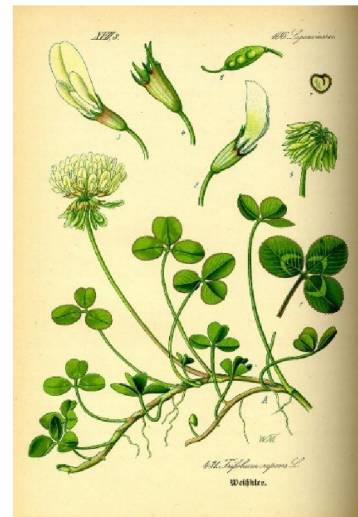


**Projet : Enherbement et biodiversité en viticulture
(BIODIVITI, 2017 - 2019)**

**Rapport 2019
(Rapport final)**



Jussy(GE), mars 2020, Nicolas Delabays

Résumé

Ce rapport présente le bilan final d'un projet qui a porté sur 3 ans (2017-2019), consacré à l'élaboration et la validation de mélanges de graines destinés à l'enherbement des inter-rangs des cultures spéciales pérennes (vignes, vergers et pépinières). L'objectif était de trouver un mélange répondant à des objectifs de prime abord contradictoires : d'un côté, les espèces qui le composent doivent être peu vigoureuses, pour limiter le nombre de fauches nécessaires, minimiser les interférences avec la culture et permettre l'expression d'une flore diversifiée ; d'un autre côté, elles se doivent d'être pérennes, et capables de limiter le développement des adventices indésirables et des plantes typiques des prairies grasses.

A cette fin, un premier mélange pilote, composé de 14 espèces, a été élaboré et testé dans un réseau de parcelles de référence. Parallèlement, des essais ciblés ont été installés pour vérifier le potentiel d'espèces particulièrement prometteuses.

Concernant la biodiversité, à ce stade - soit après 2 ou 3 ans - le niveau de qualité I a été garanti sur l'ensemble des parcelles du réseau, certaines approchant, ou atteignant même, le niveau de qualité II.

Comparativement aux mélanges viticoles standards, nous estimons à au moins 30 % la réduction du nombre de coupes nécessaires à l'entretien du couvert.

Plusieurs espèces se sont avérées particulièrement intéressantes pour un enherbement optimal des inter-rangs : *Achillea millefolium*, *Bromus tectorum*, *Clinopodium vulgare*, *Lotus corniculatus*, *Medicago lupulina*, *Poa compressa*, *Prunella vulgaris*. Plusieurs d'entre elles, et plus particulièrement certains de leurs écotypes, présentent des caractéristiques (habitus nanisant ou traçant) permettant d'envisager leur utilisation pour la couverture sur le rang de culture (cavaillon).

Aujourd'hui, outre des conseils documentés sur l'installation (date et protocole de semis) et la gestion (régime de fauches) de ces couverts, nous proposons 4 mélanges de base (de compositions et de proportions variables) à utiliser de manière différenciée en fonction des conditions pédoclimatiques (sec ou humide) et des priorités du viticulteur (agronomie et/ou biodiversité).

A terme, les progrès futurs reposeront probablement sur un choix encore plus ciblé des espèces utilisées, voire d'écotypes particuliers. On pourrait même envisager la sélection de lignées ad hoc. Pour ce choix des espèces, des aspects de biodiversité fonctionnelle ou de protection ciblée d'espèces menacées pourraient être pris en compte. Parallèlement, il conviendra de plus en plus d'associer la composition botanique du couvert et l'itinéraire technique appliqué à son entretien, notamment sur le cavaillon : le couvert devrait être considéré comme une culture à part entière.

I. Introduction

A l'automne 2016 a débuté un projet de validation et d'optimisation d'un mélange pilote pour cultures spéciales (MCS 1), composé de 14 espèces¹, destiné à l'enherbement des inter-rangs des cultures spéciales pérennes lémaniques (Delabays *et al.* 2016). Objectif de ce projet, soutenu à l'origine par le l'Office cantonal de l'agriculture et de la nature (OCAN/GE): disposer d'un mélange permettant aux viticulteurs lémaniques, en particulier ceux intégrés dans le périmètre de réseaux agro-écologiques, d'annoncer leurs parcelles viticoles comme surface de promotion de la biodiversité (SPB). A cette fin, le mélange doit répondre à des exigences en partie contradictoires : d'un côté, les espèces qui le composent doivent être peu vigoureuses, afin de limiter le nombre de fauches nécessaires à l'entretien de la parcelle (une exigence des réseaux agro-écologiques), et peu compétitives, pour limiter les interférences avec la culture et permettre l'expression d'une flore diversifiée assurant un niveau de qualité I (voire, si possible, un niveau de qualité II); d'un autre côté, elles se doivent d'être pérennes, et capables de limiter le développement d'adventices agressives, ainsi que des espèces typiques des prairies grasses. Les observations rassemblées dans le cadre d'essais préliminaires avaient montré que ces différents objectifs, de prime abord contradictoires, pouvaient cependant, au moins dans certaines situations, être atteints en parallèle (Delabays *et al.* 2016).

Concrètement, il s'agissait donc de confirmer la pertinence de ce mélange pilote, de préciser, en fonction des conditions édaphiques et agronomiques, sa composition optimale (espèces et proportions), enfin de proposer une gestion adaptée. A cette fin, un réseau de parcelles a été progressivement installé avec ce mélange (tableau 1), parcelles sur lesquelles un suivi régulier (entre 3 et 6 relevés annuels) de la couverture végétale a été réalisé sur une période de 3 ans (2017-2019).

Les bilans intermédiaires réalisés en 2017 et 2018 avaient permis de vérifier l'installation et le comportement des différentes espèces du mélange (Delabays 2017a et 2018). Sur la base de ces premières observations, ainsi qu'en fonction de remarques et/ou d'attentes spécifiques de partenaires et de viticulteurs du réseau, des modifications de la composition ou des proportions² du mélange (annexe 1) ont été progressivement proposées et testées, parfois avec la mise en place d'essais ad hoc (tableau 1).

Ainsi, à fin 2019, notre réseau principal (mélanges MCS 1) contenait une vingtaine de parcelles et sous-parcelles, sur lesquelles un suivi de l'évolution du couvert a été régulièrement effectué. A l'automne 2017, un mélange adapté à des priorités agronomiques spécifiques (MCS 3), élaboré sur demande de la société OH, a été installé sur 2 parcelles viticoles de La

¹ La composition de ce premier mélange, de même que de ceux élaborés par la suite, et plus généralement de tous ceux mentionnés dans le rapport, sont décrits en détails dans l'annexe 1.

² Pour les mélanges MCS, les numéros indiquent des compositions différentes, et les lettres des modifications des proportions (cf. annexe 1 pour les descriptions détaillées).

Côtes vaudoise (Founex/VD). Enfin, à l'automne 2018, une expérimentation visant spécifiquement à optimiser la proportion de pâturin comprimé (*Poa compressa*) dans un mélange simplifié (MCS 5) a été installé sur le site de Marcelin (VD) : dans cet essai, 3 concentrations différentes de *P. compressa* sont comparées. A la même période, un essai de couvertures (incluant les 4 procédés suivants : mélange MCS 4, référence UFA, flore spontanée, sol travaillé) a été semé à Changins (VD), en collaboration avec le service de viticulture de l'Agroscope : dans le cadre de cet essai, outre un suivi régulier de la couverture du sol, des mesures précises sur les effets des différents couverts sur le comportement de la vigne et la qualité de la vendange sont réalisées.

Tableau 1. Liste des parcelles (et sous-parcelles), ensemencées avec les mélanges pilotes MCS, sur lesquelles des relevés botaniques ont été effectués entre 2017 et 2019

N°	Date semis (mois.an)	Mélanges	Lieu
Réseau avec les mélanges MCS 1			
1	11.16	MCS 1	Bernex /GE (Le petit coin)
2	11.16	MSC 1	Bernex/GE (Anet haut-nord)
3	11.16	MSC 1/OH-Viti	Russin/GE (Desbaillet)
4	03.17	MCS 1	Satigny /GE (Paradis est)
5	03.17	MCS 1	Satigny/GE (Paradis ouest)
6	04.17	MSC 1	Bernex/GE (Mermoud)
7	09.17	MCS 1a/MCS1b/OH	Marcelin/VD (CCCS)
8	09.17	MCS 1a/MCS 1b	Jussy /GE (Pépinière Cfpne)
9	10.17	MCS 1a/MCS 1b	Bernex/GE (Anet serre-est)
10	10.17	MCS 1a/MCS 1b	Bernex/GE (Anet haut-sud)
11	10.17	MCS1a/MCS 1b	Dardagny/GE (Dugerdil)
12	11.17	MCS 1a	Satigny/GE (Rochaix Vil.)
13	11.17	MCS 1b	Satigny/GE (Rochaix Gar.)
14	04.18	MCS 1b	Bernex/GE (Anet serre-ouest)
Parcelles avec les mélanges MCS 3			
15	10.17	MCS 3	Founex/VD (haut)
16	10.17	MCS 3	Founex/VD (bas)
Parcelles avec les mélanges MCS 4			
17	10.18	MCS 4a/MCS 4b	Bernex/GE (Anet Pépinière)
18	10.18	MCS 4a/UFAI/Spon.	Changins/VD (Essai Zufferey)
19	10.18	MCS 4b	Changins/VD (Essai Kehrl)
20	10.18	MCS 4a	Chamoson /VS (Agroscope)
Parcelles avec les mélanges MCS 5			
21	10.18	MCS 5a/UFAI/OH-Viti	Marcelin/VD (Sud)
22	10.18	MCS5 a/MCS 5b/MCS 5c	Marcelin/VD (Nord)

Le présent rapport, après une brève présentation des enjeux actuels des couverts permanents en viticulture, expose une synthèse des observations réalisées ces 3 dernières années (2017-2019) sur les parcelles du réseau (MCS 1). Il décrit par ailleurs les dynamiques de végétation

observées sur les 2 parcelles de Founex (MSC 3), et présente également les premiers résultats rassemblés sur les essais de Marcelin (MCS 5) et de Changins (MCS 4).

En guise de conclusion, nous proposons des mélanges optimisés (composition et proportions), adaptés aux diverses contraintes et priorités des producteurs, puis formulons quelques possibilités d'améliorations et d'expérimentations pour l'avenir.

On peut rappeler ici que le réseau de parcelles mis en place, qui traite de l'enherbement des inter-rangs, constitue en fait le premier volet d'un projet « global » qui en compte 3 (Delabays, 2017b). Le second volet concerne la sélection d'écotypes, allélopathiques et peu concurrentiels, pour l'installation d'un couvert végétal sur le rang de culture (cavaillon); un sujet actuellement traité en collaboration avec l'école d'ingénieurs de Changins et la HES du Valais, avec un financement issu du programme thématique « *Healthfood* » du département R & D de la HES-SO³. Ce travail a fait l'objet d'une première publication cette année (Delabays *et al.* 2019), jointe au présent rapport (annexe 5).

