



HAL
open science

Impact d'un enherbement sur la vigne en situation de forte pente

Camille Froger

► **To cite this version:**

Camille Froger. Impact d'un enherbement sur la vigne en situation de forte pente. *Agronomie*. 2019. dumas-02971177

HAL Id: dumas-02971177

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02971177>

Submitted on 26 Oct 2020

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

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

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

présenté pour l'obtention du

DIPLÔME D'INGÉNIEUR AGRONOME

Option: Viticulture-Oenologie

Impact d'un enherbement sur la vigne en situation de forte pente



par Camille FROGER

Année de soutenance : 2019

Organisme d'accueil : Vignobles Pierre-Jean VILLA

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

présenté pour l'obtention du

DIPLÔME D'INGÉNIEUR AGRONOME

Option: Viticulture-Œnologie

Impact d'un enherbement sur la vigne en situation de forte pente

par **Camille FROGER**

Mémoire préparé sous la direction de :
Aurélie METAY

Organisme d'accueil :
Vignobles Pierre-Jean Villa

Présenté le :
6 Novembre 2019

Maître de stage:
Justin PRUDHOMME

Remerciements

Je remercie tout d'abord Pierre-Jean VILLA pour m'avoir permis d'effectuer mon stage dans son domaine durant cette période. Merci de m'avoir intégrée dans l'équipe aussi rapidement.

Je remercie ensuite Justin PRUDHOMME, le directeur technique du domaine et mon maître de stage, de m'avoir accompagnée tout au long de ce stage et autour de mon sujet. Je le remercie pour sa gentillesse, ses conseils, sa disponibilité, son professionnalisme et toutes les connaissances qu'il m'a apportées.

Je remercie également toutes les personnes que j'ai côtoyées tout au long de mon stage. Je pense notamment à Bryan, Sylvie, Mélanie, Louis, Pascal, Etienne, Céline, Sébastien et Alex, pour leur accueil, leur gentillesse et tous les moments que l'on a pu passer ensemble, à la vigne, en cave ou après les journées de travail. Je pense également aux saisonniers en cave, les deux Arthur et Virgile, avec qui j'ai passé de très bons moments.

Je remercie aussi La Chambre d'Agriculture du Rhône avec qui j'ai pu beaucoup échanger.

Je tiens à remercier Aurélie Metay, ma tutrice de stage, pour sa disponibilité et ses conseils.

Je porte une attention toute particulière à ma famille et mes amis, qui m'ont toujours soutenue. Je remercie Bastien Carron pour son soutien et sa présence.

Et, enfin, je dédie ce mémoire à mon papa, Claude, qui m'a transmis sa curiosité, sa rigueur, sa volonté et sa passion du vin.

Table des matières

Remerciements.....	5
Table des matières.....	7
Table des tableaux.....	9
Table des illustrations	11
Table des abréviations	13
Introduction	15
I. Contexte et problématique de l'étude.....	17
II. État de l'art et problématique.....	21
A. Connaissance autour de l'enherbement.....	21
B. Caractérisation des plantes utilisées pour l'enherbement des vignes	27
C. Problématique du stage	31
III. Matériels et méthodes	31
A. Dispositif d'essai	31
1. Présentation des parcelles	31
2. Stratégie d'échantillonnage	33
3. Mesures et analyses effectuées	35
B. Démarche d'analyse des données	41
IV. Résultats et discussion.....	43
A. Caractéristiques du millésime 2019	43
B. Constat sur le développement des plantes	43
C. Effets de l'enherbement sur l'état hydrique du sol.....	45
D. Les réponses de la vigne face à l'enherbement.....	47
1. L'effet sur l'état hydrique.....	47
2. L'effet sur la nutrition azotée	49
3. L'effet sur la croissance végétative	51
E. L'impact sur le rendement et la qualité de la vendange	51
F. Analyse technico-économique de l'enherbement.....	55
G. Limites de l'étude et discussion	57
CONCLUSION.....	61
Liste des références bibliographiques.....	63

Table des tableaux

Tableau 1: Présentation des différentes modalités mises en place au domaine et de leur itinéraire technique en fonction des parcelles	28
Tableau 2: Signification des valeurs données par les sondes Watermark®.....	34
Tableau 3: Seuils pour les interprétations des valeurs du N-tester (VAN LEEUWEN C. et FRIANT P., 2011)	38
Tableau 4: Taux de recouvrement des différentes plantes sur les parcelles de la Blonde, de Verenay et des Rivoires (Mesures effectuées en mai 2019).....	42
Tableau 5: Calcul du coût de la plantation sur les parcelles de La Blonde et des Rivoires suivant deux modalités de plantation: Par achat de godet ou par repiquage.....	54
Tableau 6: Tableau récapitulatif des résultats obtenus lors de l'année 2019	60

Table des illustrations

Figure 1: Schéma bilan des effets de l'enherbement	26
Figure 2: Disposition des placettes et des tensiomètres sur les parcelles d'essais de la Blonde, des Rivoires et Verenay	30
Figure 3: Itinéraire technique de la mise en place de l'enherbement pour les trois parcelles d'essais	32
Figure 4: Photo de la mesure du taux de recouvrement pour le sédum	34
Figure 5: Modélisation en pyramide d'un pied en échelas pour la mesure de la SCEV.....	36
Figure 6: Description des différents stades de la croissance d'un apex (Application ApexVigne).....	38
Figure 7: Calendrier des différentes mesures effectuées pour chacune des modalités sur les parcelles d'essais	40
Figure 8: Diagramme ombrothermique 2019 sur les appellations Condrieu et Côte-Rôtie (Chambre d'Agriculture du Rhône).....	42
Figure 9: Suivi tensiométrique de la parcelle de la Blonde à 30 cm de profondeur au cours de la saison en fonction des différentes modalités	44
Figure 10: Suivi tensiométrique de la parcelle de la Blonde à 60 cm de profondeur au cours de la saison en fonction des différentes modalités	44
Figure 11: Suivi de l'indice d'arrêt de croissance des apex sur les parcelles de Verenay, de la Blonde et des Rivoires au cours de la saison en fonction des différentes modalités	46
Figure 12: Résultats du N-tester sur les parcelles des Rivoires, de la Blonde et de Verenay à la floraison, à la fermeture de la grappe et à la véraison en fonction des différentes modalités	48
Figure 13: Suivi des stades phénologiques pour les parcelles de la Blonde et de Verenay au cours de la saison en fonction des différentes modalités.....	50
Figure 14: Suivi du SCEV sur les parcelles de la Blonde, Verenay et Rivoires à la floraison et à la fermeture de la grappe en fonction des différentes modalités	50
Figure 15: Résultats des rendements estimés en kilogrammes par cep sur les parcelles des Rivoires, Verenay et de la Blonde en fonction des différentes modalités	52
Figure 16: Amortissement en fonction des années, du mode de plantation et d'entretien de la parcelle	54

Table des abréviations

AB: Agriculture Biologique

AOC: Appellation d'Origine Contrôlée

IGP: Indication Géographique Protégée

SCEV: Surface Externe du Couvert Végétal

IAC: Indice d'Arrêt de Croissance

Introduction

Le domaine Pierre Jean VILLA, basé à Chavanay dans la Loire (42), a su se faire une grande place depuis sa création en 2009. Le domaine est constitué de 14 hectares comprenant les appellations Côte-Rôtie, Condrieu, Saint-Joseph, Crozes-Hermitage et l'IGP Collines Rhodaniennes (Seyssuel). L'objectif du domaine est de préserver la vie des sols afin de produire des vins fidèles aux différents terroirs.

Depuis quelques années, le domaine souhaite se convertir en Agriculture Biologique. Le but est donc de supprimer les intrants de synthèse et plus particulièrement le désherbage chimique qui reste la méthode la plus utilisée dans les cas de forte pente. De plus, face à l'interdiction de l'utilisation du glyphosate à l'horizon 2021, il semble impératif de trouver des solutions. Une des alternatives est alors le désherbage mécanique. Or, le relief de la région rend le travail du sol plutôt compliqué. A l'exception de quelques parcelles en plateau, le travail n'est quasiment pas mécanisable. Dans cette optique, le domaine a alors commencé des essais d'enherbement sous le rang et en plein.

L'enherbement des vignes est alors maintenu pour éviter l'entretien mécanique ou chimique.

Le projet a été lancé pendant la campagne 2017 sur trois parcelles différentes avec trois espèces de plante: le sédum, la piloselle et le thym cilié.

Après ces deux années, le propriétaire souhaite évaluer les effets, qu'ils soient positifs ou négatifs, sur la vigne et sur le sol afin d'en déduire quelle(s) espèce(s) de plante serai(en)t la ou les plus adaptée(s).

Après une rapide présentation du contexte de l'étude, nous ferons un état de l'art sur l'enherbement. Nous verrons dans une deuxième partie le matériel et les méthodes utilisés durant le stage. Et enfin, la troisième partie portera sur les résultats obtenus notamment en termes de bilan économique pour l'entreprise, ainsi que sur les points discutables.

I. Contexte et problématique de l'étude

Présentation du domaine

Conditions pédoclimatiques

Situé principalement sur les communes de Chavanay, Verenay et Ampuis, le long de la rive gauche du Rhône, le vignoble est soumis à un climat semi-continental avec des influences alternées méditerranéennes et continentales.

Au niveau pédologique, le vignoble des Côtes-du-Rhône septentrionaux repose majoritairement sur des terrasses alluviales formées par le Rhône. Ce sont des roches magmatiques, parmi lesquelles dominent les granites et des roches métamorphiques. Ces terrasses se sont formées par-dessus une couche de Löss déposée lors du Quaternaire (d'après le rapport de la commission d'enquête nommée par l'INAO en 1986 pour la restructuration de l'aire d'appellation).

Les vignes de Chavanay sont plantées sur des sols granitiques tandis que les vignes d'Ampuis et Verenay sont majoritairement sur des sols basaltiques (*source : geoportail.gouv.fr*). Le vignoble est situé en forte pente et les parcelles sont disposées en terrasses (appelées localement chaillées) constituées de petits murets auxquels un soin permanent doit être apporté afin de pouvoir maintenir l'appellation sur les parcelles.

Parcellaire

Le vignoble de Pierre-Jean VILLA s'étend aujourd'hui sur 14 hectares comprenant les appellations Côte-Rôtie, Condrieu, Saint-Joseph, Crozes-Hermitage et l'IGP Collines Rhodaniennes (Seyssuel).

Itinéraires cultureux

Les pratiques mises en place au vignoble sont dans l'optique d'une conversion en Agriculture Biologique, tous les traitements phytosanitaires respectant déjà cette certification AB. Seule l'utilisation des herbicides empêche cette conversion.

