis	Bellis perennis (Asteraceae – vivace)
Plantago lanceolata	Carduus nutans (Asteraceae – bisannuelle)
Linum perenne	Crepis pulchra (Asteraceae – annuelle)
	Echium vulgare (Boraginaceae – bisannuelle)
	Lactuca perennis (Asteraceae – vivace)
	Lapsana communis (Asteraceae – annuelle)
	Linaria arvensis (Scrophulariaceae – annuelle)
	Melilotus albus (Fabaceae – bisannuelle)
	Picris echioides (Asteraceae – vivace)
	Plantago major (Plantaginaceae – vivace)
	Stachys arvensis (Lamiaceae – annuelle à pérenne)
	Trifolium pratense (Fabaceae – bisannuelle)

La valeur pollinisatrice des espèces a été fournie par l'INRA qui a réalisé une étude sur ce sujet au cours des années antérieures. Cette valeur, comprise entre 0 (faible) et 10 (fort) est calculée pour différents types de pollinisateurs en fonction de trois principaux paramètres : l'attraction visuelle (couleur, reflet UV), l'accessibilité (symétrie et taille de la fleur) et la récompense (quantité et qualité du nectar ou pollen, famille botanique).

La stratégie de Grime, (ou stratégie C-S-R) est une théorie permettant d'expliquer les communautés végétales en fonction de leur réponse à des stress ou perturbations environnementales qu'elles subissent. Les espèces sont représentées selon 3 axes. Le premier axe représente les espèces dites compétitrices (C). Selon Grime (1977), ce sont les espèces qui sont capables d'avoir une croissance plus rapide que les autres plantes grâce à une mobilisation plus rapide des ressources vitales (lumière, minéraux, etc). En opposition, il y a les espèces de type S, qui sont résistantes aux stress grâce à une croissance plus lente qui permet un renforcement des tissus afin de limiter les pertes d'énergie et nutriments. Elles sont intéressantes dans le semis fleuri puisqu'elles sont résistantes aux stress tout en étant très peu concurrentielles.

Enfin les espèces classées « Rudérales » (R) sont tolérantes aux perturbations. Elles sont capables de produire de nombreuses petites graines qui leur permet de se reproduire rapidement avec des cycles végétatifs courts (Fort, 2013).

Ainsi, les plantes classées « S », « R » ou « SR » présentent les caractéristiques intéressantes pour la composition du couvert fleuri. Les espèces sont sélectionnées à partir d'une base de données créée par l'INRA, puis étudiées parallèlement avec les valeurs pollinisatrices établies par Ricou en 2014. Afin de pouvoir valider la sélection d'une espèce pour le mélange, il faut que celle-ci fasse partie de la flore locale alsacienne d'une part, et qu'elle puisse être facilement reproduite par les semenciers d'autre part.

Par exemple, *l'Echium vulgare* (Vipérine commune) est une plante commune dans les parcelles viticoles. Elle se développe assez souvent sur les bordures de parcelle, et présente une période de floraison longue. Elle a une valeur pollinisatrice supérieure à 5 (sur une échelle de 10) pour les abeilles et bourdons, il est possible d'observer de nombreux pollinisateurs sur les fleurs bleues de cette plante au printemps. Sa stratégie de Grime « SR » fait de cette plante une bonne candidate pour faire partie du mélange du couvert fleuri pour le bassin versant de Ribeauvillé.. Sur le tableau 7 ci-contre est présenté un bilan des espèces potentiellement intéressantes pour le mélange dans les années à venir, et à l'inverse les espèces à supprimer ou diminuer en termes de proportions.

En revanche, il reste un paramètre à prendre en considération : le coût du couvert. En effet, il s'agit d'un mélange qui revient à environ 1200€/ha lors de son implantation (chiffres fournis par la Chambre d'Agriculture). Bien que le coût d'entretien soit faible, et qu'il s'agisse d'un investissement pour plusieurs années, l'achat d'un tel mélange reste très élevé. Ainsi, afin que ce type de couvert puisse devenir accessible à un grand nombre de vignerons, il sera nécessaire de revoir la composition floristique du mélange avec le semencier ; afin de trouver le bon compromis entre diversité et économiquement accessible aux exploitations.

5. CONCLUSION : PREMIER BILAN DU PROJET DE RIBEAUVILLE

Le couvert fleuri offre de bons résultats cette année, que ce soit en termes de valorisation de la biodiversité floristique, mais aussi vis-à-vis des abeilles sauvages. Il est aussi important de garder à l'esprit que ces couverts fleuris ont un coût relativement élevé. En revanche, il est possible d'adapter le mélange afin d'en diminuer le coût et l'adapter à l'attente de chacun. Puis, cette étude a pu montrer qu'adapter ses pratiques viticoles sur les parcelles peut permettre d'optimiser la diversité floristique déjà présente sur les couverts spontanés.