II. Couverture végétale permanente en cultures spéciales pérennes : de multiples enjeux

L'installation d'un couvert végétale permanent dans les vignes présente des avantages aujourd'hui bien documentés : protection du sol, amélioration de sa portance et de son activité biologique, diminution du lessivage des substances nutritives et des produits phytosanitaires, réduction de l'usage des herbicides. Parallèlement, un tel couvert participe à la promotion de la biodiversité, y compris fonctionnelle, dans l'agrosystème ; et il peut même, parfois, contribuer à la conservation de plantes menacées. Ces couvertures ne sont cependant pas toujours exemptes de désavantages : compétition pour l'eau et l'azote, avec ses effets potentiellement négatifs sur la qualité de la vendange, entretien, risques de gel accrus. Le tableau 2 liste les avantages et les inconvénients pouvant résulter de l'installation d'un couvert végétal permanent dans une vigne (Delabays *et al.* 2019). La mise en place et l'entretien de ces couverts dans les vignobles doivent donc être gérés de manière à conserver leurs avantages, tout en limitant les possibles inconvénient. Parmi les outils à disposition du viticulteur figure le semis du couvert avec un choix ciblé d'espèces (Delabays *et al.* 2000) ; un choix complexe qui va dépendre de multiples facteurs : outre les conditions pédoclimatiques et agronomiques (cépage, mode de conduite, mécanisation) de la parcelle, il conviendra de précisément définir et pondérer les objectifs prioritaires du viticulteur.

³ Pour information, et par souci de transparence, l'annexe 2 présente les différentes sources actuelles de financements du projet « global ».

Tableau 2. Avantages et inconvénients, au niveau du sol, de la culture et de l'environnement, pouvant résulter de l'installation d'une couverture végétale permanente dans une vigne.

	Avantages	Défauts possibles
Sol	Réduction de l'érosion	Développement d'un feutrage en surface
	Amélioration structurale	
	Fixation de l'azote atmosphérique	
	Activité biologique (fertilité)	
Management		Coupes (régime)
		Glissement (pente)
		Pérennité aléatoire (maintien du couvert)
Vigne	Maîtrise de la vigueur	Dégâts de gel
		Compétition hydro-azotée (qualité de la vendange et du vin)
Phytoprotecteur	Promotion de la biodiversité fonctionnelle (auxiliaires)	Maladies (microclimat en zone des grappes)
		Epidémiologie (hôtes de vecteurs ou de maladies) Hôtes de ravageurs
Environnement	Reduction de l'usage des herbicides	Developpement de plantes envahissantes
	Reduction du ruissellement (pesticides and nutriments)	
	Promotion de la biodiversité	
	Conservation d'espèces	
	Fixation du carbone	

Ainsi, un mélange vraiment optimisé ne pourra être établi que sur la base d'une visite de la parcelle et, surtout, d'une discussion approfondie avec le viticulteur : les différents mélanges MCS élaborés et testés dans le cadre de notre projet découlent en partie de ces priorisations variables.

Rappelons ici que parmi les outils à disposition des professionnels pour gérer au mieux leur couverts sur le long terme, le choix des espèces à semer constitue un levier puissant. En témoignent les relevés botaniques effectués cette année sur notre essai de comparaison de

mélanges viticoles, installé à l'automne 2011 (Delabays *et al.* 2016) : 8 ans après les semis, les différences de compositions botaniques restent très marquées (figure 1).

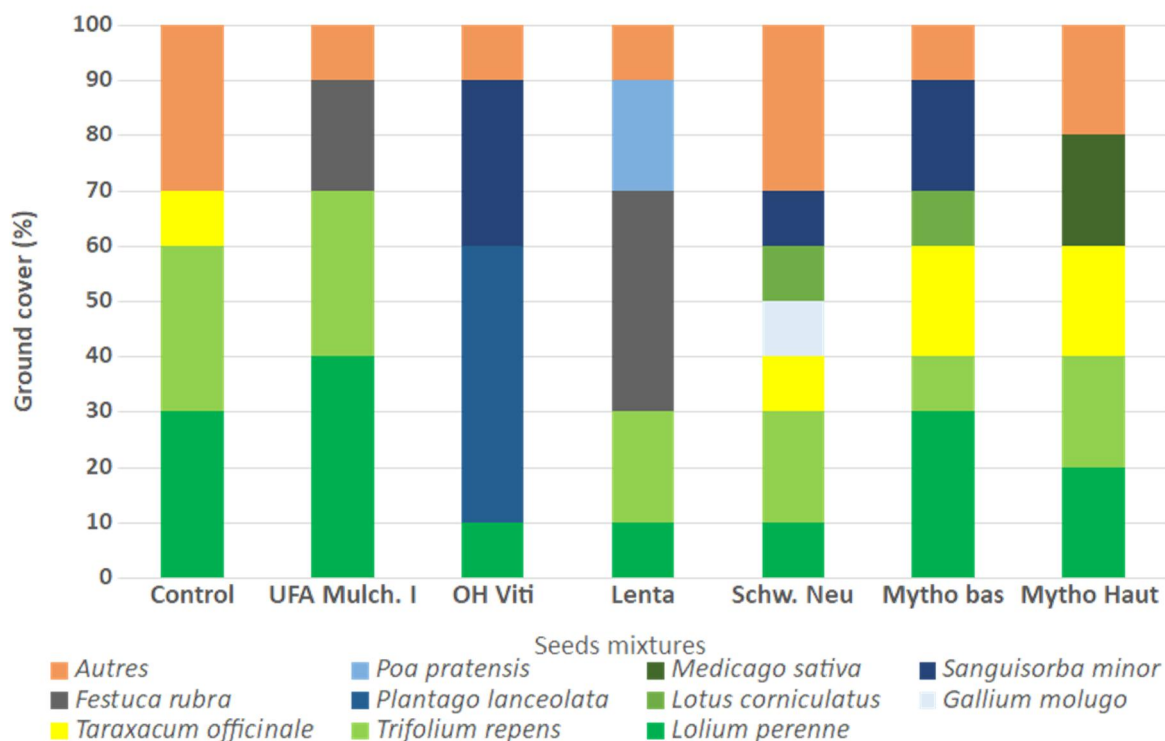


Figure 1. Couvertures du sols (%), assurée par les espèces de différents mélanges viticoles semés, dans le cadre d'un essai de comparaison, en été 2011 : relevés effectués de mai 2019.

III. Présentation et synthèse des observations

1. Protocole général (relevés de végétation)

Les protocoles d'observation appliqués se basent sur celui décrit en détails dans l'article de Delabays *et al.* (2020).

L'observation débute par un relevé systématique des espèces présentes dans la zone considérée (zone d'étude): dans ce cas, les inter-rangs. Selon la taille de la parcelle, 3 à 4 inter-rangs, répartis sur la parcelle, sont parcourus intégralement. Une estimation des couvertures du sol assurées par les différentes espèces est ensuite effectuée sur 6 à 12 quadras (selon l'hétérogénéité du couvert), de 1 m² chacun, disposés aléatoirement dans les interlignes parcourus. Cette estimation visuelle utilise l'échelle à dix degrés de Londo, bien adaptée aux situations de couverts végétaux de type « engazonnement » (Delabays *et al.* 2020) - et transposable, si désiré, dans l'échelle classique de Braun-Blanquet. Les estimations sont

rapportées sur une échelle relative à un total de 100 % de couverture (y compris les éventuelles catégories « sol nu » et « résidus végétaux secs »).

L'augmentation du nombre de parcelles suivies a imposé, par gain de temps, l'application, sur certaines parcelles, d'un protocole légèrement simplifié : les estimations des surfaces couvertes par les différentes espèces sont effectuées sur 4 zones seulement (choisies aléatoirement), d'une vingtaine de m².

2. Réseaux et essais

Les premières parcelles du réseau ont étéensemencées en novembre 2016 avec le mélange pilote dénommé MSC 1 (pour Mélange Cultures Spéciales). Ce premier mélange, composé de 14 espèces (annexe 1) a été établi sur la base de nombreuses observations de terrain effectuées ces dernières années (annexe 3), en particulier dans le cadre d'un essai de comparaison de mélanges viticoles, réalisés entre 2011 et 2015 sur vignoble de l'Etat de Genève (Delabays *et al.* 2016). A partir d'octobre 2017, certaines parcelles ont étéensemencées avec des versions modifiées, soit sur la base de nos premières observations, soit pour répondre à des demandes spécifiques de viticulteurs ou des partenaires: les différentes versions sont toutes présentées en détails à l'annexe 1.

2.1. Réseau avec les mélanges MCS 1

Les deux versions de ce premier mélange - MCS 1a et MCS 1b - ne diffèrent que par leur proportion en *Bromus tectorum* (annexe 1). L'analyse différenciée de ces 2 mélanges est proposée au § 2.2.2.

2.1.1. Résultats globaux

Pour permettre une première lecture facilitée des nombreuses observations rassemblées, nous proposons une synthèse sur la forme d'un tableau récapitulatif figurant en annexe (annexe 4).

De manière schématique, les éléments suivants peuvent être relevés :

- Sur les 19 parcelles (et sous-parcelle) installées avec le mélange complet (MCS 1a et MCS 1b) jusqu'à fin 2017, les espèces le plus souvent présentes sont *Achillea millefolium* et *B. tectorum*, suivies de *Lotus corniculatus*, *Medicago lupulina*, *Sanguisorba minor* et *Prunelle vulgaris* (tableau 3).