La majorité des travaux en vert (épamprage, relevage, attachage, etc.) se fait manuellement.

Les vignes plantées en pente sont dites « échalassées », c'est-à-dire qu'elles sont maintenues chacune par un piquet en bois appelé « échalas ». Dans ce cas, les vignes sont taillées en guyot simple ou en gobelet tandis que les vignes de plateaux sont en cordon de Royat ou en guyot simple et sont palissées. Les sols sont travaillés à la pioche, au motoculteur, au cheval, au tracteur ou au chenillard dans certains cas.

Démarche expérimentale et résultats attendus

Trois parcelles d'études ont été retenues, avec différentes modalités sur chacune d'elle: L'une d'elle est mécanisable, une autre est difficilement mécanisable et travaillée au treuil, et la dernière n'est quasiment pas mécanisable avec la présence de petites chaillées d'une dizaine de pieds. Les cépages plantés sur ces parcelles sont soit le Viognier soit la Syrah.

L'objectif de cette démarche est de savoir quel enherbement et donc quelle plante est à favoriser pour une plus grande surface de plantation future en prenant en compte plusieurs critères:

- Le développement des plantes en question
- L'effet sur la pousse des adventices
- Le développement phénologique de la vigne
- La vigueur de la vigne
- La concurrence possible par rapport aux nutriments
- Le rendement de la vigne
- La qualité organoleptique des raisins
- L'impact technico-économique

II. État de l'art et problématique

A. Connaissance autour de l'enherbement

L'enherbement est une pratique qui consiste à mettre en place un couvert végétal en prenant en compte son implantation, sa gestion et sa possible destruction. Les objectifs du viticulteur vont permettre de définir le choix du couvert à mettre en place en fonction de ses caractéristiques et de sa gestion.

Cette pratique est de plus en plus utilisée et fait l'objet de plusieurs études dans plusieurs régions viticoles afin de connaître au mieux les effets du couvert sur la vigne, qu'ils soient négatifs ou positifs, et pour optimiser au mieux sa gestion. En effet, en France, 49% des vignobles présentent un enherbement en 2010, de façon permanente (39%) ou non, sur toute la surface (11%) ou juste sur une partie (*Ambiaud, 2012*).

a. Effets sur le sol

L'enherbement permet tout d'abord de limiter les ruissellements et l'érosion des sols. Cette capacité de préservation des sols est dépendante du taux de recouvrement de l'espèce de plante en question. (*Andrieux, 2007*).

De plus, le réseau racinaire des plantes joue un rôle dans le maintien de la structure et de la porosité d'une parcelle. (*Morlat, et al., 1981*) (*Celette, 2003*). Ainsi, on a une augmentation de l'infiltration de l'eau en profondeur et une augmentation de la réserve utile, notamment lors de gros épisodes de pluie.

La portance des sols se voit aussi améliorée et la compaction est diminuée en présence de couverts végétaux (*Ferrero, et al., 2005*). Ceci est alors dépendant de l'espèce utilisée et pourra faciliter le passage des engins, surtout en conditions humides.

Le couvert végétal va avoir un impact sur la fertilité du sol. En effet, en fonction de la nature des plantes présentes, la teneur en éléments nutritifs se trouve modifiée (*Fourie, 2012*). Ces plantes peuvent alors apporter de l'azote ou bien capter les nitrates et donc diminuer leur lixiviation (*Thorup-Kristensen et al., 2003*). L'azote est restitué par le couvert végétal à la vigne lorsqu'il est détruit. Bloqué sous forme organique, il est minéralisé notamment par les micro-organismes. Cette disponibilité de l'azote va dépendre du rapport C/N et de la biomasse produite.

Cependant, il peut aussi y avoir une compétition entre le couvert végétal et la vigne pour l'azote présent dans le sol.

Pour les autres éléments nutritifs, il existe encore peu d'informations (*Thorup-Kristensen et al., 2003*).

b. Effets sur les adventices

L'un des premiers objectifs des viticulteurs mettant en place un enherbement est la diminution de l'utilisation ou la non-utilisation d'herbicides.

En effet, la mise en place d'un couvert végétal permet de diminuer la présence d'adventices (*Baumgartner, et al., 2008*). Ainsi, l'utilisation d'herbicides, et plus particulièrement du glyphosate, se trouve diminuée, voire supprimée (*Tworkoski and Glenn, 2012*).

Le choix de ou des espèces de plante pour le couvert végétal est alors important sur plusieurs points pour lutter contre les adventices. Tout d'abord, la période de germination est un point clé pour que le couvert végétal se développe en faveur des adventices. Le temps d'implantation est l'autre point important lors du choix des espèces de plante. Il faut là encore que le couvert végétal se développe le plus rapidement possible pour limiter la place pour les adventices.

On peut alors orienter son choix d'espèces vers des plantes dites allélopathiques, c'est-à-dire qui vont sécréter des substances chimiques nocives ou toxiques qui inhibent la croissance d'autres organismes (Lou, et al., 2016).

c. Effets sur l'environnement

Il semblerait que la présence d'un couvert végétal permette d'avoir un impact sur l'environnement.

Tout d'abord, d'un point de vue de la pollution: les effets que nous avons vus précédemment sur le sol vont avoir un impact sur la dépollution du sol, qu'il soit négatif ou positif. Il s'avère que l'enherbement peut permettre une dépollution (Alletto et al., 2010) par une meilleure pénétration des pesticides dans le sol, où ils peuvent être dégradés. Mais, l'augmentation du taux de matière organique en surface en présence d'un couvert végétal va engendrer une rétention des pesticides et donc une moindre dégradation des molécules par les micro-organismes (Alletto et al., 2010).

De plus, suivant la ou les espèce(s) utilisée(s), on aurait une plus ou moins grande séquestration du carbone dans le sol (Arrouays et al., 2002). Cependant, il faut aussi penser à prendre en compte les émissions de carbone avec l'utilisation des machines lors du travail du sol, avec par exemple la préparation du sol au semis.

D'autre part, le couvert végétal permet d'augmenter la présence d'insectes, qui ne sont alors plus ceux spécifiques de la vigne: on a alors une plus grande biodiversité (Coll et al., 2009). En plus de cela, l'enherbement représente une niche pour les oiseaux ou encore les prédateurs des ravageurs de la vigne, ce qui peut être un réel avantage pour le vigneron.

Cela aurait aussi un impact sur la présence plus abondante des nématodes, qui jouent un rôle important dans l'activité des sols (Coll, et al., 2011). Un couvert végétal peut aussi entraîner le développement de mycorhizes, au niveau des racines des vignes et créer ainsi une forme de symbiose avec celles-ci (Cheng and Baumgartner, 2006).

Cependant, même si l'enherbement peut amener des auxiliaires de la vigne, il peut amener aussi des ravageurs (Bugg and Waddington, 1994). Par exemple, Castillo et al. (2008) a mis en évidence qu'un couvert végétal peut héberger des nématodes néfastes pour le système racinaire de la vigne.

d. Effets sur la vigne

L'un des principaux aspects par rapport à la vigne est la concurrence hydro-azotée. En effet, l'enherbement rentre en concurrence direct avec la vigne pour les ressources que sont l'eau et l'azote. Le risque est d'avoir une concurrence trop forte et donc une baisse trop importante de la vigueur de la vigne et des rendements.

Du point de vue hydrique, l'effet ainsi que son intensité, va dépendre du niveau de développement du couvert végétal et de la saison. En effet, en hiver, la réserve en eau sera plus importante sur les surfaces enherbées. Mais, du fait du développement du couvert au printemps, cette réserve se retrouve au plus bas (Celette, et al., 2008). De plus, entre la floraison et la véraison, on trouve une contrainte hydrique plus importante sur les vignes enherbées (Celette, 2007).

Le système racinaire de la vigne se trouve modifié dans le cas d'un enherbement. En effet, celui-ci va avoir tendance à se développer en profondeur alors que les racines du couvert s'installent en surface (Celette, 2007). Ainsi, l'eau sera directement pris en surface par le couvert avant que la vigne puisse l'utiliser.

La qualité des raisins sera modifiée avec une diminution du chargement en eau dans les raisins et donc une augmentation des anthocyanes et une diminution de l'acidité (Lopes, et al., 2008) (Ripoche, et al., 2010).

L'azote est un élément important pour la vigne sur plusieurs stades. La présence d'un enherbement va diminuer l'absorption de l'azote par la vigne ce qui va permettre de limiter sa vigueur et ainsi baisser le nombre d'interventions telles que l'épamprage, le rognage, etc ...

Cependant, une concurrence trop élevée pour l'azote pourra entraîner une baisse de la teneur en azote des moûts et donc une influence négative sur la fermentiscibilité des moûts.

Du fait de cette concurrence hydro-azotée, plusieurs publications affirment alors que la vigueur de la vigne et son rendement se voient diminués en présence d'un couvert végétal (Serrano, et al., 2002).

Les études montrent une diminution du poids des bois de taille et de l'épaisseur de la canopée (Tesic, et al., 2007) (Ripoche, et al., 2010) (Lopes, et al., 2008). On peut observer aussi une baisse de rendement: le nombre de grappes par pied est diminué (Ripoche, et al., 2010) tout comme le poids des baies (Tesic, et al., 2007). Alors que dans certains cas, ce rendement reste inchangé (Lopes, et al., 2008).

Du fait de cette baisse de vigueur, et d'un changement de microclimat, l'état sanitaire des vignes est amélioré (Morlat et al., 1993). De plus, lors d'épisodes de fortes chaleurs, le couvert végétal permettrait de diminuer la réflexion de la lumière et donc de diminuer l'échaudage. Cependant, l'enherbement augmenterait les risques de gel (Sánchez et al., 2007) et les risques de maladies pourraient être augmentés à cause d'une concentration de l'humidité (Valdés-Gómez et al., 2011).

e. La gestion de l'enherbement

Afin de choisir au mieux l'enherbement, il faut prendre en compte plusieurs facteurs sur lesquels il est possible de jouer:

- Le choix du matériel végétal, semé ou spontané. Dans le premiers cas, de nombreuses plantes sont possibles avec plusieurs critères: vitesse d'installation, vitesse de pousse, hauteur du couvert, pérennité, résistance(s) à certaines conditions des parcelles en question au niveau du sol et du climat, résistance au piétinement et service(s) attendu(s) par le viticulteur. Le matériel végétal peut être aussi semé avec une seule espèce ou en mélange.

- La surface à enherber: Il peut s'agir de toute la surface de la parcelle (en plein), seulement sur un interrang ou bien seulement sous le rang de vigne.