Le projet Biodiversité de Ribeauvillé a pour objectif d'être pérennisé, mais aussi d'être comme une vitrine modèle à étendre aux autres bans viticoles alentours. Au-delà des études, la communication est donc un point clé pour le développement de ce projet. Depuis cette année une journée biodiversité ouverte au grand public et aux professionnels a été mise en place, afin de communiquer sur ce projet, et de réunir l'ensemble des professionnels acteurs qui œuvrent pour la biodiversité, viticulteurs et associations naturalistes. Cette première édition a été un succès, et a montré la place grandissante de la biodiversité dans les esprits de tous.

6. BIBLIOGRAPHIE

- Altieri, Miguel A. 1999. « The ecological role of biodiversity in agroecosystems ». In *Invertebrate Biodiversity as Bioindicators of Sustainable Landscapes*, édité par M. G. Paoletti, 19- 31. Amsterdam: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-50019-9.50005-4>.
- Aubertin, C, Valérie Boisvert, et Frank-Dominique Vivien. 1998. « Social construction of the problem of biodiversity ». *Nature Sciences Sociétés* 6 (1): 7- 19. [https://doi.org/10.1016/S1240-1307\(97\)89512-X](https://doi.org/10.1016/S1240-1307(97)89512-X).
- Barralis, Gilbert, Gérard Cloquemin, et Agnès Guérin. 1983. « Evolution de la flore adventice du vignoble de Côte-d'Or sous la pression des techniques d'entretien des cultures ». *Agronomie* 3 (6): 585- 94. <https://doi.org/10.1051/agro:19830611>.
- Bohren, Christian, et Aurélie Gfeller. 2019. « Les herbicides font l'objet de critiques ». *Revue Suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 51 (3).
- Boisson, Tristan. 2016. « Influence du paysage sur la flore adventice en viticulture ». *UGA IGA - Université Grenoble Alpes - UFR Géographie*, septembre. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01442208>.
- Christen, Maxime. 2014. « Gérer durablement ses sols viticoles : enjeux et perspectives ». *Vinopôle*, février, 8.
- Clavien, Y., et Nicolas Delabays. 2006. « Inventaire floristique des vignes de Suisse romande: connaître la flore pour mieux la gérer ». *Revue suisse de viticulture, arboriculture et horticulture* 38 (6): 335- 41.
- Comité de Développement du Beaujolais. 2005. « Guide de l'enherbement ». 210 en Beaujolais - Chambre d'Agriculture du Rhône. <http://www.ecophytopic.fr/vt/pr%C3%A9vention-prophylaxie/guide-de-lenherbement-dans-le-vignoble-beaujolais>.
- Cordeau, Stéphane, et Bruno Chauvel. 2008. « Qu'est-ce que les bandes enherbées ? Conséquences environnementales et biologiques », *Revue sciences. Bourgogne Nature*, , n° 97- 108 (juillet): 12.
- Deguine, Jean-Philippe, et Pierre Ferron. 2006. « Protection des cultures, préservation de la biodiversité, respect de l'environnement ». *Cahiers Agricultures* 15 (3): 307-311 (1).
- Delabays, N, J-L Spring, et G Mermillod. 2006. « Essai d'enherbement de la vigne avec des espèces peu concurrentielles: aspects botaniques et malherbologiques », *Revue Suisse de viticulture arboriculture et horticulture*, 38 (6): 343- 54.
- Fried, G, B Chauvel, et X Reboud. 2008. « Evolution de la flore adventice des champs cultivés au cours des dernières décennies : vers la sélection de groupes d'espèces répondant aux systèmes de culture ». *Innovations Agronomiques* 3 (15- 26): 12.
- Gabriel, Doreen, Carsten Thies, et Teja Tscharnkte. 2005. « Local diversity of arable weeds increases with landscape complexity ». *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 7 (2): 85- 93. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2005.04.001>.
- Gaviglio, Christophe. s. d. « Désherbage mécanique sous le rang ». *IFV Pôle Sud-Ouest - V'Innopôle Brames Aigues*, 3.
- Gaviglio, Christophe, et Laure Gontier. 2013. « CONDUITE DE LA VIGNE SANS HERBICIDES : DES RESULTATS AGRONOMIQUES EN MICRO-PARCELLES AU TRANSFERT A GRANDE ECHELLE, UNE REMISE EN QUESTION DE L'ORGANISATION DU TRAVAIL. | Christophe Gaviglio | Request PDF ». In *22ème conférence du coloma. Journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes*, 12. Dijon: IFV Pôle Sud Ouest. <https://www.researchgate.net/publication/269640463>.
- Grignion, Julie. 2012. « Caractérisation de la flore du vignoble alsacien entre influence des facteurs environnementaux et pressions anthropiques ». Rapport de master Biologie et Ecologie pour la Forêt, l'Agronomie et l'Environnement. Spécialité Fonctionnement et Gestion des