Tableau 3. Par espèce, nombre d'occurrences sur les 19 parcelles et sous-parcelles, ensemencées avec les mélanges MCS1a et MCS1b, entre novembre 2016 et avril 2018

Espèces	Nombre d'occurrences sur 19 parcelles	Nombre d'occurrence dans les 6 mois suivant le semis	Disparition	Nombre de parcelles avec dominance (> 10%)
<i>Achillea millefolium</i>	19	19/19	0/19	10/19
<i>Bromus tectorum</i>	19	18/19	8/19	10/19
<i>Lotus corniculatus</i>	15	13/15	2/15	0/19
<i>Medicago lupulina</i>	15	10/15	0/15	3/19
<i>Sanguisorba minor</i>	14	13/14	0/14	5/19
<i>Prunella vulgaris</i>	13	9/13	2/13	2/13
<i>Poa compressa</i>	9	5/9	0/9	3/9
<i>Bellis perennis</i>	8	5/8	0/8	0/8
<i>Thymus pulegioides</i>	7	3/7	1/7	0/7
<i>Agrostis capillaris</i>	5	2/5	3/5	0/5
<i>Origanum vulgare</i>	4	1/4	1/4	0/4
<i>Veronica chamaedrys</i>	4	4/4	4/4	1/4
<i>Potentilla neumanniana</i>	2	1/2	1/2	0/2
<i>Pimpinella saxifraga</i>	1	0/1	1/1	0/1

- Si *A. millefolium* présente parfois un développement un peu agressif, les 5 autres plantes confirment un comportement équilibré : présence et pérennité, vigueur raisonnable, habitus traçant ou en rosettes. En vue d'un couvert optimal, ces espèces (*B. tectorum*, *L. corniculatus*, *M. lupulina*, *S. minor*, *P. vulgaris*) mériteraient certainement d'être favorisées.
- Concernant les graminées, si l'expression de *Poa compressa* est moins systématique (une parcelle sur 2 à cette date), et son installation plus lente (tableau 3), son comportement général reste intéressant, et prometteur pour lui faire jouer le rôle de la « graminée peu vigoureuse, mais pérenne » dans nos mélanges. L'établissement des mélanges MCS 5, avec différentes proportions de *P. compressa* (annexe 1) visait à confirmer et préciser cet objectif (cf § 2.4.).
- D'autres espèces ne se sont que très peu souvent exprimées (tableau 2): *Agrostis capillaris*, *Pimpinella saxifraga*, *Potentilla neumanniana*, *Origanum vulgare*, *Veronica chamaedrys*; ce qui soulève la question de la pertinence de les conserver dans le mélange, ou éventuellement de mieux cibler les conditions pédoclimatiques susceptibles de les favoriser: privilégier les terrains drainants et superficiels pour *Origanum vulgare* par exemple, ainsi que pour *Thymus pulegioides*.

- Au moment des semis, une flore spontanée plus ou moins agressive concurrence souvent les espèces du mélange : principalement *Polygonum aviculare*, *Veronica persica* et *Lamium purpureum* lors des semis d'automne et, pour les semis de printemps, *Echinochloa crus-galli*, *Digitaria sanguinea*, *Amaranthus retroflexus* et *Convolvulus arvensis*. S'exprime parfois également *Lolium perenne*, mais, dans ces cas, à la suite de repousses consécutives à une préparation déficiente du lit de semis. Ces espèces régressent cependant l'année suivante, progressivement remplacées par des espèces du mélange (*A. millefolium* le plus souvent, ou *S. minor*) et/ou des prairiales spontanées (*Trifolium repens* principalement, mais également *Lolium perenne*).
- Un cas particulier concerne la parcelle semée en septembre 2017 avec le mélange MCS 1a, sur le site de Marcelin (parcelle n°10) : un développement très important de *Chenopodium album* y a été observé. Dans la zone ensemencée en parallèle avec le mélange MCS 1b, riche en *B. tectorum*, la pression de cette adventice a cependant été considérablement réduite. L'évolution de la couverture végétale de cette parcelle est discutée plus en détails au § 2.1.2.
- A noter, dans une parcelle (n° 1), l'installation spontanée d'une plante au comportement très prometteur : la sarriette commune (*Clinopodium vulgare*). L'espèce présente en effet un développement modeste (taille et vigueur), mais semble parallèlement bien maîtriser la compétition des plantes voisines⁴.
- Individuellement, les espèces semées font cependant rarement partie des espèces fortement dominantes ($\geq 20\%$). Outre les cas de *B. tectorum* dans le mélange MCS 1b - composé spécifiquement à cette fin (cf. ci-dessous, § 2.1.2) - seules 5 situations de dominance ont été observées avec des espèces du mélange depuis 2017: *A. millefolium*, *M. lupulina*, *P. compressa*, *S. minor* et *V. chamaedrys*. Si l'installation d'*A. millefolium* augmente, ou se maintient, d'une année à l'autre, ce n'est pas le cas de *M. lupulina* qui souvent régresse en 2^{ème} année, sans disparaître cependant. Quant à *V. chamaedrys*, dominante dans une parcelle en 2017 (n° 7), elle a disparu de cette même parcelle en 2018, remplacée par *S. minor*.
- Sur la période 2017-2019, la parcelle ayant abrité le plus d'espèces semées est celle de Russin (n° 3), sur laquelle toutes les espèces du mélange se sont exprimées depuis le semis de l'automne 2016. La moins diversifiée est celle de Dardagny (n°7), avec

⁴ Pour information, on peut ajouter ici que, dans le cadre du volet « Ecotypes allélopathiques » du projet « global », les extraits de cette espèce se sont révélés particulièrement phytotoxiques dans les biotests de screening (Delabays *et al* 2019). Des récoltes de semences ont été réalisées en vue de leur multiplication et de leur intégration ultérieure dans nos mélanges expérimentaux.

seulement 4 espèces, sur les 14 du mélange MSC 1a, observées. Ces différences peuvent en bonne partie être attribuées à la nature du sol, particulièrement argileux dans la parcelle n°7.

- En comptabilisant toutes les espèces (les semées et les spontanées), ce sont les 3 parcelles installées en 2016 qui abritent la plus grande biodiversité végétale, avec respectivement 49 (Bernex, n°1), 39 (Russin, n°3) et 33 (Bernex, n°2) espèces répertoriées en 2019. Différentes explications peuvent être avancées à ce stade pour expliquer ce constat : ancienneté de la parcelle, bonne conditions pour le semis à l'automne 2016, sols relativement légers.
- En règle générale, la végétation des parcelles étudiées a présenté une hétérogénéité « raisonnable », classique de ce type de parcelles cultivées. Les exceptions concernent les parcelles pour lesquelles des problèmes ont été rencontrés lors du semis (parcelles n° 7, 12 et 13). Ainsi, une mauvaise répartition des semences a été observée à certaines occasions, par suite de la formation de couches de semences différenciées dans le réservoir du semoir. D'autres semoirs se sont avérés inadaptés à la taille des semences de certaines espèces, de *B. tectorum* en particulier ; ce qui a, parfois, provoqué le bourrage des socs. Il se confirme que la maîtrise de la technique du semis, que ce soit au niveau de la préparation du lit de semences ou de l'outillage utilisé, constituera probablement à l'avenir un facteur d'amélioration déterminant pour l'installation de couverts végétaux optimaux en cultures spéciales pérennes.

En conclusion, il apparaît que les annuelles, banales et relativement agressives, qui s'expriment lors du semis, s'estompent au fur et à mesure de l'installation de couverts pérennes. C'est également le cas du liseron, dont le caractère opportuniste se confirme dans le cadre de nos observations. Lors des semis d'automne, la présence de *B. tectorum* limite clairement le développement de la flore spontanée agressive.

Certaines espèces du mélange s'installent sur le long terme, telles *A. millefolium* et *S. minor*; la forte dominance offerte par *A. millefolium* pourrait même devenir problématique à terme, notamment dans la perspective d'une promotion de la biodiversité (qualité II).

D'autres espèces du mélange, au comportement intéressant (faible vigueur, habitus traçant ou en rosettes), restent également présentes sur la durée, mais dans des proportions moindres (souvent moins de 10 %) : *L. corniculatus*, *P. vulgaris* et *M. lupulina*, voire *B. perennis*. En vue d'un couvert optimal, ces espèces mériteraient certainement d'être mieux représentées et donc favorisées. A cette fin, différentes pistes peuvent être envisagées : augmentation de la densité de semis, choix de la période de semis, entretien ciblé (intensité des premières fauches), ...

Deux espèces spontanées, typique des couverts végétaux permanents jugés trop vigoureux et compétitifs, figurent malheureusement souvent parmi les espèces dominantes des plus anciennes parcelles du réseau: *T. repens* et *L. perenne*. De fait, l'enjeu du mélange MCS 1 est bien d'assurer l'installation pérenne d'espèces à même de contrecarrer le développement de ces plantes typiques des prairie grasses.

2.1.2. Comparaison des mélanges MCS 1a et MCS 1b

Les observations réalisées dans notre essai de 2011-2016 (Delabays *et al.*, 2016) avaient déjà suggéré la possibilité, lors d'un semis d'automne, d'un effet protecteur de *B. tectorum*, une annuelle d'hiver, vis-à-vis d'espèces prairiales relativement peu agressives (*P. vulgaris*, *L. corniculatus*, *P. neumanniana*). C'est à cette fin qu'a été élaboré le mélange MCS 1b, qui contient une proportion augmentée de *B. tectorum* (annexe 1).

Ce mélange a été semé à l'automne 2017, en parallèle avec le mélange MCS 1a, dans 5 parcelles du réseau (n° 7 à 11, tableau 2). Les observations effectuées à ce jour confirment l'installation rapide et, le plus souvent, la forte dominance de cette espèce en semis d'automne. Ainsi, à Marcelin (n° 7) et à Jussy (n° 8), le couvert assuré par cette espèce à la sortie de l'hiver était de 90 %. A Marcelin, on a observé un effet fortement inhibiteur du brome sur le développement des adventices : principalement *C. album* à l'automne, puis *L. perenne* le printemps suivant, à la suite d'une fauche qui a formé un mulch dense et épais (La parcelle a cependant ensuite été retournée en vue de la plantation d'une nouvelle vigne. A Jussy, dans la parcelle ensemencée en parallèle avec le MCS 1a, une plante hivernale spontanée, *Veronica persica*, a pu s'exprimer et accompagner le brome au cours de l'hiver, jouant de fait un rôle protecteur comparable.

Une première analyse de la situation des 4 parcelle encore en place en 2019 (n° 8 à n° 11), semble confirmer que *B. tectorum* joue bien un rôle de protecteur du semis, en ralentissant et réduisant l'installation spontanée des espèces prairiales indésirables (*L. perenne*, *T. repens*, *Taraxacum officinalis*).

2.1.2. Biodiversité : qualité I et II

A fin 2019, **toutes les parcelles en place atteignent le niveau de qualité I**, seule la sous-parcelle n° 9, ensemencée à l'automne 2017 avec le mélange MCS 1a, approche de la limite de 66 % d'espèces de prairies grasses.

Toujours à fin 2019, une parcelle (n° 1) abrite une diversité botanique suffisante pour lui conférer, sur cette base seule, la qualité II; et 3 autres (n°2, n° 3 et n° 9a,) disposent de la diversité minimale leur permettant, avec la prise en compte d'autres éléments de structure (Agridea, 2019), de l'atteindre. Il est par ailleurs très probable que l'adjonction des espèces spécifiquement présentes dans les tournières, qui n'ont pas été inventoriées dans le cadre de nos relevés, permettrait à au moins 5 autres parcelles d'atteindre ce niveau.

Néanmoins, l'évolution générale de 2019 montre un appauvrissement relatif de la biodiversité floristique des parcelles, avec, en parallèle, une augmentation de la part des espèces prairiales classiques : *L. perenne* et *T. repens* (cf. tableau de l'annexe 4).