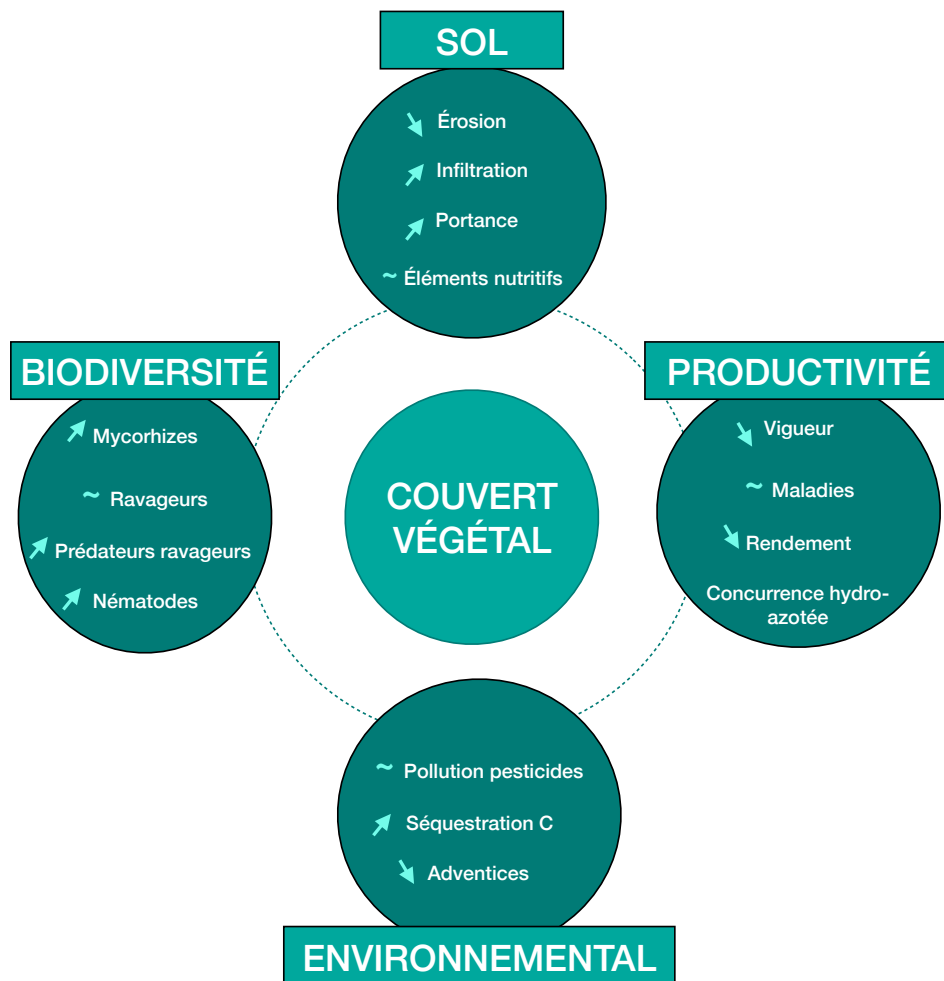


Figure 1: Schéma bilan des effets de l'enherbement

- Sa position par rapport au cycle de la vigne: il en existe trois types:
 - L'enherbement hivernal: les plantes occupent le terrain de la vendange jusqu'au débourrement et sont détruites une fois que le cycle de la vigne commence.
 - L'enherbement semi-permanent: l'enherbement est installé après les vendanges et perdure jusqu'à sa destruction avant les vendanges de l'année d'après.
 - L'enherbement permanent: le couvert n'est jamais détruit et reste en place toute l'année.

- L'itinéraire technique, qui comprend la date de semis, la durée de présence du couvert, sa destruction et son entretien. Pour le gérer, plusieurs techniques sont possibles comme la fauche, la tonte, le broyage, le pâturage ou le piochage.

Quant à sa destruction, elle peut être mécanique, chimique ou bien thermique (qui est peu utilisée). Le moment de la destruction est important car il permet d'influencer la concurrence avec la vigne (stress hydrique, apport d'azote, de matière organique, ...)

La gestion de l'enherbement va dépendre des attentes du viticulteur en fonction du millésime, de la production, de la nature et du moment de l'effet de l'écosystème souhaité durant le cycle de la vigne (*Garcia et al., 2018*).

Il faut alors savoir que les effets, aussi bien agronomiques qu'œnologiques, d'un enherbement sous le rang sont les mêmes que ceux vus sur un enherbement seulement sur l'inter-rang.

Conclusion (Figure 1)

La présence d'un couvert végétal va donc entraîner plusieurs effets sur les maladies de la vigne et sur la structure du sol. Il peut aussi engendrer une baisse du rendement, de la vigueur, une réduction de la teneur en azote des moûts, une augmentation du degré potentiel et de la teneur en anthocyanes, ... etc.

De plus, l'intensité de ces effets va varier en fonction de différents paramètres: les caractéristiques des sols, les cépages, les espèces utilisées pour le couvert et la période de présence de l'enherbement. De ce fait, les effets pourront être moins importants ou quasi-nuls en comparaison avec une parcelle non enherbée.

Néanmoins, il faut savoir que les effets seront plus importants si l'enherbement est total, notamment dans le cas de la concurrence azotée, d'où le fait de trouver un bon équilibre d'enherbement et d'effectuer un travail sur l'inter-rang, par exemple.

B. Caractérisation des plantes utilisées pour l'enherbement des vignes

a. Descriptif général des différentes plantes

La mise en place d'un enherbement sous le rang doit tout d'abord passer par le choix des plantes. Ces plantes doivent répondre à plusieurs critères techniques:

- Une bonne couverture du sol pour empêcher la présence d'autres adventices
- Peu de concurrence hydrique avec la vigne, surtout sur sols granitiques
- Pas plus de 5-10 cm de hauteur de couvert (pour éviter toute accumulation d'humidité ou transmission de maladies du fait de la hauteur assez basse des ceps de vignes)
- Une implantation rapide si possible
- Une couverture d'une largeur de 30-40 cm sous le rang de vigne
- La plante doit être pérenne

Tableau 1: Présentation des différentes modalités mises en place au domaine et de leur itinéraire technique en fonction des parcelles

x : Non effectué(e) ou non présent

Parcelles	Modalité	Désherbage chimique ou mécanique	Piloselle sous le rang	Sédum sous le rang	Thym sous le rang	Enherbement en plein
	ITK					
Côte Blonde	Date de semis	x	Octobre 2017 Octobre 2018	Octobre 2018	Octobre 2017 Octobre 2018	Octobre 2018
	Dose	x	2 plants/m ²	2 plants/m ²	2 plants/m ²	3,5 plants/m ²
	Travail de préparation	x	Travail superficiel	Travail superficiel	Travail superficiel	Travail superficiel
Rivoires	Date de semis	x	Octobre 2018	Octobre 2018	Octobre 2018	x
	Dose	x	2 plants/m ²	2 plants/m ²	2 plants/m ²	x
	Travail de préparation	x	Travail superficiel	Travail superficiel	Travail superficiel	x
Verenay	Date de semis	x	Octobre 2017	Octobre 2017	Octobre 2017	x
	Dose	x	2 plants/m ²	2 plants/m ²	2 plants/m ²	x
	Travail de préparation	x	Travail superficiel	Travail superficiel	Travail superficiel	x

Les premiers essais en 2017 ont été fait avec cinq espèces de plantes: La piloselle, le sédum, le thym hirsut, le thym cilié et l'achillée millefeuille.

Ces cinq espèces ont été choisies car elles correspondent aux critères techniques donnés précédemment. En ce qui concerne le sédum, le choix s'est aussi porté sur celui-ci car c'est une plante endémique.

En 2018, trois espèces sur les cinq ont été retenues. Celles retenues sont alors la piloselle, le sédum et le thym cilié.

Nous allons donc voir les caractéristiques des trois espèces mises en place. (*Dubois., 2018*)

- ***Hieracium Pilosella* = Piloselle**

La piloselle a un couvert ras ce qui évite un apport d'humidité au niveau de la vigne. Sa rosette fait maximum 3 cm de haut et au moment de la floraison, elle fait maximum 20 cm de haut. La colonisation du milieu se fait par le biais des stolons. De par cette implantation dense et rasante, la piloselle protège plutôt bien le sol des phénomènes d'érosion. Elle convient pour des sols pauvres, secs, acides et sableux Elle est dite allélopathique et supporte donc plutôt bien la concurrence. De plus, son implantation est bonne au bout de la deuxième année.

Son développement reste limité en été, ce qui pourra soulager la vigne de toute concurrence en période sèche.

- ***Thymus Ciliatus* = Thym cilié**

Le thym cilié possède aussi un couvert ras, tapissant. Il est rustique et supporte des températures plutôt basses (entre -12°C et -15°C)

Il convient pour des sols poreux et secs.

- ***Sedum Album***

Le sédum est facile d'implantation. Il est planté ou bien juste émietté sous le rang. Le sédum est très ras du sol puisque sa hauteur en pleine végétation n'excède pas 5 cm. Il a un pouvoir tapissant assez important.

Il présente un faible besoin en nutriments et a donc peu d'impact sur le développement de la vigne.

Le sédum n'est pas retenu pour les essais d'enherbement en plein car celui-ci est fragile lors de piétinements et est plutôt glissant, ce qui est gênant notamment lors des traitements.

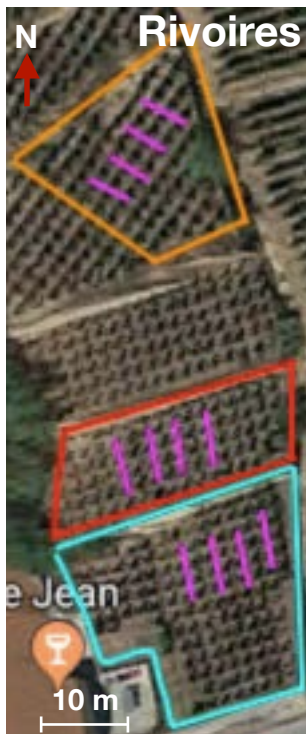
La mise en place de l'enherbement au domaine et ses différentes caractéristiques sont données dans le **Tableau 1**.

b. Effets des différentes plantes sur la vigne

Des essais ont été réalisés par le biais d'institutions comme l'INRA ou la Chambre d'Agriculture. Alors que ces essais datent de 2012 dans la région Val de Loire, les premiers essais datent de 2017 dans les Côtes du Rhône Nord. En effet, l'enherbement est une grande question d'actualité face à l'interdiction du glyphosate à l'horizon 2021.

Beaucoup d'essais ont été menés sur la piloselle, notamment dans le Val de Loire où elle se développe plutôt bien.