Mis en forme : Anglais (États Unis)

- Ecosystèmes hal-01869571. Université de Lorraine - Nancy. <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01869571>.
- INRA. 2013. « Comment l'entretien du sol impacte la flore spontanée ». EPLEFPA Les Sillons de Haute-Alsace.
- Le Roux, Caroline, et S Varray. 2012. « Guide Pratique : Des bandes fleuries en viticulture. Synthèse des travaux en Beaujolais ». Agrifaune.
- Mardiné, E. 2014. « Favoriser la biodiversité : un tout pour la viticulture ». Chambre d'Agriculture de Gironde.
- Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie. 2016. « "France Terre de Pollinisateurs" pour la préservation des abeilles et des insectes pollinisateurs sauvages - 2016-2020 ». Plan national d'actions. Paris.
- Nascimbene, Juri, Lorenzo Marini, Diego Ivan, et Michela Zottini. 2013. « Management Intensity and Topography Determined Plant Diversity in Vineyards ». *PloS one* 8 (octobre): e76167. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0076167>.
- Party, J-P, H Duchaufour, et A Thaler. 1990. « Les unités de paysage et les sols du vignoble alsacien. Cartographie au 1/25000ème. Atlas cartographique ». Programme de Recherche-développement sur la qualité des vins d'Alsace et leurs terroirs. Association pour la Relance Agronomique. Strasbourg: GIE Sol-Conseil.
- Parveaud, Claude-Eric, Johanna Brenner, Sophie-Joy Ondet, et Gilles Libourel. 2016. « L'enherbement du rang comme alternative au travail du sol ». Groupe de Recherche en Agriculture Biologique présenté à SEFRA Séance Arbo, Rhône-Alpes, septembre.
- PFISTER, Richard, Louis-Philippe BOVARD, François MURISIER, David ROJARD, et Olivier VIRET. 2019. « Quel entretien du sol ? », *Revue Suisse de viticulture arboriculture et horticulture*, 51 (4): 233- 38.
- Pollier, Anna. 2016. « Interactions entre végétation des habitats semi-naturels, pratiques agricoles et contrôle biologique des ravageurs des cultures - Optimisation de l'approche bande fleurie ». Agroécologie. Université Bretagne Loire: Agro Campus OUEST. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01709040>.
- Rochard, Joël. 2017. « Evolution des pratiques viticoles françaises : de la viticulture raisonnée à l'agroécologie ». Édité par Jean-Marie Aurand. *BIO Web of Conferences* 9: 01010. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20170901010>.
- Sauzeau, Béatrice. 2010. « EFFETS DE LA STRUCTURE DES PAYSAGES AGRICOLES SUR LA FLORE ADVENTICE ». Master 2 EFCE - Université de Rennes. Rennes.
- Sentenac, Gilles. 2011. « Services écosystémiques rendus par la biodiversité dans les agroécosystèmes ». In *La faune auxiliaire des vignobles de France*, France Agricole, 354- 58. La Vigne - IFV. Dunod.
- Sentenac, Gilles, et Institut Français de la vigne et du vin. 2011. *La faune auxiliaire des vignobles de France*. France Agricole. Paris: Dunod.
- Stoate, C., A. Baldi, P. Beja, N. D. Boatman, I. Herzon, A. van Doorn, G. R. de Snoo, L. Rakosy, et C. Ramwell. 2009. « Ecological impacts of early 21st century agricultural change in Europe – A review ». *Journal of Environmental Management* 91 (1): 22- 46. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.07.005>.
- Tasei, Jean-Noël. 1996. « Impact des pesticides sur les Abeilles et les autres pollinisateurs ». *INRA*, Courrier de l'environnement de l'INRA, , n° 29 (décembre): 10.
- Thomas, Frédéric, et Matthieu Archambeaud. 2013. *Les couverts végétaux - Gestion pratique de l'interculture*. France Agricole. Agriproduction. Paris.
- Vaissière, Bernard. 2005. « Abeilles et pollinisation ». Académie d'Agriculture de France. researchgate.net/profile/Bernard_Vaissiere/publication/265752070_abeilles_et_pollinisation/links/55bb818d08ae092e9660a694/abeilles-et-pollinisation.pdf.