2.1.3. Réduction du régime de fauches

Un des objectifs des mélanges est, rappelons-le, de permettre une réduction des fauches nécessaires dans les inter-rangs. Dans le cadre de notre réseau, nous n'effectuons pas d'autres mesures objectives du développement des couverts que la hauteur des plantes, mais nous estimons leur vigueur générale. De plus, dans 4 parcelles, un mélange standard (UFA I, OH-Viti, ou Schweizer viticole) a été installé, ou était présent, en parallèle (parcelle adjacente, moitié de la parcelle ou un 1 interligne sur 2), ce qui permet une comparaison visuelle directe. D'une manière générale, la vigueur « raisonnable » du mélange s'est confirmée. Par exemple, dans une des parcelles du réseau (n° 1), aucune fauche, après à la coupe « antigel » d'avril, n'a été effectuée sur une partie de la vigne, sans qu'y soit observé un développement trop important du couvert (figure 2).



Figure 2. Parcelle n°1 (Bernex) du réseau (MCS1), le 30 juin 2018: à droite, rangs fauchés régulièrement; à gauche, rang non fauché depuis avril.

Cette vigueur modeste du mélange a pu être visuellement mise en évidence lorsque des comparaisons directes avec des mélanges standards étaient possibles (figure 3, 4 et 5). **Empiriquement, on peut estimer que le nombre de fauches peut être réduit d'un tiers, voire de moitié.**



Figure 3. Parcelle n°4 (Russin) du réseau, le 5 juillet 2018: à gauche, mélange viticole standard (OH); à droite, mélange pilote MCS 1.



Figure 4. Parcelle n°4 (Marcelin), le 15 avril 2019: à gauche, mélange viticole standard (OH); à droite, mélange pilote MCS 5c.



Figure 5. Parcelle n°10 (Changins), le 9 novembre 2019: au premier plan, mélange viticole standard UFA I; au second plan, mélange pilote MCS 4 a.

2.2 Essais avec le mélange simplifié MCS 3

Sur demande d'un partenaire du projet, OH semences, un mélange simplifié (MCS 3), composé de 7 espèces (*B. tectorum*, *Glechoma hederacea*, *L. corniculatus*, *M. lupulina*, *P. neumanniana*, *P. vulgaris*, *T. repens*) a été élaboré et installé à l'automne 2017 dans 2 parcelles différentes (n° 15 et 16), chez le même viticulteur (Founex/VD). La figure 6 présente l'évolution de la couverture du sol assurée par les principales espèces dans ces 2 parcelles.

Dans la première parcelle (n° 15), 4 espèces du mélange se sont exprimées à ce jour : *B. tectorum*, *L. corniculatus*, *M. lupulina* et *T. repens* ; mais seuls *B. tectorum* (jusqu'à 50 % de couverture) et *T. repens* (jusqu'à 80 % de couverture) se sont développés de manière importante. La flore spontanée s'est révélée relativement diversifiée (14 espèces), mais, parmi celle-ci, seul *L. perenne* assure un couvert significatif à fin 2019 (25 %).

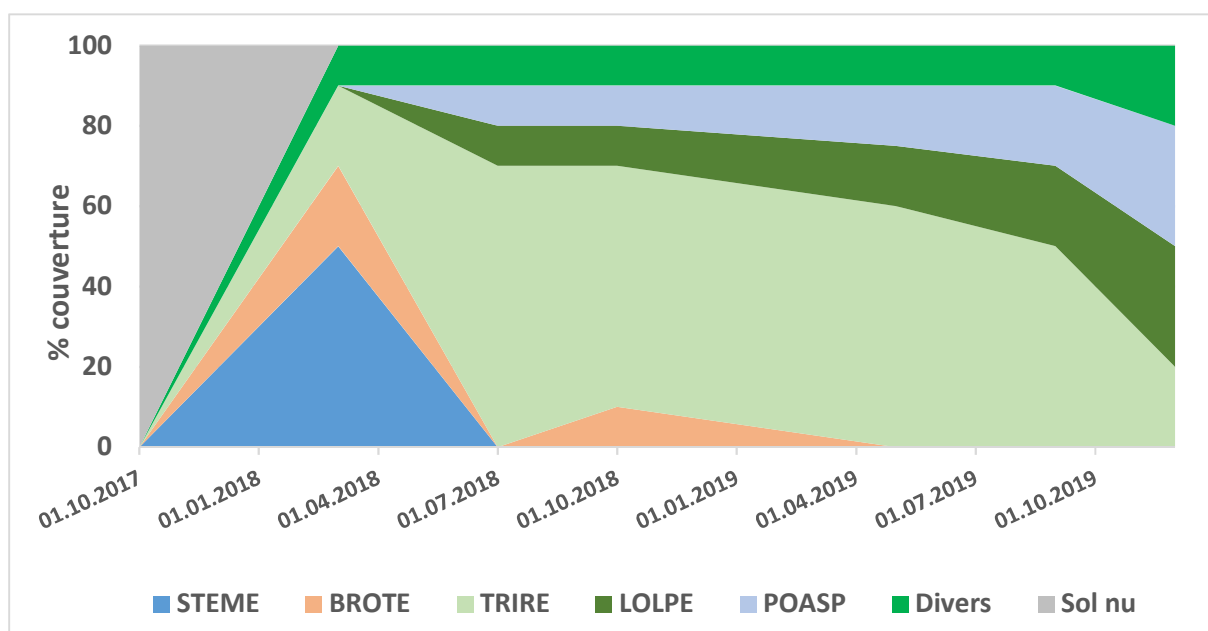
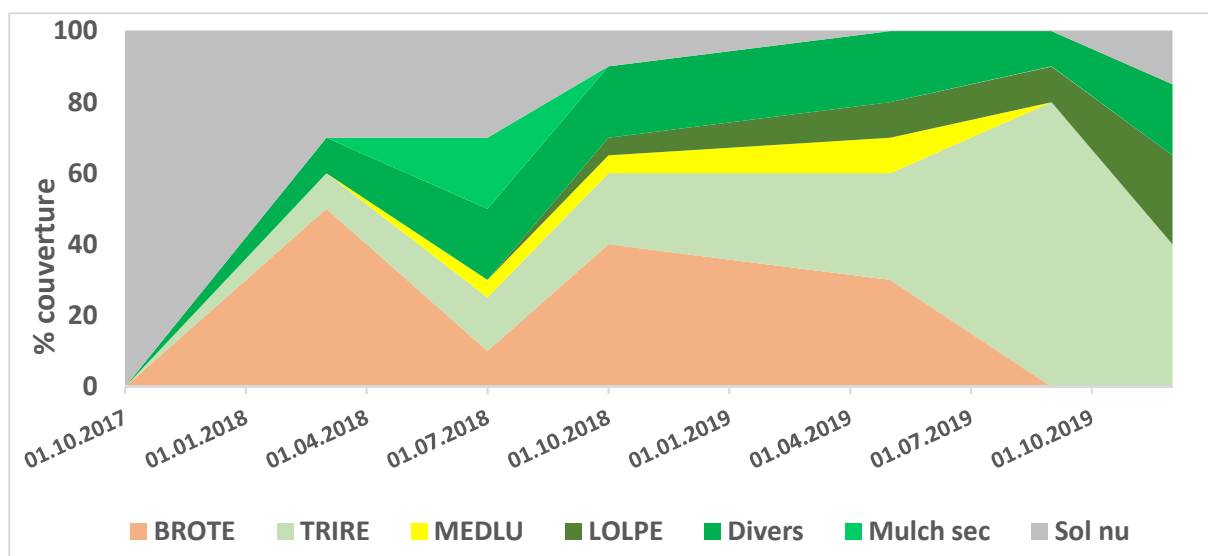


Figure 6. Evolution de la couverture végétale sur les 2 parcelles, n° 15 (haut) et n°16 (bas), ensemencées avec le mélange simplifié MCS 3 (Founex VD).

(BROTE : *Bromus tectorum* ; TRIRE : *Trifolium repens* ; MEDLU : *Medicago lupulina* ; LOLPE : *Lolium perenne* ; STEME : *Stellaria media* ; POASP : *Poa species* ; Divers : ensemble des autres espèces n'atteignant jamais $\geq 10\%$ de la surface).

Dans la seconde parcelle (n° 16), une très forte levée, spontanée, de *Stellaria media* (50 %) a retardé et limité l'installation de *B. tectorum* à l'automne. Au printemps, *S. media* a été remplacé par *T. repens*, semé, qui a ensuite assuré jusqu'à 70 % de couverture au cours de la saison. Cette très forte dominance n'a pas empêché par ailleurs le développement d'une flore relativement diversifiée : 17 espèces ont été répertoriées dans cette parcelle. A fin 2019, les graminées spontanée (*L. perenne* et *Poa species*) concurrencent *T. repens*.

Globalement, 3 espèces semées n'ont pas été observées : *G. hederacea*, *P. neumanniana* et *P. vulgaris*. Ces 2 parcelles, installées avec le même mélange, à la même date et avec la même technique, illustrent bien l'importance de la flore spontanée présente (dans ce cas *S. media*) sur la dynamique d'installation de la végétation.

2.3. Essai Agroscope (MCS 4)

Cet essai, initié à fin 2018, vise à tester un mélange optimisé (MCS 4a), en comparaison avec 3 procédés de référence : sol travaillé, flore spontanée, mélange viticole standard (UFA I). Les espèces retenues dans ce mélange MCS 4 sont celles qui se sont révélées les plus prometteuses dans le cadre des observations du réseau principal (cf. § 2.1.1). L'expérimentation mise en place est un essai agronomique classique, à 4 répétitions, organisé en blocs randomisés avec des parcelles élémentaires de 40 m². Ces dernières s'étendent sur 2 inter-rangs ce qui permet, sur le rang central, d'effectuer des observations et des mesures sur le comportement de la culture. Ainsi, outre un suivi régulier de l'évolution de la flore et de sa couverture, des mesures sont effectuées sur la vigne (rensement et bois de taille) et la qualité de la vendange (teneur en sucre et en azote du moût).

Un premier bilan intermédiaire sera effectué au printemps 2020 avec les partenaires de l'essai (Service de viticulture de l'Agroscope), mais nous présentons déjà ci-dessous les résultats des relevés effectués au cours de l'année 2019 (figures 7 à 10).