Pour cette dernière, il s'avère qu'il y a une certaine concurrence pour l'eau et l'azote, (*Delpuech, 2014*) mais la recharge en eau serait facilitée lors de pluies grâce à un drainage efficace. Cependant, elle assécherait plus rapidement les sols. De cette concurrence, il en découle une baisse du rendement, de l'azote des moûts et du développement de la végétation de la vigne. Au niveau de son développement, elle va mettre une à deux années à s'implanter










- | | | | |
|--|---|---|--------------------------------------|
|  | Délimitation des essais avec le sédum |  | Placettes |
|  | Délimitation des essais avec la piloselle |  | Emplacement des sondes
Watermark® |
|  | Délimitation des essais avec le thym | | |
|  | Délimitation des essais avec le thym en plein | | |
|  | Délimitation des essais en désherbage chimique ou mécanique | | |

Figure 2: Disposition des placettes et des tensiomètres sur les parcelles d'essais de la Blonde, des Rivoires et Verenay

correctement. Il est donc nécessaire de faciliter son implantation en entretenant le semis, c'est-à-dire en éliminant les adventices. Cependant, le développement de la piloselle peut être gêné par la sécheresse plus que par les adventices (Garin. 2010).

Au niveau de la maturité des raisins, il n'y a pas de différence significative observée.

En ce qui concerne le sédum, très peu d'études ont été faites, mis à part en Côtes du Rhône, où cette plante est endémique (Tournemelle, 2019). Il s'avère que le sédum se développe plutôt bien et qu'il occupe bien l'espace. Il empêche donc le développement d'autres adventices, même s'il ne lui est reconnu aucun caractère allélopathique.

Le sédum n'a pas d'impact sur la vigueur de la vigne. Il a un léger impact sur le rendement (jusqu'à 10% de moins). Le sédum a un effet intéressant sur la qualité organoleptique du raisin. En effet, il permettrait d'avoir des degrés inférieurs à la normale et une teneur en acide malique plus importante. Cependant, on retrouve moins d'azote assimilable dans les moûts.

Pour ce qui est du thym cilié, aucune étude approfondie n'a été faite sur cette espèce pour le moment.

Il faut cependant retenir qu'il est nécessaire de suivre chacun de ces paramètres sur plusieurs années pour avoir de réelles conclusions (Goma-Fortin, et al. 2012).

C. Problématique du stage

L'objectif de ce stage est d'apporter des données scientifiques pour caractériser les effets des différents types d'enherbement sur la vigne.

Le but est donc de savoir s'il est judicieux d'utiliser un enherbement sous le rang pour éviter de désherber chimiquement ces parcelles, ce qui représente un enjeu majeur compte tenu de l'interdiction possible du glyphosate et le souhait d'une conversion en Agriculture Biologique. Et surtout, laquelle des plantes mises en place est la plus rentable du point de vue agronomique et économique ?

La problématique est donc la suivante:

Quels sont les effets de l'enherbement mise en place au Domaine Pierre-Jean Villa, du point de vue agronomique et économique, et quelle plante semble la plus adaptée aux objectifs du domaine ?

III. Matériels et méthodes

A. Dispositif d'essai

1. Présentation des parcelles

Trois parcelles d'études ont été choisies pour l'expérimentation: La parcelle des Rivoires, celle de Côte blonde et la parcelle de Verenay (**Figure 2**).

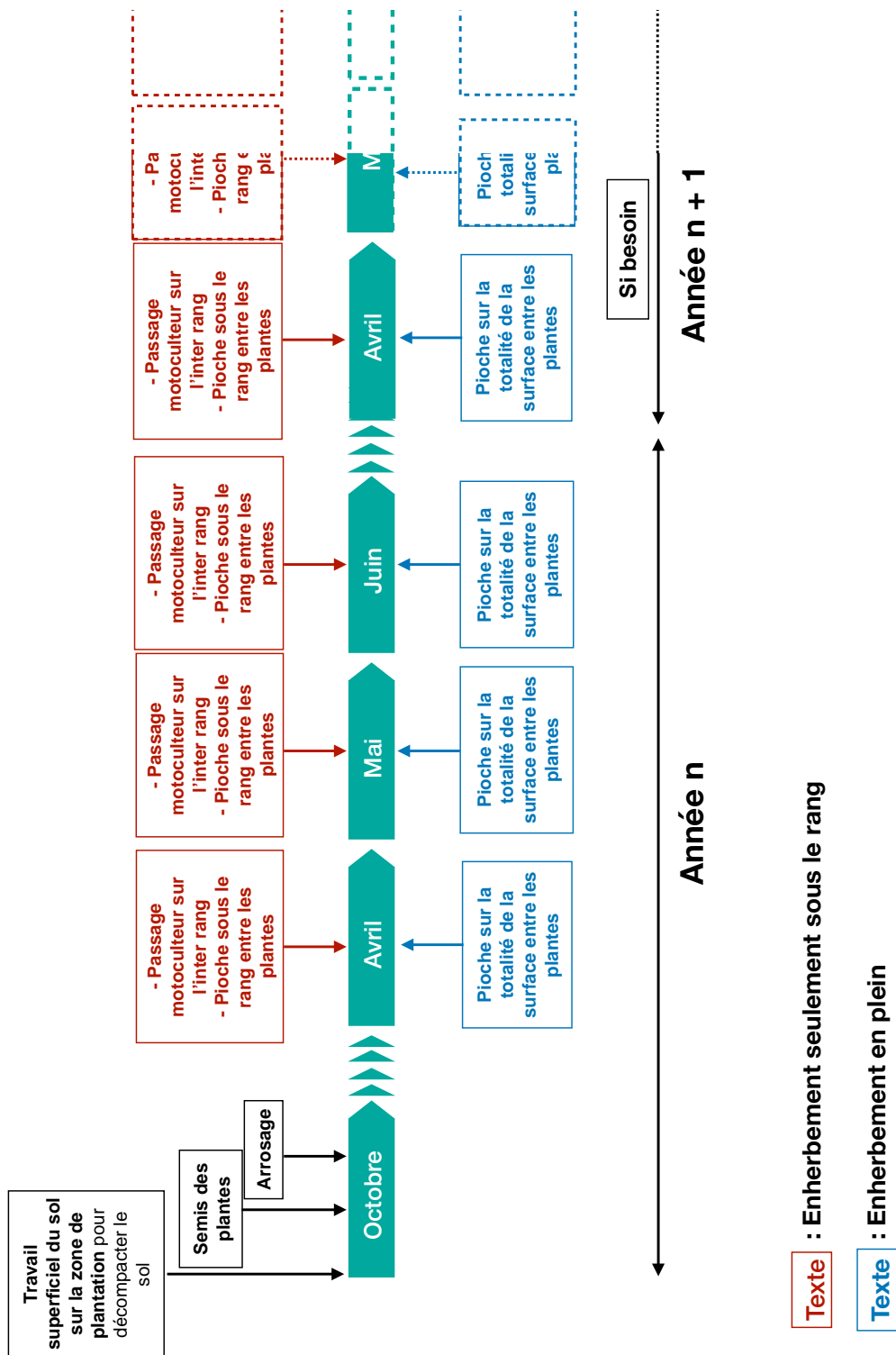


Figure 3: Itinéraire technique de la mise en place de l'enherbement pour les trois parcelles d'essais

La parcelle des **Rivoires** se situe sur la commune de Chavanay en AOC Condrieu. Le cépage implanté est le Viognier. La densité de plantation est de 9 000 pieds/ha à 1,30m d'inter-rang et 0,80m d'intra-rang. Tous les ceps sont sur échelas.

La parcelle de **Côte blonde**, que l'on appellera aussi **La Blonde**, se situe sur la commune d'Ampuis en AOC Côte-Rôtie. Le cépage implanté est la Syrah. Les vignes sont âgées de 80 ans. La densité de plantation est de 10 000 pieds/ha à 1,30m d'inter-rang et 0,80m d'intra-rang. Les vignes se trouvent en petites terrasses d'une dizaine à une vingtaine de pieds, où l'enherbement en plein serait le mieux.

La parcelle de **Verenay** se situe sur la commune de Verenay en AOC Côte-Rôtie. Le cépage implanté est la Syrah. Sa surface est de 1,5 ha. La densité de plantation est de 10 000 pieds/ha à 1,30m d'inter-rang et 0,80m d'intra-rang. C'est la parcelle la plus mécanisable des trois où un passage au chenillard est possible (ce qui n'est pas le cas des deux autres).

Pour chaque parcelle, on a quatre modalités différentes:

- Le désherbage chimique ou mécanique correspondant au témoin
- Un enherbement sous le rang avec le Sédum (**Annexe 1**)
- Un enherbement sous le rang avec la Piloselle (**Annexe 2**)
- Un enherbement sous le rang avec le Thym cilié (**Annexe 3**)

Sur la parcelle de Côte Blonde, nous avons des essais d'enherbement en plein avec le Thym cilié. L'enherbement en plein serait une solution pour les parcelles en coteaux non mécanisables, en petites terrasses d'une dizaine à une vingtaine de pieds. Ceci rajoute donc une cinquième modalité pour la parcelle de Côte Blonde.

Pour chaque espèce de plante utilisée, on a 2 plants pour 1 cep (1 plant de chaque côté du cep) soit 2 plants/m².

Du point de vue entretien, la motobineuse est passée en début de saison sur l'inter-rang (lors du débourrement) puis un peu plus tard dans la saison.

Le temps que les plantes s'installent correctement, c'est-à-dire la première voire la deuxième année si besoin, on passe au même moment à la pioche pour enlever les autres adventices. (**Figure 3**)

Suite à un mélange non prévu, la modalité Thym n'existe pas sur la parcelle des Rivoires.

2. Stratégie d'échantillonnage

Une placette correspond à 5 pieds de vignes consécutifs. Quatre placettes par modalité sont suivies, soit 20 ceps par modalité. (**Figure 2**)

Les mesures destructives et les mesures demandant un échantillon plus large comme la méthode des apex ou les contrôles de rendement sont réalisées en dehors de ces placettes.



Figure 4: Photo de la mesure du taux de recouvrement pour le sédum

Tableau 2: Signification des valeurs données par les sondes Watermark®

0-10 centibars	Sol saturé / risque d'asphyxie
10-20 centibars	Sol ressuyé
20-50 centibars	Confort hydrique
50-100 centibars	Etat hydrique différent en fonction des textures
100-200 centibars	Le réservoir – sol s'est beaucoup vidé

3. Mesures et analyses effectuées

a. Mesure du couvert

On utilise ici la méthode des quadrats.

Les mesures se feront à l'aide d'une grille de relevé de 25 cases de 10cm x 10cm (soit une grille de 50cm x 50cm) et seront répétées trois fois par modalité (**Figure 4 et Annexe 4**).