Mis en forme : Anglais (États Unis)

ANNEXES

Annexe 1 : Cartographie du projet Biodiversité de Ribeauvillé

Annexe 2 : cartes des relevés pour chaque parcelles

Annexe 3 : Fiche d'enquête itinéraires techniques

Société :

Nom :

Prénom :

Parcelle :

Code parcelle :

1. Informations générales sur la parcelle

1.1. Lieu-dit :

1.2. Surface de la parcelle concernée :

1.3. Année de plantation :

1.4. Orientation des rangs :

1.5. Densité de plantation : Ecartement inter-cep :
inter-rang :

1.6. Exposition de la parcelle :

- | | |
|-----------------------------|----------------------------------|
| ☐ Nord | ☐ Nord-Est |
| ☐ Sud | ☐ Nord-Ouest |
| ☐ Est | ☐ Sud-Est |
| ☐ Ouest | ☐ Sud-Ouest |

1.7. Type de sol :

- ☐ Terrains granitiques et gneissiques
- ☐ Terrains argilo ou calcaro-gréseux
- ☐ Terrains argilo-marneux et marno-calcaires
- ☐ Terrains ~~loessiques~~ lœssiques
- ☐ Terrains de bas-fonds
- ☐ Terrains à calcaire dur
- ☐ Terrains alluviaux et glacis d'épandages anciens
- ☐ Terrains alluviaux récents

1.8. Cépage :

- | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| ☐ Gewurztraminer | ☐ Muscat |
| ☐ Riesling | ☐ Pinot Noir |
| ☐ Sylvaner | ☐ Auxerrois |
| ☐ Pinot Gris | ☐ Chardonnay |
| ☐ Pinot Blanc | ☐ Chasselas |

1.9. Conduite de la parcelle :

- ☐ Agriculture Biologique _ certifié
- ☐ Biodynamie _ certifié
- ☐ Raisonné
- ☐ Intégré
- ☐ Conventionnel
- ☐ Conversion

Depuis combien d'années conduisez-vous la parcelle de cette manière ?

.....

1.10. Possédez-vous une ou plusieurs certifications ?

Si oui, laquelle (lesquelles) ?

.....

Depuis combien d'années ?

.....

2. Entretien du sol

2.1. Entretien du cavaillon

2.1.1. Enherbe

- ☐ Spontané

- ☐ Semé hivernal

Nature du semis :

- ☐ Semé permanent

Nature du semis et année d'implantation :

.....

Entretien du couvert végétal

Date d'intervention	Nature de l'intervention (fauche, broyage...)	Outil

--	--	--

2.1.2. Désherbé

- Mécanique

Date d'intervention	Nature de l'intervention (fauche, broyage..)	Outil

- Chimique

Date d'intervention	Produit	Dosage/ha

2.2. Entretien de l'inter-rang

- Enherbement en plein

○ 1 inter-rang enherbé + 1 inter-rang désherbé

○ 1 inter-rang enherbé + 2 inter-rangs désherbés

Mis en forme : Allemand (Allemagne)

2.2.1. Inter-rang enherbé

- Enherbement spontané

- Enherbement semé hivernal

Nature du semis et date :

- Enherbement semé permanent

Nature du semis et année d'implantation :

Roulez-vous sur le couvert fleuri ? Si oui, combien de passages durant la saison ?

Entretien

Date de l'intervention	Nature de l'intervention (fauche, rolofaca, etc)	Si labour, profondeur	Outil

--	--	--	--

2.2.2. Inter-rang désherbé

- Désherbage mécanique

Date de l'intervention	Nature de l'intervention (fauche, rolofaca, etc)	Outil

- Désherbage chimique

Date de l'intervention	Produit	Dosage

3. Fertilisation

3.1. Apport au sol

- Minéral
- Organique

Date	Produit	Dose/ha

3.2. Apport foliaire

Date	Produit	Dose/ha

4. Programme phytosanitaire

Date	Produit	Dose	Lutte contre	Commentaires

5. Travaux en vert

5.1. Ebourgeonnage

☐ Oui ☐ Non

Période :

5.2. Effeuilage

☐ Oui ☐ Non

Si oui : ☐ Manuel ☐ Mécanique

☐ 1 face ☐ 2 faces

5.3. Rognage

Date	Hauteur rognage	

Annexe 4 : Evolution de la richesse spécifique au cours des relevés en 2018 (en haut) et 2019 (en bas)