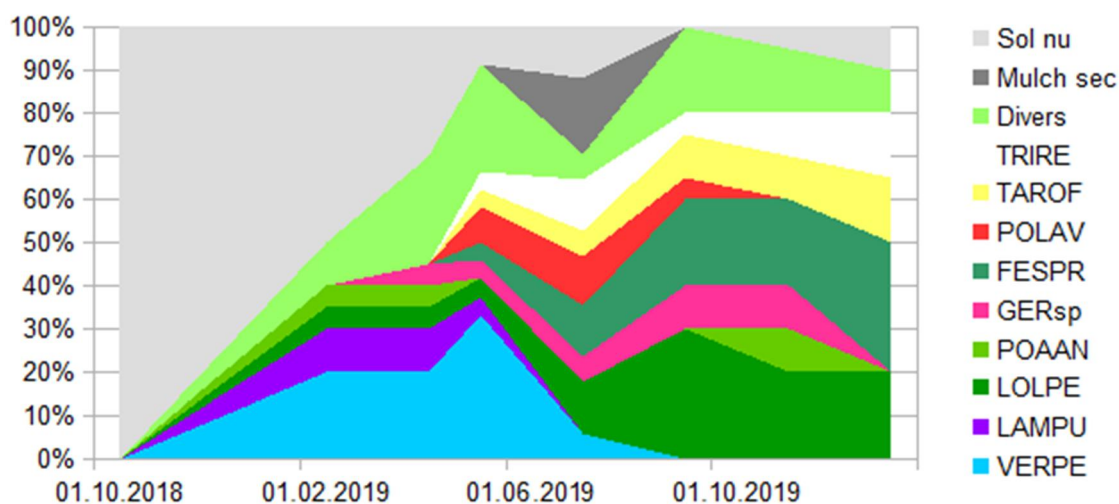


Figure 7. Essai couvertures viticoles de Changins : évolution du couvert végétal (% de couverture) observé avec le procédé « flore spontanée ».

(TRIRE : *Trifolium repens* ; TAROF : *Taraxacum officinalis* ; POLAV : *Polygonum aviculare* ; FESPR : *Festuca prasensis* ; GERsp : *Geranium species* ; POAAN : *Poa annua* ; LOLPE : *Lolium perenne* ; POASP : *Poa species* ; LAMPU : *Lamium purpureum* ; VERPE : *Veronica persica* ; Divers : ensemble des autres espèces n'atteignant jamais ≥ 10 % de la surface).

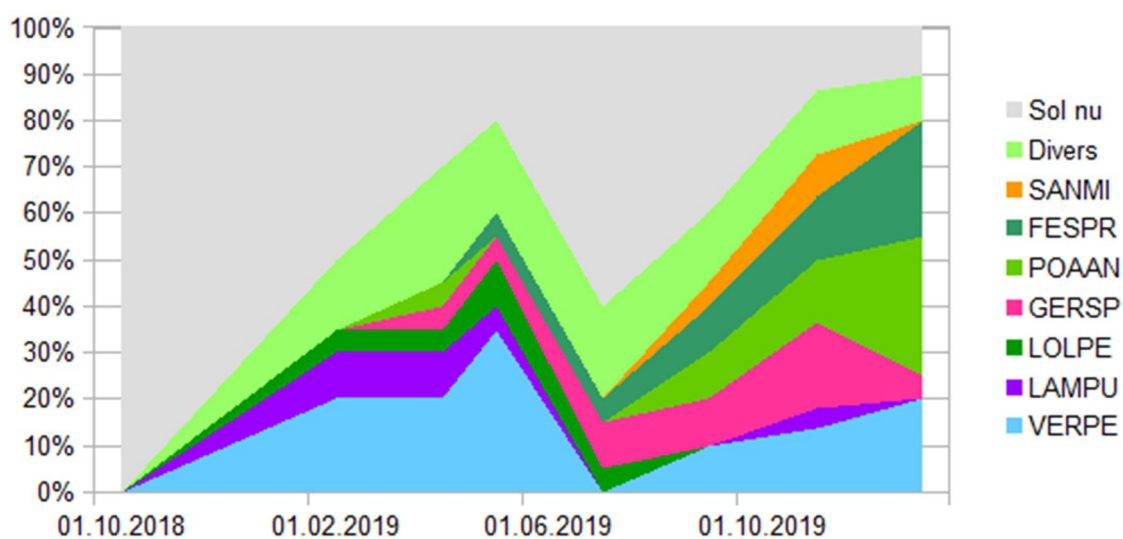


Figure 8. Essai couvertures viticoles de Changins : évolution du couvert végétal (% de couverture) observé avec le procédé « sol travaillé ».

(SANMI : *Sanguisorba minor* ; FESPR : *Festuca pratensis* ; POAAN : *Poa annua* ; GERSP : *Geranium species* ; LOLPE : *Lolium perenne* ; LAMPU : *Lamium purpureum* ; VERPE : *Veronica persica* ; Divers : ensemble des autres espèces n'atteignant jamais $\geq 10\%$ de la surface).

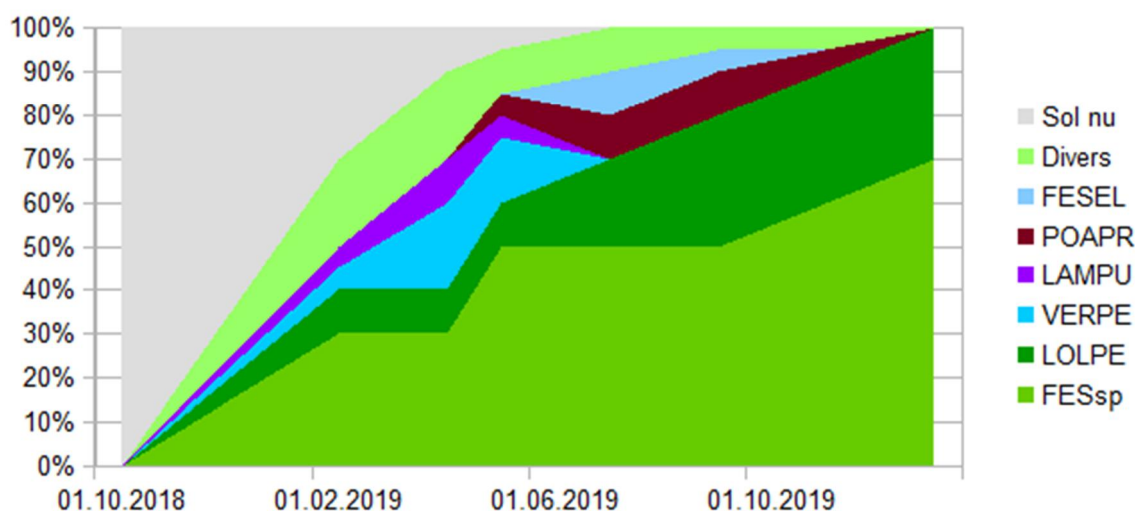


Figure 9. Essai couvertures viticoles de Changins : évolution du couvert végétal (% de couverture) observé avec le procédé « mélange standards UFA I ».

(FESEL : Fétuque élevée = lignée sélectionnée de *Festuca pratensis*) ; POAPR : *Poa pratensis* ; LAMPU : *Lamium purpureum* ; VERPE : *Veronica persica* ; LOLPE : *Lolium perenne* ; FESsp : *Festuca species* , majoritairement *Festuca rubra* ; Divers : ensemble des autres espèces n'atteignant jamais $\geq 10\%$ de la surface).

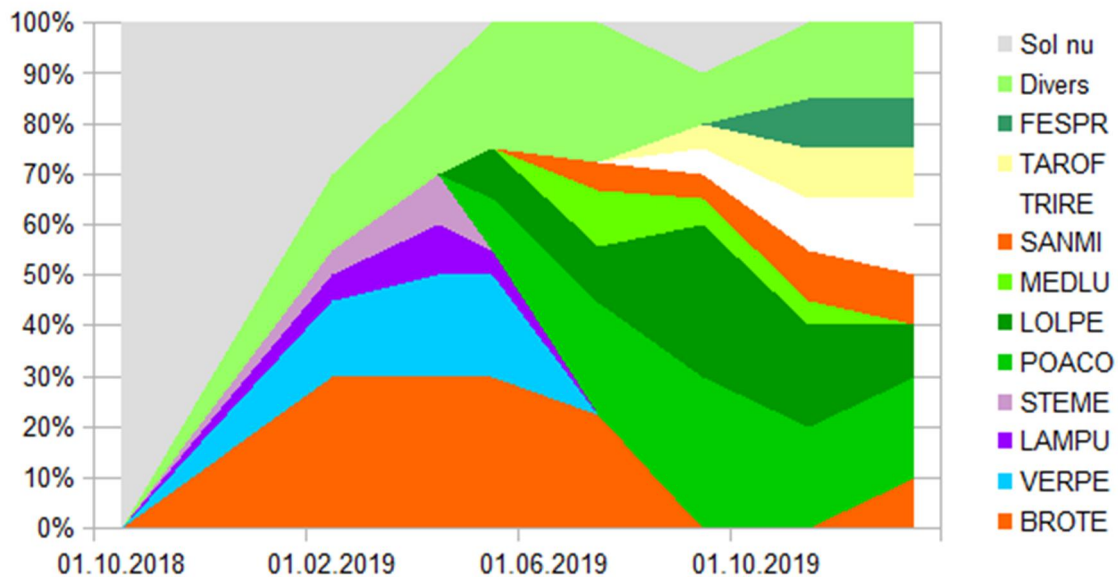


Figure 10. Essai couvertures viticoles de Changins : évolution du couvert végétal (% de couverture) observé avec le procédé « mélange pilote MCS 4 ».

(FESPR : *Festuca pratensis* ; TAROF : *Taraxacum officinalis* ; TRIRE : *Trifolium repens* ; SANMI : *Sanguisorba minor* ; MEDLU : *Medicago lupulina* ; LOLPE : *Lolium perenne* ; POACO : *Poa compressa* ; STEME : *Stellaria media* ; LAMPU : *Lamium purpureum* ; VERPE : *Veronica persica* ; BROTE : *Bromus tectorum* ; Divers : ensemble des autres espèces n'atteignant jamais $\geq 10\%$ de la surface).

A ce stade de l'essai et de la réflexion, les éléments suivants peuvent être rapidement rapportés :

- La flore spontanée (figure 7) suit une évolution classique, avec le développement à l'automne 2018 d'espèces hivernales banales, notamment *Veronica persica* et *Lamium purpureum*. Celles-ci disparaissent progressivement en cours de saison, pour être remplacées par les pérennes prairiales caractéristiques de nos vignobles : *L. perenne* et *T. repens*. A noter sur cette parcelle le développement spontané et important de *Festuca pratensis*, une espèce relativement vigoureuse.
- Avec le procédé « sol travaillé » (figure 8), assez logiquement, on observe, jusqu'à l'intervention du printemps, une évolution similaire à celle de la flore spontanée. Le travail du sol a évidemment « remis les compteurs à zéro », avec comme résultat une forte limitation du développement de *L. perenne* et *T. repens*, remplacés par

l'apparition, au cours de l'été, de *Poa annua*. A noter que le travail du sol n'a pas empêché le développement de *F. pratensis* au cours de l'automne 2019.