On estimera ainsi le taux de recouvrement de chaque espèce par rapport à la surface sous le rang.

b. Mesure de l'état hydrique du sol avec les tensiomètres (sondes Watermark®)

Les tensiomètres sont des sondes Irrométer américaines insérées dans des tubes PVC de différentes longueurs. Les sondes choisies pour l'expérimentation sont les sondes Watermark®. Ce sont des matériaux de type tensiomètre qui permettent d'avoir une idée de l'état hydrique du sol en un point. Ils permettent la mesure de la tension dans une plage comprise entre 0 et 200cb.

Le fonctionnement se base sur l'équilibre de la tension de l'eau entre le sol et le milieu interne de la sonde. La sonde mesure une résistivité interne qui est étroitement corrélée à la tension de l'eau. Ces sondes permettent de mesurer la tension à un point précis sur la parcelle et à une profondeur donnée. Il est donc nécessaire de disposer plusieurs sondes sur la parcelle pour répondre efficacement à une hétérogénéité possible des sols.

Cette mesure de statut hydrique du sol se fera uniquement sur la parcelle de Côte Blonde car elle présente les 5 modalités différentes sur un même niveau de chaillée et sur une seule parcelle pour des questions de coûts. Il a été décidé de placer deux sondes par point de mesure à deux profondeurs différentes: une sonde à 30 cm et une autre à 60 cm. La première sonde a pour but principal d'évaluer l'effet du couvert sur la disponibilité en eau et la deuxième permet d'évaluer les flux hydriques au niveau de la zone d'enracinement de la vigne. On aura donc, pour chaque modalité, 6 sondes réparties en 3 points.

Les mesures sont relevées une à deux fois par semaine afin de tracer une évolution de l'humidité dans le sol au cours de la saison culturale en fonction de la pluviométrie.

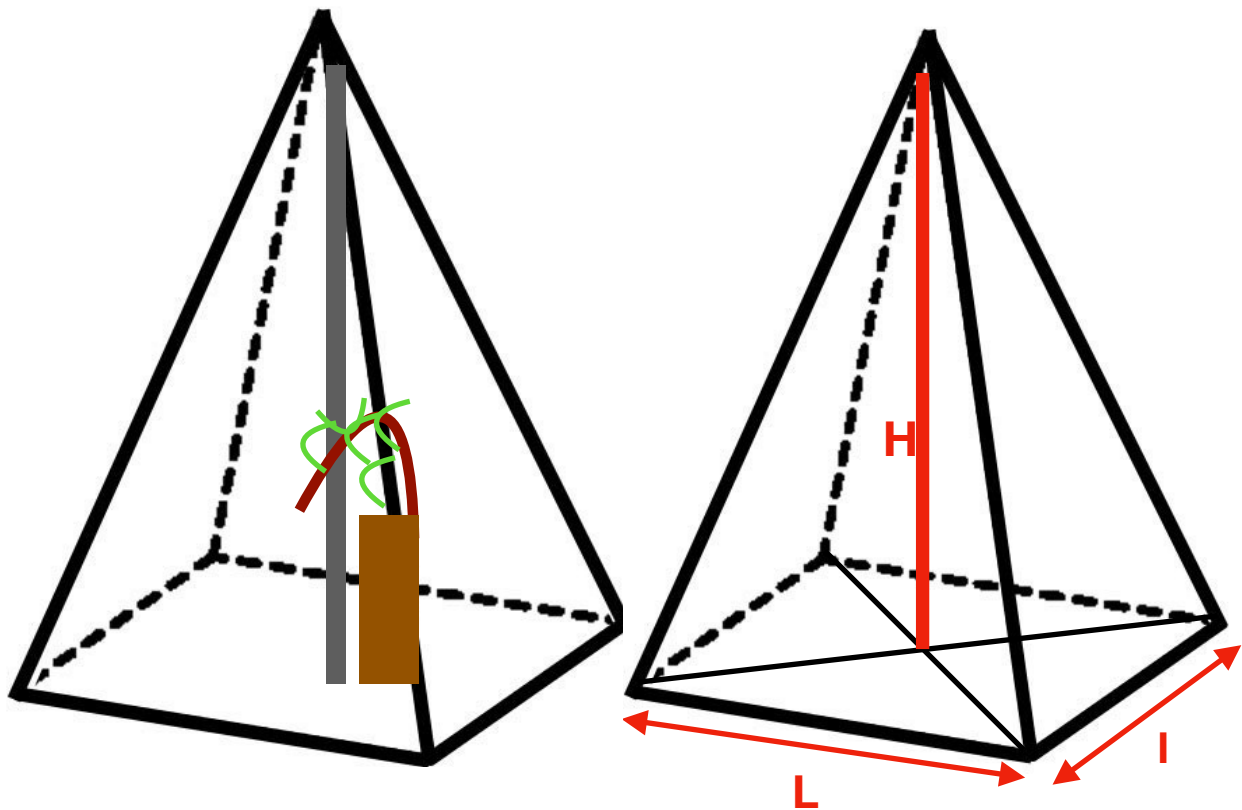
L'analyse des données s'effectue à partir de la moyenne des valeurs mesurées. La signification des valeurs obtenues sont données dans le **Tableau 2**.

c. Mesures de la vigne

i. Observations sur les stades phénologiques

Les stades phénologiques sont suivis au cours de la saison et classés selon l'échelle de Eichhorn et Lorentz (**Annexe 5**).

A l'aide de la classification numérique, nous pouvons réaliser une analyse statistique et étudier un potentiel décalage de la phénologie de la vigne lié à l'enherbement.



H: Hauteur de la canopée
L: Longueur de la canopée
l: Épaisseur de la canopée

Figure 5: Modélisation en pyramide d'un pied en échelas pour la mesure de la SCEV

ii. Surface Externe du couvert végétal (SCEV)

La SCEV permet d'avoir une estimation du potentiel photosynthétique des vignes palissées. Elle est exprimée en m² de feuillage/m² et est estimée via la méthode de Murisier F. et Zufferey V. (1997) grâce à la formule:

$$SCEV = \frac{(2H + L)}{E}$$

H : Hauteur de la canopée (m) / L : Epaisseur de la canopée (m) /

E : Ecartement entre chaque rang (m)

Or, sur les parcelles étudiées, nous sommes principalement sur des vignes en échelas. On doit donc redéfinir la formule avec la forme de la vigne vu comme une pyramide où l'on a la longueur (L), la largeur (l) et la hauteur du feuillage (H) (**Figure 5**). La SCEV est la somme des aires des 4 triangles de la pyramide, qui sont égaux deux à deux.

L'aire d'un triangle A est:

$$A = \text{longueur.de.base} * \frac{\text{hauteur}}{2}$$

On a alors un premier triangle de base de longueur l. Et nous devons trouver la hauteur h, qui est l'hypoténuse d'un triangle rectangle. D'après le théorème de Pythagore, on a donc:

$$h = \sqrt{\left(\frac{l}{2}\right)^2 + H^2}$$

De même avec le triangle de base de longueur L, on obtient la hauteur h':

$$h' = \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + H^2}$$

Si on introduit dans la formule des aires de triangle et du SCEV, on a donc:

$$SCEV = 2 * l * \frac{h}{2} + 2 * L * \frac{h'}{2}$$



Figure 6: Description des différents stades de la croissance d'un apex (Application ApexVigne)

Tableau 3: Seuils pour les interprétations des valeurs du N-tester (VAN LEEUWEN C. et FRIANT P., 2011)

Valeurs N-tester	<400	400-450	450-500	500-550	>550
Alimentation azotée de la vigne	Très faible	Faible	Moyenne	Forte	Très forte

$$SCEV = l * \sqrt{\frac{L^2}{4} + H^2} + L * \sqrt{\frac{l^2}{4} + H^2}$$

On a une densité de plantations sur les parcelles d'études d'environ 10 000 pieds/ha soit un pied par m². On peut donc considérer que cette formule nous donne la SCEV en m² de feuillage/m² de sol.

Les mesures de la SCEV se font à la floraison et à la fermeture de la grappe.

iii. Méthode de l'état hydrique par la méthode des apex

La méthode des apex est utilisée afin d'évaluer l'état de croissance végétative des vignes (*Trambouze W. et al. 2009*).

Les observations sont faites sur 30 ceps par modalité pris au hasard et un apex par cep.

On classe alors les apex en 3 catégories: (**Figure 6**)

- Stade P = Pousse Active
- Stade R = Le rameau est en croissance ralentie
- Stade C = L'extrémité du rameau est tombé ou sec

A partir de ces stades, on peut définir l'indice d'arrêt de croissance (IAC):

$$IAC = \frac{100}{3} * (1 - \%P + \%R + 2*\%C)$$

On considère que la vigne est soumise une contrainte hydrique si son IAC est supérieur à 40.

On effectue quatre à cinq mesures pour interpréter la dynamique de croissance des apex: la première dix jours après la floraison puis tous les 10 jours.

iv. Mesure de l'état de nutrition azotée de la vigne avec le N-Tester

Le N-Tester est un appareil qui permet de mesurer la teneur en chlorophylle de la plante. Cette valeur est étroitement corrélée au statut azoté de la plante (*Van Leeuwen, et al., 2011*).

Sur chaque placette, on prend une mesure sur trois feuilles de chacun des pieds, ce qui donne un total de 60 pincements par modalité soit deux mesures. Ces feuilles doivent être situées en cinquième ou sixième position en partant de l'apex (la première feuille étant considérée comme celle ayant une nervure centrale d'au moins 3 cm)

Ces mesures sont faites pendant la période où l'absorption de l'azote par la vigne est la plus importante, c'est-à-dire à la floraison, à la fermeture de la grappe et au début de la véraison.

Les seuils d'interprétation des valeurs du N-Tester sont donnés dans le **Tableau 3**.

v. Estimation du rendement

Pour chaque modalité, on sélectionne 20 pieds pour estimer le nombre de grappes par pied. Ensuite 10 grappes sont pesées par modalité pour estimer le poids moyen d'une grappe.

On calcule le rendement estimé avec la formule suivante:

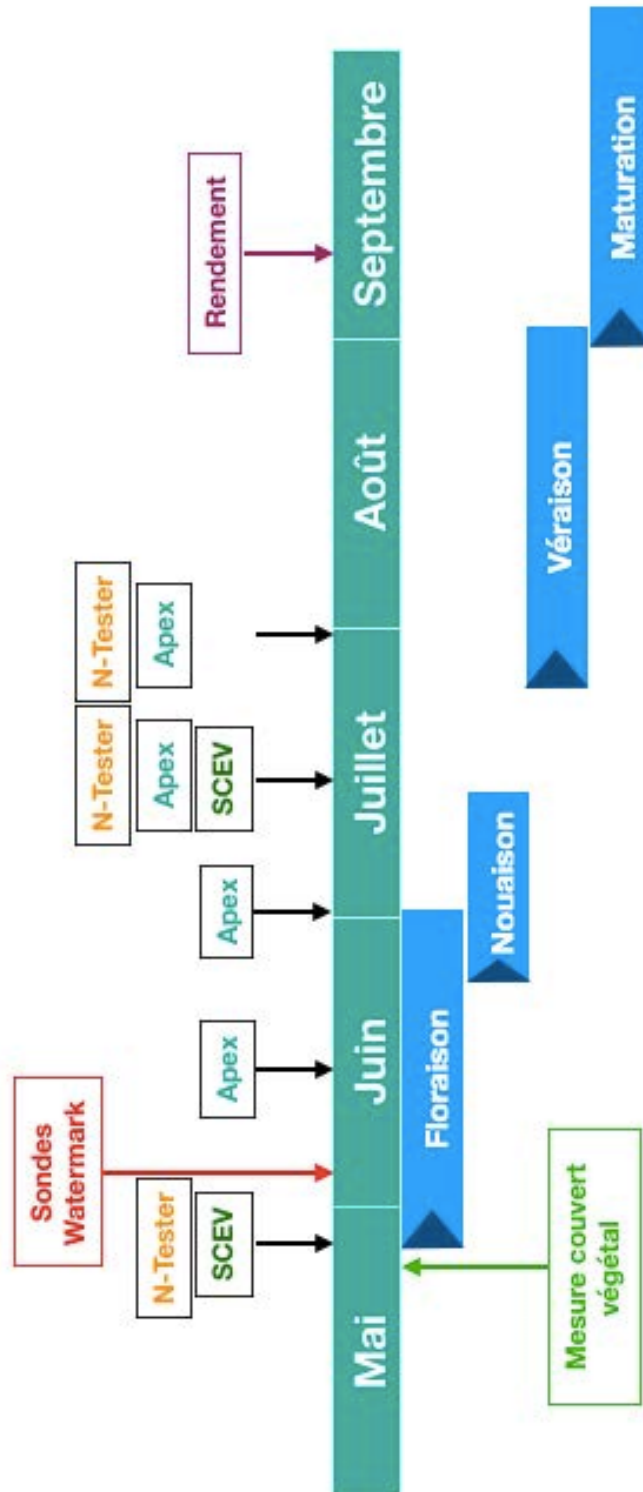


Figure 7: Calendrier des différentes mesures effectuées pour chacune des modalités sur les parcelles d'essais

Rendement (kg/cep)= *Moyenne.nb.de.grappes.par.cep***Poids.Moyen.grappe*

L'ensemble des mesures réalisées durant la saison est présenté dans la **Figure 7**.

B. Démarche d'analyse des données

Différents types d'enherbement sont étudiés sur trois parcelles différentes. Les mesures sont analysées par une analyse de variance (ANOVA) en utilisant le logiciel R (Package Rcmdr). Le seuil critique est fixé à 0,05 pour rejeter l'hypothèse nulle et déterminer une différence significative entre les modalités. Avant le test, les conditions d'application de l'ANOVA (normalité des distributions et homogénéité des variances) ont été vérifiées avec les tests de Shapiro Wilk et Barlett. Si les données ne suivent pas une loi normale, un test de Kruskal Wallis est réalisé.

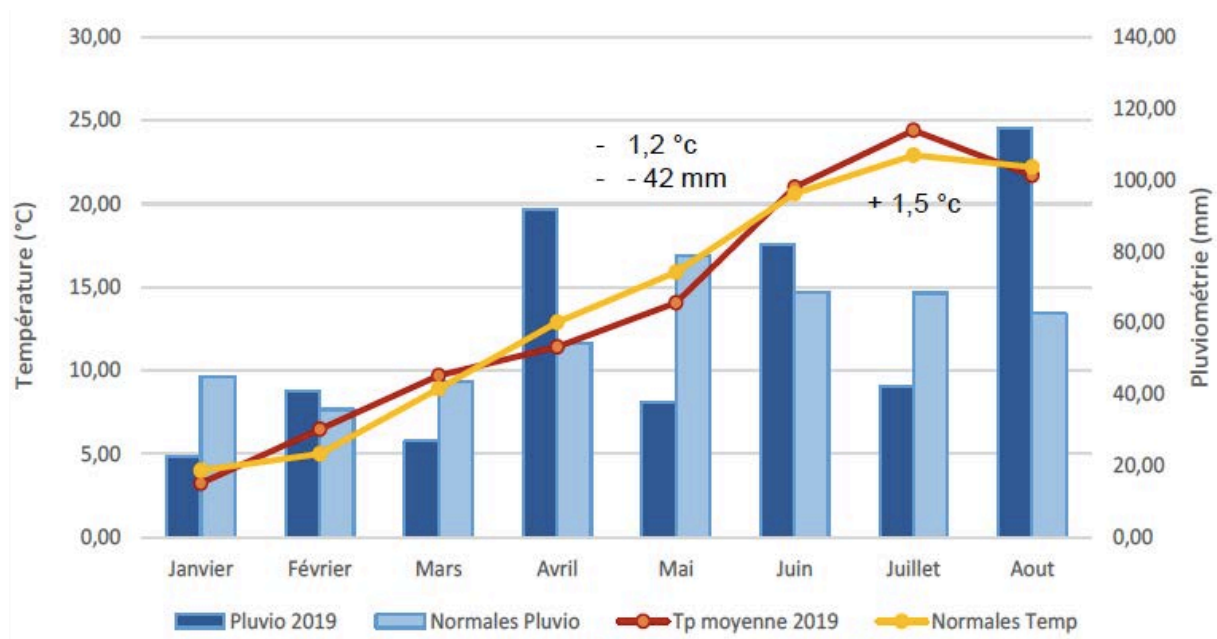


Figure 8: Diagramme ombrothermique 2019 sur les appellations Condrieu et Côte-Rôtie (Chambre d'Agriculture du Rhône)

Tableau 4: Taux de recouvrement des différentes plantes sur les parcelles de la Blonde, de Verenay et des Rivoires (Mesures effectuées en mai 2019)
x : Modalité non présente

	Sédum	Thym	Piloselle	Thym en plein
Mesures prises à Côte Blonde	35 à 55%	25 à 35%	20 à 30%	<u>Sous le rang:</u> 70 à 100% <u>Sur l'inter-rang:</u> 25 à 35 %
Mesures prises à Verenay	35 à 55 %	X	Très bien développée Jusqu'à 100%	X
Mesures prises aux Rivoires	20 à 100 %	35 à 70 %	35 à 80 %	X

IV. Résultats et discussion

A. Caractéristiques du millésime 2019

Le début de saison a été marqué par un gros déficit en eau (**Figure 8**). En effet au printemps, on a eu des précipitations déficitaires avec 42 mm de moins que la normale. De plus, il y a eu des températures très froides, sous la barre des 0°C, provoquant des gelées printanières, perceptibles sur plusieurs parcelles en plateaux. Ces températures ont été en dessous de la normale (-1,2°C). Cela a ralenti le développement végétatif durant cette saison, d'où un léger retard par rapport au millésime 2018.

Le vent a été important durant le mois de mai, avec un pic de 90km/h à Seyssuel. Cela a provoqué beaucoup de rameaux cassés, particulièrement sur les vignes qui n'avaient pas été encore relevées.

Les mois de juin et de juillet ont été marqués par de fortes températures dues à la canicule. D'autant plus qu'il n'y a pas eu beaucoup de pluie pendant ce mois de juillet, avec un déficit de 26 mm par rapport à la normale. Ceci a encore freiné la vigne dans son développement et dans son avancée phénologique. La véraison est alors arrivée plus tardivement qu'en 2018 et la maturité a eu tendance à se bloquer.

Cependant, en août, il y a eu de gros épisodes pluvieux. Cela a engendré le gonflement des baies ce qui a pu provoquer des fissures et donc un possible développement de la pourriture, grise ou acide.

Au niveau de la maturité, il y a 6 jours de retard par rapport à 2018. Les degrés sont plutôt conformes, l'acide tartrique et l'acide malique sont dans la moyenne. Cependant, la teneur en potassium est élevée pour les rouges et dans la moyenne pour les blancs. Il faudra alors surveiller l'évolution de l'équilibre pH/degré puisqu'il est équivalent à 2018. Les taux d'azote assimilable sont relativement élevés.

L'état sanitaire sera aussi à surveiller par rapport à la remarque faite précédemment.

B. Constat sur le développement des plantes

Si l'on observe les taux de recouvrement et leurs évolutions (**Tableau 4**), quelque soit la parcelle, on se rend compte que les plantes se mettent bien en place. Celles qui ont été plantées en 2017 (sur les parcelles des Rivoires et de la Blonde) se sont relativement bien développées en l'espace d'un an.

Les plantes mises en place en 2018 n'ont pas encore un an, et les valeurs paraissent donc plutôt normales. Le sédum semble bien s'implanter la première année et ce sont ensuite le thym et la piloselle qui s'installent le mieux.

Pendant la saison, il y a eu une autre particularité de comportement en fonction des plantes. Pendant la canicule, la piloselle a été la première à avoir séchée puis c'est le thym qui a souffert de cette sécheresse, tout particulièrement le thym en plein. Le sédum, lui, n'en a pas du tout souffert et est plutôt bien resté en place.

Mais lors des pluies du mois d'août, la piloselle et le thym se sont redéveloppés et ont même colonisés encore plus le rang.