- Le mélange UFA I (figure 9), bien que s'étant installé assez progressivement, a finalement assuré une excellente couverture du sol avec une forte dominance des fétuques (*Festuca rubra*, principalement). Globalement, le couvert s'avère très vigoureux, avec une croissance en hauteur importante.
- Dans le mélange MCS 4a (figure 10), *B. tectorum* joue bien son rôle de couvert hivernal, en complément des annuelles classiques, *V. persica*, *L. purpureum* et, dans ce procédé, *S. média*. Si un développement de *L. perenne* et *T. repens* est observé en cours de saison, celui de la *F. pratense* semble limité. A Noter, parmi les espèces semées, le bon comportement de *P. compressa* et celui, prometteur, de *S. minor*.

Concernant le développement global des différents couverts, le mélange UFA I est clairement le plus vigoureux. Sur ce point, et à ce stade, on observe peu de différences entre les procédés « flore spontanée » et « mélange MCS 4a ».

Il est prévu de continuer les observations sur cet essai ces prochaines années

2.4. Essai Marcelin : proportions de *Poa compressa* (MCS 5)

Une des observations issues du réseau de parcelles principal (MCS 1) relève l'intérêt potentiel du pâturin comprimé (*P. compressa*) (figure 11), une graminée qui allie pérennité et (relativement) faible vigueur ; mais dont il vaudrait mieux assurer l'installation (cf. § 2.1.1.).



Figure 11. Le pâturin comprimé (*Poa compressa*)

Aussi, une des expérimentations en cours actuellement sur le site de Marcelin concerne l'optimisation de la proportion de pâturin comprimé (*P. compressa*) dans le mélange. A cette fin, 3 concentrations de *P. compressa* (2, 5 et 10 %) ont été incorporées à un mélange simplifié (MCS 5), composé par ailleurs de 3 légumineuses (*L. corniculatus*, *M. lupulina*, *T. repens*) (annexe 1). La figure 12 expose l'évolution de la végétation exprimée par ces 3 mélanges.

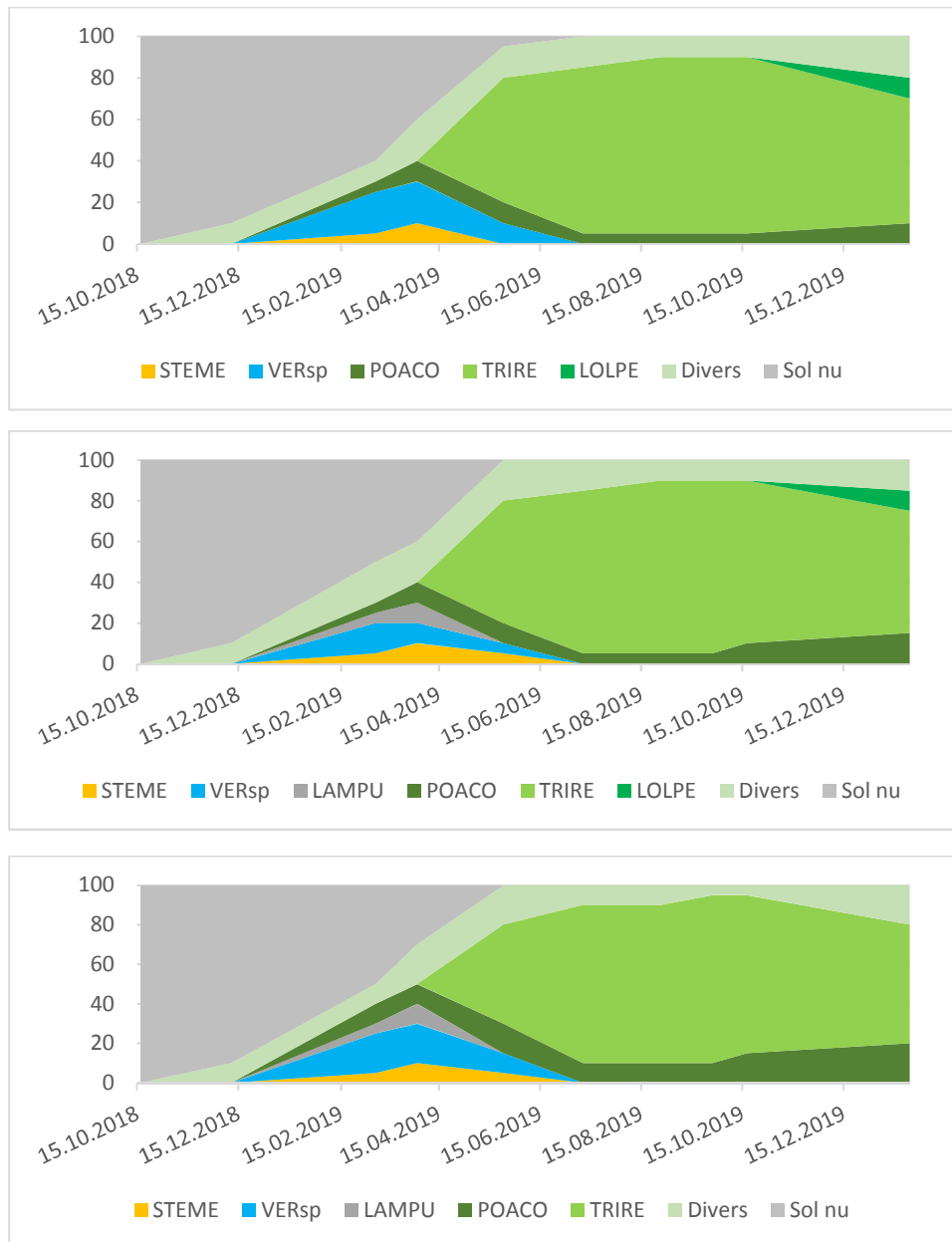


Figure 12. Evolutions du couvert végétal (% de couverture) observées avec 3 concentrations différentes de *Poa compressa* : 2 % (en haut), 5% (au milieu) 10 % (en bas) (Marcelin, VD).

(STEME : *Stellaria media* ; VERsp. : *Veronica species* ; POACO : *Poa compressa* ; TRERE : *Trifolium repens* ; LOLPE : *Lolium perenne* ; LAMPU: *Lamium purpureum* ; VERPE : *Veronica persica* ; Divers : ensemble des autres espèces n'atteignant jamais ≥ 10 % de la surface).

Dans cet essai, et dans l'ensemble des procédés en comparaison, le trèfle blanc, semé, domine très fortement. Les 2 autres légumineuses n'apparaissent que très modestement. L'augmentation de la concentration en *P. compressa* favorise bien son installation, ce qui lui permet de limiter un peu l'emprise de *T. repens*, et également, semble-t-il, de maîtriser l'apparition de *L. perenne*.

Il est prévu de continuer les observations sur cet essai ces prochaines années.

2.5. Récolte et multiplication d'écotypes

Le suivi du réseau de parcelles ensemencées avec les mélanges MCS constitue le premier volet d'un projet « global » qui en compte 3 (annexe 2). Dans le cadre du 2^{ème} volet, des récoltes d'écotypes ont été effectuées, notamment sur des espèces qui font partie des mélanges MCS, notamment *L. corniculatus*, *M. lupulina* et *P. vulgaris*.

En 2018, une première collection de *M. lupulina* avait été mise en culture et la description morphologique et phénologique des différentes accessions a révélé une large variabilité inter- et intra-populations (figure 13) (Quarta, 2018), source prometteuse pour la sélection de lignées optimales pour un enherbement, y compris sous le rang de culture.



Figure 13. Morphotypes *Medicago lupulina* (Quarta 2018)

Des récoltes de semences ont été effectuées sur des pieds sélectionnés de ces accessions, et ressemées en 2019. Nous disposons aujourd'hui d'une demi-douzaine de lots de semences d'écotypes caractérisés de *M. lupulina*. Nous déciderons prochainement, avec nos partenaires de ce volet du projet (OH semence et le Centre de compétence sur les cultures spéciale (VD)), de l'utilisation de ce matériel : essais au champ ou multiplication supplémentaire.

IV. Propositions actualisées de mélanges et perspectives

1. Mélanges optimisés

Comme déjà mentionné précédemment, Le choix d'un mélange optimal dépend de multiples facteurs (cf. § II).

Sur la base des observations rassemblées dans le cadre de notre projet, une synthèse peut être présentée sous forme d'un tableau (tableau 4), avec la proposition de 4 mélanges de base (compositions et proportions) à choisir en fonction des conditions pédoclimatiques (sec et humide) et des priorités du viticulteur (agronomie et/ou biodiversité).

Tableau 4. Mélanges de base proposés pour l'enherbement permanent des vignes. Espèces et proportions (en % du poids, y compris le ballast de semis) pour un semis d'automne (fin-août).

Conditions sèches, sol léger et superficiel				Conditions humides, sol profond et argileux			
Agronomie		Biodiversité		Agronomie		Biodiversité	
<i>Achillea millefolium</i>	0.1	<i>Achillea millefolium</i>	0.1	<i>Achillea millefolium</i>	0.1	<i>Achillea millefolium</i>	0.1
<i>Bromus tectorum</i>	20	<i>Bromus tectorum</i>	20	<i>Poa compressa</i>	15	<i>Bellis perennis</i>	0.05
<i>Festuca rubra</i>		<i>Clinopodium vulgare</i>		<i>Sanguisorba minor</i>	0.7	<i>Bromus tectorum</i>	20
<i>Lotus corniculatus</i>	0.5	<i>Medicago lupulina</i>	0.5	<i>Trifolium repens</i>	5.0	<i>Clinopodium vulgare</i>	
<i>Medicago lupulina</i>	0.5	<i>Lotus corniculatus</i>	0.5			<i>Lotus corniculatus</i>	0.5
<i>Poa compressa</i>	10	<i>Poa compressa</i>	5			<i>Medicago lupulina</i>	0.5
<i>Sanguisorba minor</i>	0.7	<i>Prunella vulgaris</i>	0.2			<i>Poa compressa</i>	5
		<i>Sanguisorba minor</i>	0.7			<i>Prunella vulgaris</i>	0.2
		<i>Thymus polgioides</i>	0.4			<i>Sanguisorba minor</i>	0.7

2. Propositions pour la période 2020-2022

A ce stade, les propositions d'essais et de suivis suivants peuvent être listées :

- Poursuite du suivi de 3 - 4 parcelles sélectionnées (ancienneté, types de sol) du réseau principal (MCS 1) ; ceci afin de vérifier l'expression, sur le long terme, des espèces du mélange, et plus généralement de la biodiversité botanique.
- Poursuite des essais MCS 4 (Changins et Bernex) et MCS 5 (Marcelin).
- Mise en place, sur le vignoble de l'Etat (GE), d'un essai agronomique complet (avec répétitions), incluant des mesures sur la culture et la vendange, avec un mélange optimisé. Application de régimes de fauches diversifiés entre le mélange et les témoins. Des observations en lien avec l'entomofaune auxiliaire - syrphes, carabes - seraient bienvenues (biodiversité fonctionnelle).
- Installation et suivi d'un nouveau réseau de parcelles avec les mélanges optimisés, incluant, le cas échéant, de nouvelles espèces (*Anthyllis vulneraria*, *Plantago lanceolata*,) ou écotypes (*Lotus corniculatus*) potentiellement intéressants.
- Installation et suivi de parcelles ensemencées avec un des mélanges de base optimisé, complété d'espèces faisant l'objet de programmes de protection (*Allium carinatum*, *Althaea hirsuta*, *Alyssum alyssoides*, *Anthericum liliago*, *Calendula arvensis*, *Muscari neglectum*, *Ornithogalum nutans*, *Potentilla argentea*)
- Mise en place d'essais de semis sur le cavaillon avec les écotypes sélectionnés (*Clinopodium vulgare*, *Medicago lupulina*, *Origanum vulgare*)