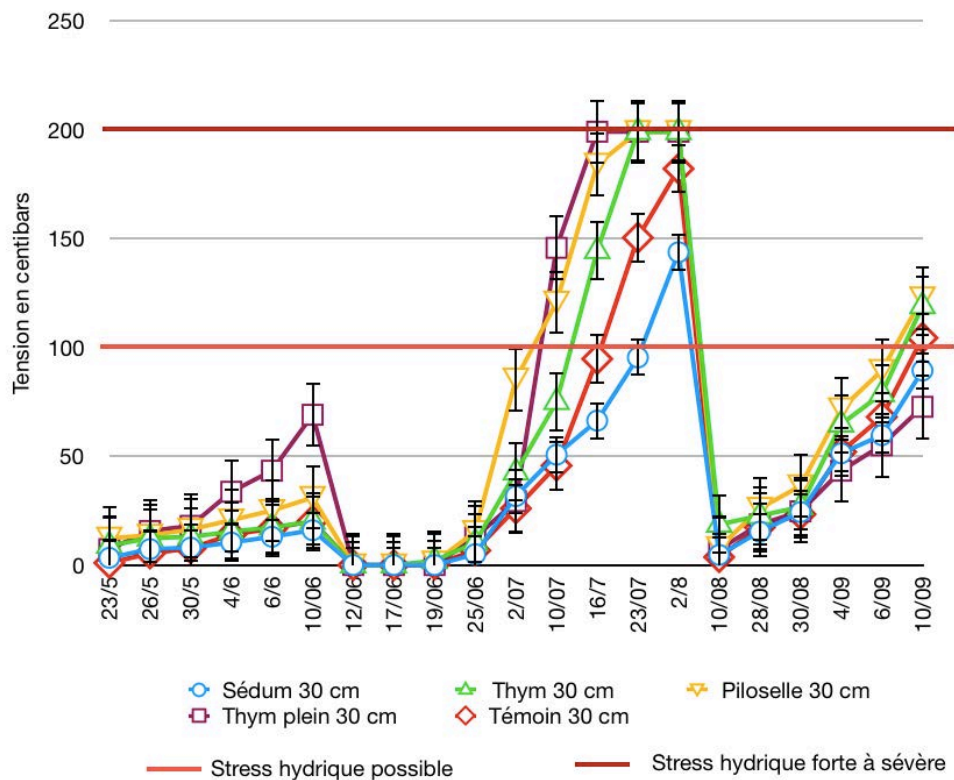


Figure 9: Suivi tensiométrique de la parcelle de la Blonde à 30 cm de profondeur au cours de la saison en fonction des différentes modalités

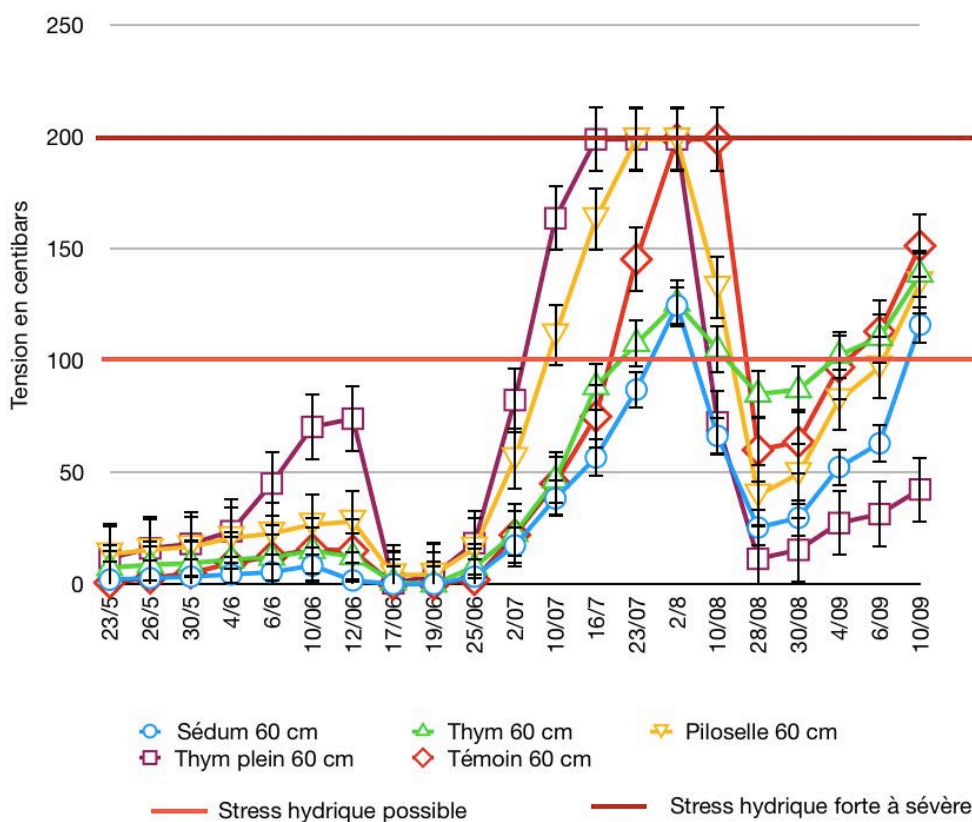


Figure 10: Suivi tensiométrique de la parcelle de la Blonde à 60 cm de profondeur au cours de la saison en fonction des différentes modalités

C. Effets de l'enherbement sur l'état hydrique du sol

Les résultats des mesures de l'état hydrique du sol sont présentés en **Figures 9 et 10**.

Grâce aux suivis des tensiomètres, on peut voir que la tension dans le sol reste inférieure à 50cb jusqu'au début du mois de juillet quelque soit la profondeur, pour toutes les modalités, excepté pour la modalité du thym en plein où la tension dans le sol dépasse déjà les 50cb au début du mois de juin.

Cette tension va augmenter à partir du début du mois de juillet, ce qui correspond à la semaine suivant le premier épisode de la canicule.

Si l'on regarde, tout d'abord, les mesures obtenues à **30 cm de profondeur**, le sédum et le témoin ont des valeurs toujours en dessous des autres modalités, même lorsque la contrainte est à son maximum. Lors de pluies importantes, comme par exemple le 10 août où il a plu 40 mm en une journée, la réponse au niveau des tensiomètres semble être la même: un retour de la contrainte hydrique en dessous de 50cb puis une ré-augmentation progressive de celle-ci au cours des jours suivants.

Pour les modalités « Thym », « Thym plein » et « Piloselle », on observe qu'il n'y a plus de différence aussi significative avec les autres modalités après cette grosse pluie du 10 août. Cela veut donc dire que l'eau reste en partie en surface, tout comme pour le témoin, et qu'elle peut être consommée par les plantes du couvert.

Si l'on s'intéresse maintenant aux résultats à **60 cm de profondeur**, le sédum et le thym ont toujours des valeurs en dessous des autres modalités, même lorsque la contrainte est à son maximum. On peut observer que, pour les modalités « Témoin » et « Thym », il n'y a pas de retour de la contrainte hydrique en dessous de 50 cb après la pluie importante du 10 août. Cela se passe seulement pour la piloselle, le thym en plein et le sédum. Ceci peut être dû à une meilleure infiltration de l'eau dans le sol avec ces plantes. On peut aussi penser que, dans le cas du thym, il faille une densité de plantation plus importante pour que l'infiltration se fasse.

Maintenant, si l'on compare les deux profondeurs pour chacune des modalités, on peut voir que les contraintes hydriques fortes sont atteintes plus rapidement à la profondeur de 60 cm, exceptés avec le thym et le sédum. On peut alors penser que l'eau va avoir tendance à rester en surface. Pour les cas du thym et du sédum, ils pourraient permettre une meilleure infiltration. Cela voudrait donc dire que, pour les autres modalités, l'eau ne va pas en profondeur et n'est pas disponible pour les racines de la vigne qui se sont probablement redistribuées dans cette zone.

Les comportements, suite à la pluie importante du 10 août, vont pouvoir confirmer ou infirmer ses hypothèses. En effet, le quasi retour à zéro de la contrainte hydrique se fait pour toutes les modalités mais seulement à 30 cm de profondeur. Cette baisse importante de contrainte hydrique n'a lieu que pour le cas du sédum et du thym en plein pour la profondeur de 60 cm. Mais pour la modalité du thym seulement sous le rang, la baisse de la contrainte hydrique n'est pas si significative, et elle est même la moins importante. Donc, le sédum et le thym en plein permettent une infiltration plus importante alors que les autres modalités ne font que garder l'eau en surface.

Les analyses statistiques prouvent qu'il y a des différences significatives entre les différentes modalités quelque soit la profondeur mais seulement pour certaines dates, notamment le 10 juillet, le 16 juillet et le 23 juillet, c'est-à-dire lors du début de la contrainte hydrique forte. (**Annexe 6**)

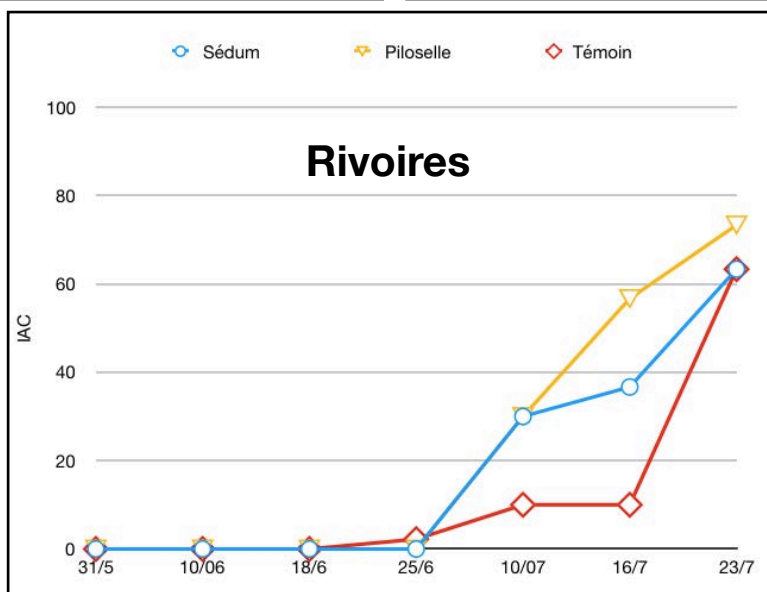
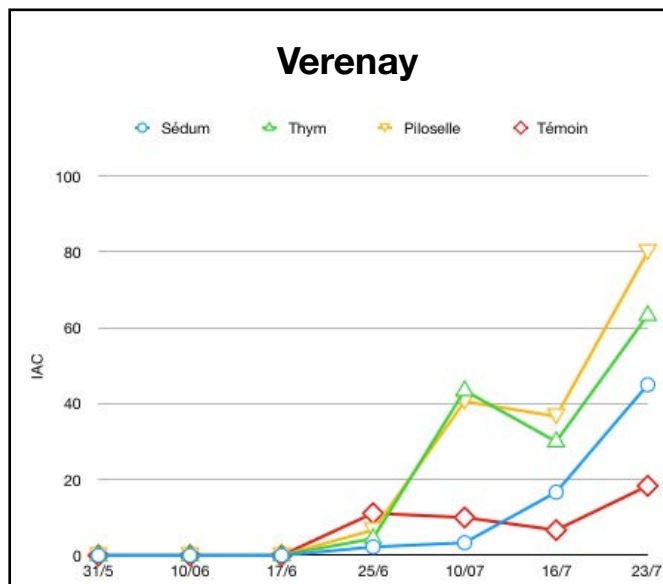
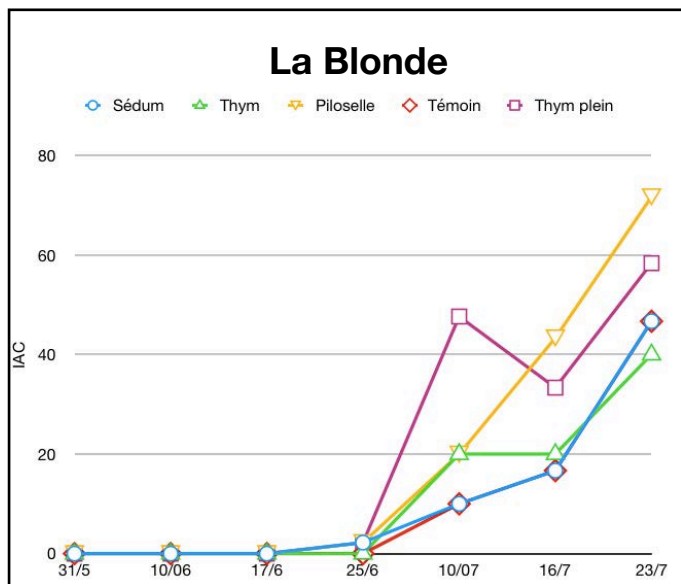


Figure 11: Suivi de l'indice d'arrêt de croissance des apex sur les parcelles de Verenay, de la Blonde et des Rivoires au cours de la saison en fonction des différentes modalités

Si l'on fait le bilan des résultats pour les deux profondeurs, le sédum semble être la plante qui permet d'avoir une contrainte hydrique égale au témoin, voire même inférieure à celui-ci du fait de la facilité d'infiltration de l'eau lors de pluies. Cette hypothèse est renforcée dans des conditions de fortes contraintes hydriques.