V. Création d'un groupe national de coordination

Les enjeux relatifs aux couvertures végétales des cultures spéciales pérennes sont nombreux et d'une actualité brûlante : alternative aux herbicides, protection des sols, promotion de la biodiversité, y compris « fonctionnelle » (régulation alternative des ravageurs) ; les attentes sociétales sont élevées. De nombreux projets et initiatives ont été initiés dans notre pays ces derniers mois sur ce thème ; aussi, afin de coordonner ces activités, un groupe de travail national a été créé et des séminaires d'échanges ont été organisés en novembre 2018, novembre 2019, puis février 2020. A ces occasions, des protocoles communs ont été élaborés pour, dans le cadre de nos différentes expérimentations, documenter de manière homogène les aspects suivants : effet sur le sol et sa fertilité ; dynamique de la végétation ; biodiversités générale et fonctionnelle ; impacts, notamment physiologiques, sur les cultures. Un des objectifs de ce groupe est d'assurer un maximum de complémentarité et de cohérence dans l'acquisition des connaissances et leur transfert auprès des professionnels.

Références

Agridea 2019. Biodiversité – Surface de promotion de la biodiversité, *Fiches techniques Viticulture*, fiche 10.41.

Davet H. ; 2018. Caractérisation structurelle de métabolites allélopathiques de *Bromus tectorum* L. Travail de bachelor, EIV (Sion), 28 p.

Delabays N.; 2017a. *Projet: Enherbement et biodiversité en viticulture (BIODIVITI). Volet « floristique »*. Rapport intermédiaire 2017, 8 p.

Delabays N.; 2017b. *Alternative aux herbicides, protection du sol et promotion de la biodiversité locale et fonctionnelle: sélection d'espèces pour un enherbement optimal des cultures spéciales pérennes (arboriculture, viticulture, pépinières)*. Projet de recherche, hepia (GE), 6 p.

Delabays N.; 2018. *Projet: Enherbement et biodiversité en viticulture (BIODIVITI). Volet « floristique »*. Rapport intermédiaire 2017, 20 p.

Delabays N, Grogg A.-F., Mota M., Piantini U. ; 2019. Selection of plant species for permanent ground cover in vineyards: looking for an agronomic and environmental optimum. *BIO Web of Conferences* **15** (42nd World Congress of Vine and Wine), <https://doi.org/10.1051/bioconf/20191501007>

Delabays N., Mota M., Pétremand G.; 2020. Proposition d'un protocole pour l'évaluation floristique des couvertures végétales en vignes et en vergers. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic* **51** (en prép.),

Delabays N., Spring J.-L., Ançay A., Mosimann E., Schmid A. Sélection d'espèces pour l'enherbement des cultures spéciales. *Rev suisse Viti. Arboric. Hortic.* **32**, 95-104.

Delabays N., Pétremand G., Fleury D.; 2016. Comparaison de 6 mélanges pour l'enherbement viticole dans l'arc lémanique. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic* **48**, 322-329.

Quarta I. ; 2018. Création d'un mélange optimal de couverture en cultures spéciales pérennes: suivi de parcelles expérimentales pilotes et établissement d'une collection de *Medicago lupulina*. Travail de bachelor, hepia (Genève), 84 p.

Annexe 1 :

Composition des différents mélanges mentionnés

Mélanges MCS (mélange cultures spéciales)

Les numéros se rapportent à des compositions en espèces, les lettres à des proportions.

MCS 1

Espèces (%)	MCS1a	MCS1b
<i>Achillea millefolium</i>	0.22	0.22
<i>Agrostis capillaris</i>	0.20	0.20
<i>Bellis perennis</i>	0.03	0.03
<i>Bromus tectorum</i>	5.00	50.00
<i>Lotus corniculatus</i>	0.21	0.21
<i>Medicago lupulina</i>	0.10	0.10
<i>Origanum vulgare</i>	0.02	0.02
<i>Pimpinella saxifraga</i>	0.20	0.20
<i>Poa compressa</i>	0.50	0.50
<i>Potentilla neumanniana</i>	0.12	0.12
<i>Prunella vulgaris</i>	0.15	0.15
<i>Sanguisorba minor</i>	0.50	0.50
<i>Thymus pulgioides</i>	0.20	0.20
<i>Veronica chamaedrys</i>	0.06	0.06

MCS 3

Espèces	%
<i>Bromus tectorum</i>	20.00
<i>Glechoma hederacea</i>	0.3
<i>Lotus corniculatus</i>	0.5
<i>Medicago lupulina</i>	0.6
<i>Potentilla neumanniana</i>	0.12
<i>Prunella vulgaris</i>	0.4
<i>Trifolium repens</i>	10.00

MCS 4

Espèces (%)	MCS4a	MCS4b
<i>Bromus tectorum</i>	5.00	20.00
<i>Lotus corniculatus</i>	0.50	0.50
<i>Medicago lupulina</i>	0.50	0.50
<i>Poa compressa</i>	2.00	2.00
<i>Prunella vulgaris</i>	0.50	0.50
<i>Sanguisorba minor</i>	0.50	0.50

MCS 5

Espèces (%)	MCS5a	MCS5b	MCS5c
<i>Lotus corniculatus</i>	0.50	0.50	0.50
<i>Medicago lupulina</i>	0.50	0.50	0.50
<i>Poa compressa</i>	2.00	5.00	10.00
<i>Trifolium repens</i>	10.00	10.00	10.00

Autres :

UFA I

Espèces	g
<i>Festuca arundinacea</i>	75
<i>Festuca rubra 1</i>	70
<i>Festuca rubra 2</i>	70
<i>Lolium perenne</i>	120
<i>Poa pratensis</i>	75

UFA II

Espèces	g
<i>Festuca rubra 1</i>	75
<i>Festuca rubra 2</i>	100
<i>Lolium perenne</i>	200
<i>Poa pratensis</i>	125

OH Viticole

Espèces	%
<i>Agrostis gigantea</i>	5
<i>Achillea millefolium</i>	0.5
<i>Bromus inermis</i>	6
<i>Festuca rubra 1</i>	26
<i>Festuca rubra 2</i>	10
<i>Lolium perenne</i>	35
<i>Lotus corniculatus</i>	1.5
<i>Medicago minima</i>	1
<i>Poa pratensis</i>	10

Annexe 2 :

Sources de financements du projet «global» sur l'enherbement des vignes

Activités Partenaires	Volet 1 Inter-rangs: mélange pilotes (MCS)		Volet 2 Sur le rang : Sélection écotypes allélopathiques et peu concurrentiels			Volet 3 Création lignées
	Suivi réseau (hepia)	Collecte écotypes (hepia)	Traits fonctionnels (Changins)	Allélopathie (hepia)	Phytochimie (EIV)	
OCAN (GE)	3 x 15'000.- (2017-19) 45'000.-					
CCCS (VD)	2 x 15'000.- (2018-19) 30'000.-					
OH Semences		(2018) 10'000.-				
HES-SO			(2018-2020) 180'000.-			

Annexe 3 :

Evaluation agronomique et environnementale - biodiversité fonctionnelle et conservation - d'espèces destinées à l'enherbement des cultures spéciales pérennes lémaniques

(Delabays *et al.* 2016)

espèces	Critères agronomiques		Biodiversité fonctionnelle	Enjeu de protection	Remarques (slr : potentiel pour une utilisation sur le rang de culture)
	Pérennité	vigueur			
Espèces du mélange pilote					
<i>Achillea millefolium</i>	+++	++	+++		
<i>Agrostis capillaris</i>	++	++	+		
<i>Bellis perennis</i>	++	+++	++		
<i>Bromus tectorum</i>	+	++	+++		
<i>Lotus corniculatus</i>	+++	++	+++	(+++)	<i>L. maritimus</i> (GE)
<i>Medicago lupulina</i>	++	++	+++		slr
<i>Mentha arvensis</i>	+	++	++		
<i>Origanum vulgare</i>	++	+++	++		
<i>Pimpinella saxifraga</i>	++	++	+++		
<i>Poa compressa</i>	+	++	++		
<i>Potentilla. verna</i>	++	+++	+++		slr
<i>Prunella vulgaris</i>	+++	++	+++		slr
<i>Sanguisorba minor</i>	+++	+	++		
<i>Thymus pulgioides</i>	+	+++	+++		
<i>Veronica chamaedrys</i>	+++	+++	+		slr
Espèces complémentaires proposées					
<i>Althea hirsuta</i>	+	+	+++	+++	
<i>Anthyllis vulneraria</i>	+	++	+++	(++)	<i>ss carpatica</i> (GE)
<i>Calendula arvensis</i>	+	++	+++	+++	
<i>Geaga vilosa</i>	+	++	+++	+++	
<i>Fragaria viridis</i>	++	++	++	+++	slr
<i>Medicago falcata</i>	+	++	+++	+++	Protection (Genève)
<i>Medicago minima</i>	+	+++	+++	+++	slr
<i>Ononis natrix</i>	+	++	+++	+++	Protection (Genève)
<i>Teucrium chamaedrys</i>	+++	+++	++	++	slr
<i>Teucrium montanum</i>	+	+++	++	+++	Protection (Genève)
<i>Thymus praecox</i>	+	+++	+++	++++	
<i>Trifolium dubium</i>	+	++			
<i>Trifolium pratensis</i>	+	++			

Annexe 4. Synthèse des relevés de végétation réalisés, entre 2017 et 2019, sur le réseau de parcelles ensemencées avec les mélanges MCS1.

N°	Semis	Mélange	Nombre de relevés			Nombre d'espèces						Espèces dominantes : $\geq 10\%$ lors d'un des relevés (% maximal de couverture durant la saison). <i>En bleu, espèces semées</i>		
						Semées			Spontanées					
			2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
1	11.16	MCS1a	4	6	4	9	11	11	34	41	38	<i>Achillea millefolium</i> (60) <i>Veronica persica</i> (30) <i>Polygonum aviculare</i> (20) <i>Medicago lupulina</i> (10) <i>Prunella vulgaris</i> (10)	<i>Achillea millefolium</i> (50) <i>Bromus tectorum</i> (40) <i>Trifolium repens</i> (30) <i>Clinopodium vulgare</i> (10) <i>Picris hieracioides</i> (10)	<i>Achillea millefolium</i> (40) <i>Bromus tectorum</i> (30) <i>Trifolium repens</i> (20)
2	11.16	MCS1a	4	4	3	5	10	8	26	32	25	<i>Polygonum aviculare</i> (20) <i>Medicago lupulina</i> (20) <i>Trifolium repens</i> (20) <i>Sanguisorba minor</i> (10)	<i>Trifolium repens</i> (30) <i>Achillea millefolium</i> (20) <i>Bromus tectorum</i> (20) <i>Crepis setosa</i> (10) <i>Medicago lupulina</i> (10) <i>Plantago lanceolata</i> (10)	<i>Achillea millefolium</i> (20) <i>Lolium perenne</i> (20) <i>Trifolium repens</i> (20)
3	11.16	MCS1a	4	5	3	11	10	10	22	26	29	<i>Convolvulus arvensis</i> (30) <i>Polygonum aviculare</i> (30) <i>Achillea millefolium</i> (10)	<i>Achillea millefolium</i> (30) <i>Trifolium repens</i> (20) <i>Sanguisorba minor</i> (10)	<i>Achillea millefolium</i> (30) <i>Lolium perenne</i> (10) <i>Trifolium repens</i> (10)
4	03.17	MCS1a	3	3	3	5	7	7	22	27	19	<i>Echinochloa crus-galli</i> (90) <i>Taraxacum officinalis</i> (20)	<i>Lolium perenne</i> (50) <i>Achillea millefolium</i> (10) <i>Sanguisorba minor</i> (10) <i>Trifolium repens</i> (10) <i>Taraxacum officinale</i> (10) Sol nu (10)	<i>Lolium perenne</i> (60) <i>Achillea millefolium</i> (20) <i>Trifolium repens</i> (10)
5	03.17	MCS1a	3	4	3	3	8	7	26	28	18	<i>Echinochloa crus-galli</i> (90)	<i>Achillea millefolium</i> (40) <i>Lolium perenne</i> (20) <i>Plantago major</i> (20) <i>Trifolium repens</i> (20) <i>Erigeron annuus</i> (10)	<i>Achillea millefolium</i> (30) <i>Trifolium repens</i> (30) <i>Lolium perenne</i> (10) <i>Taraxacum officinalis</i> (10)
6	04.17	MCS1a	3	3	3	5	8	5	21	26	22	<i>Veronica chamaedrys</i> (20) <i>Convolvulus arvensis</i> (20)	<i>Sanguisorba minor</i> (20) <i>Achillea millefolium</i> (10) <i>Festuca arundinacea</i> (10) <i>Picris hieracioides</i> (10) <i>Potentilla repens</i> (10) « mousse » (10) Sol nu (10)	<i>Achillea millefolium</i> (10) <i>Festuca arundinacea</i> (10) <i>Sanguisorba minor</i> (10) <i>Trifolium repens</i> (10)

N°	Semis	Mélange	Nombre de relevés			Nombre d'espèces						Espèces dominantes : ≥ 10 % lors d'un des relevés (% maximal de couverture durant la saison). <i>En bleu, espèces semées</i>		
						Semées			Spontanées					
			2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019			
7	09.17	MCS1a	2	2	-	1	2	-	10	9	-	<i>Chenopodium album</i> (50) <i>Lamium purpureum</i> (20) <i>Stellaria media</i> (20)	<i>Stellaria media</i> (20) <i>Lamium purpureum</i> (20) <i>Fumaria officinalis</i> (10) <i>Bromus tectorum</i> (10)	Parcelle labourée (nouvelle plantation)
		MCS1b	2	2	-	1	1	-	12	6	-	<i>Bromus tectorum</i> (60) <i>Chenopodium album</i> (20)	<i>Bromus tectorum</i> (90)	Parcelle labourée (nouvelle plantation)
8	09.17	MCS1a	1	3	3	4	8	9	18	34	22	<i>Veronica persica</i> (40) Sol nu (20)	<i>Bromus tectorum</i> (60) <i>Veronica persica</i> (30)	<i>Achillea millefolium</i> (20) <i>Festuca pratense</i> (10) <i>Sanguisorba minor</i> (10) <i>Trifolium repens</i> (10)
		MCS1b	1	3	3	1	6	7	9	25	16	<i>Bromus tectorum</i> (80)	<i>Bromus tectorum</i> (90) <i>Lolium perenne</i> (10) <i>Medicago arabica</i> (10) <i>Ranunculus repens</i> (10)	<i>Festuca pratensis</i> (20) <i>Ranunculus repens</i> (20) <i>Lolium perenne</i> (10) <i>Sanguisorba minor</i> (10) <i>Veronica persica</i> (10)
9	10.17	MCS1a	1	4	3	1	6	6	8	31	22	Sol nu (90)	<i>Echinochloa crus-galli</i> (40) <i>Amaranthus retroflexus</i> (40) <i>Digitaria sanguinea</i> (20) <i>Convolvulus arvensis</i> (10) <i>Solanum nigrum</i> (10) Sol nu (80) (avril 2018)	<i>Trifolium repens</i> (50 %) <i>Lolium perenne</i> (10 %) <i>Poa trivialis</i> (10)
		MCS1b	1	4	3	1	8	8	5	21	20	Sol nu (90)	<i>Digitaria sanguinea</i> (30) <i>Convolvulus arvensis</i> (20) <i>Echinochloa crus-galli</i> (20) <i>Bromus tectorum</i> (10) <i>Solanum nigrum</i> (10) <i>Polygonum aviculare</i> (10) Sol nu (70) (avril 2018)	<i>Trifolium repens</i> (30 %) <i>Lolium perenne</i> (10 %)
10	10.17	MCS1a	1	4	3	1	5	5	8	22	19	Sol nu (90)	<i>Convolvulus arvensis</i> (30) <i>Trifolium repens</i> (20) <i>Achillea millefolium</i> (10) Sol nu (90) (avril 2018)	<i>Trifolium repens</i> (60 %) <i>Achillea millefolium</i> (10 %)
		MCS1b	1	4	3	1	6	6	7	27	20	Sol nu (90)	<i>Convolvulus arvensis</i> (20) <i>Achillea millefolium</i> (10) <i>Bromus tectorum</i> (10) <i>Medicago lupulina</i> (10) <i>Solanum nigrum</i> (10)	<i>Trifolium repens</i> (40 %) <i>Achillea millefolium</i> (10%)

													<i>Trifolium repens</i> (10) <i>Polygonum aviculare</i> (10) <i>Prunella vulgaris</i> (10) Sol nu (80) (avril 2018)	
11	10.17	MCS1a	1	4	3	1	3	3	7	15	10	Sol nu (90)	<i>Echinochloa crus-galli</i> (30) <i>Polygonum aviculare</i> (20) <i>Solanum nigrum</i> (20) <i>Bromus tectorum</i> (10) <i>Veronica persica</i> (10) Sol nu (70) (avril 2018)	<i>Poa compressa</i> (40) <i>Trifolium repens</i> (30) <i>Lolium perenne</i> (10) Sol nu (10) (trace roue)
		MCS1b	1	4	3	1	2	4	4	19	13	Sol nu (90)	<i>Bromus tectorum</i> (80) <i>Echinochloa crus-galli</i> (20) <i>Amaranthus retroflexus</i> (10) <i>Convolvulus arvensis</i> (10) <i>Polygonum aviculare</i> (10) Sol nu (10) (avril 2018)	<i>Poa compressa</i> (30) <i>Trifolium repens</i> (20) <i>Lolium perenne</i> (10) <i>Taraxacum officinalis</i> (10)
12	11.17	MCS1a	1	5	3	0	4	6	0	24	19	<i>Bromus tectorum</i> (30) <i>Achillea millefolium</i> (20) <i>Trifolium repens</i> (20) <i>Convolvulus arvensis</i> (10) <i>Lolium perenne</i> (10) <i>Polygonum aviculare</i> (10) Sol nu (90) (mars 2018)	<i>Bromus tectorum</i> (30) <i>Achillea millefolium</i> (20) <i>Trifolium repens</i> (20) <i>Convolvulus arvensis</i> (10) <i>Lolium perenne</i> (10) <i>Polygonum aviculare</i> (10) Sol nu (90) (mars 2018)	<i>Lolium perenne</i> (30) <i>Bromus tectorum</i> (10)
13	11.17	MCS1b	1	5	1	0	4	-	0	28	-	Sol nu (100)	<i>Bromus tectorum</i> (70) <i>Trifolium repens</i> (60) <i>Convolvulus arvensis</i> (10) <i>Lolium perenne</i> (10) Sol nu (10) (mars 2018)	labouré
14	04.18	MCS1b	-	3	3	-	2	6	-	22	14	-	<i>Echinochloa crus-galli</i> (40) <i>Convolvulus arvensis</i> (30) <i>Digitaria sanguinalis</i> (30) <i>Trifolium repens</i> (20) <i>Amaranthus retroflexus</i> (10)	<i>Trifolium repens</i> (20) <i>Lolium perenne</i> (20) <i>Poa compressa</i> (10) <i>Taraxacum officinale</i> (10)

Annexe 5

BIO Web of Conferences **15**, 01007 (2019)

Selection of plant species for permanent ground cover in vineyards: looking for an agronomic and environmental optimum

N. Delabays¹, A.F. Grogg², M. Mota³ and U. Piantini²

¹ Institute Earth-Nature-Environnement, hepia, University of Applied Sciences of Western Switzerland, 1254 Jussy, Switzerland

² Institute of life technologies, hevs, University of Applied Sciences of Western Switzerland, 1950 Sion, Switzerland

³ Institute of viticulture and œnology, Changins, University of Applied Sciences of Western Switzerland, 1260 Nyon, Switzerland

Abstract

The installation of a permanent ground cover in vineyards offers numerous agronomic (soil protection, soil fertility) and environmental (reduced leaching of nutrients and of plant protection products, reduced use of herbicides, biodiversity) benefits. Nevertheless, such ground covers are not always free of drawbacks (competition for water and nitrogen, increased risk of frost, management). For the growers, the challenge is to manage the green ground covers in such a way as to preserve their advantages while limiting these drawbacks. Among the tools available to the winegrower is the sowing of a seed mixture composed of selected species: a choice depending of the soil and climatic conditions of the parcel, but also of the different, and sometime contradictory, objectives of the grower. This paper lists the agronomic and environmental issues addressed by the installation of a permanent ground cover in vineyards. It describes two concrete situations – ground cover for vineyards integrated in agro-ecological networks and green cover on the row of vines (as alternative to glyphosate) – for which, according to the objectives and the impacts, a choice of plant species is proposed. At last, it presents the trials now carried out to validate and optimize those selections, as well as the first observations and results gathered to date.

<https://doi.org/10.1051/bioconf/20191501007>