D. Les réponses de la vigne face à l'enherbement

1. L'effet sur l'état hydrique

Les mesures d'indice d'arrêt de croissance confirment bien l'établissement d'un stress hydrique sur la vigne début juillet. (**Figure 11**)

Pour la parcelle de la **Blonde**, le début du stress s'établit en corrélation positive avec les mesures des tensiomètres, c'est-à-dire que le sédum et le témoin ont avec le moins de stress, le thym en plein est celui avec le plus de stress et les modalités piloselle et thym ont un stress intermédiaire. À la fin du mois de juillet, la piloselle est la modalité qui semble avoir le plus d'impact sur l'indice d'arrêt de croissance.

Sur la parcelle de **Verenay**, ce sont les modalités du thym et de la piloselle qui entraînent un indice d'arrêt de croissance le plus important.

Si l'on compare le comportement sur ces deux parcelles de Syrah, on peut voir que la parcelle de Verenay semble plus souffrir du stress hydrique. Cela est peut être dû au fait que les vignes de la Blonde sont beaucoup plus vieilles que celles de Verenay et que leurs racines sont alors déjà plus développées en profondeur.

Enfin, sur la parcelle des **Rivoires**, alors que le sédum et le témoin semblent évoluer dans le même sens, la piloselle est encore la modalité générant le plus de stress à la fin du mois de juillet.

Les tests de Kruskal-Wallis ne montrent pas de différences significatives d'indice d'arrêt de croissance entre chacune des modalités.

Comme constaté dans la bibliographie, le stress hydrique apparaît sur la vigne entre la floraison et la véraison. De plus, la piloselle est bien la plante qui contraint le plus hydriquement la vigne.

Quelque soit la parcelle, la modalité « Piloselle » semble imposer le plus de contrainte hydrique sur la vigne. Mais, statistiquement, on ne peut pas donner de réelle conclusion.

Il aurait été intéressant de poursuivre les mesures de croissance des apex après la fin du mois de juillet pour voir l'évolution de l'indice d'arrêt de croissance, tout particulièrement sur le thym en plein pour la parcelle de la Blonde. Cela aurait permis de voir une corrélation possible entre l'IAC et les mesures des tensiomètres. Malheureusement, cela n'a pas été possible pour cause de rognage à la fin du mois de juillet.

De plus, il est possible qu'avec le temps, le système racinaire de la vigne s'installe encore plus en profondeur et que ce stress hydrique soit moins marqué.

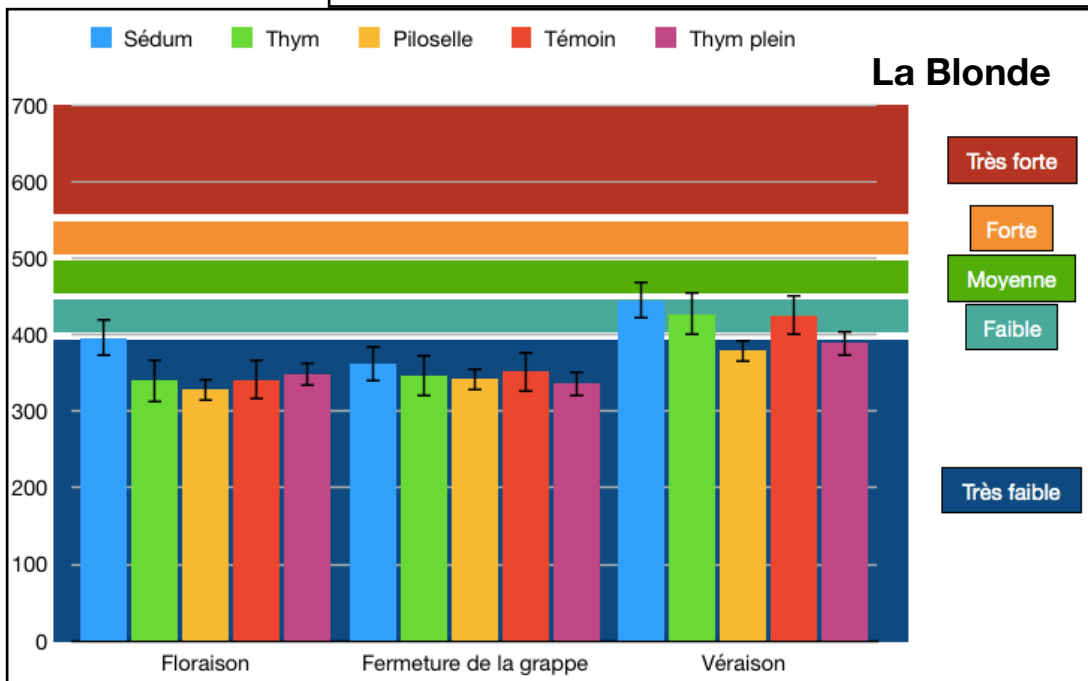
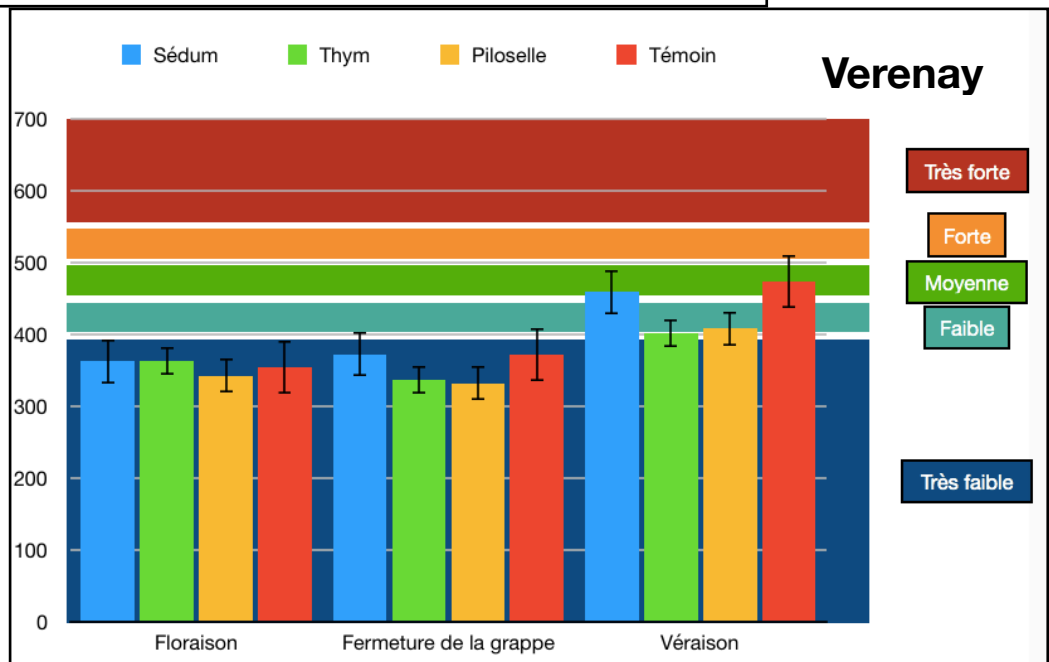
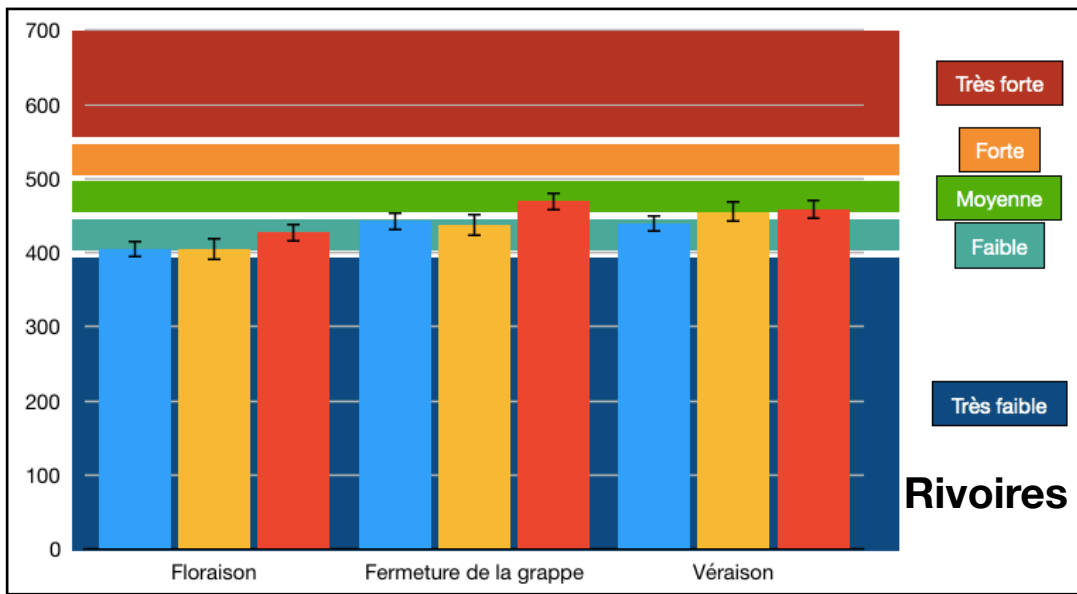


Figure 12: Résultats du N-tester sur les parcelles des Rivoires, de la Blonde et de Verenay à la floraison, à la fermeture de la grappe et à la véraison en fonction des différentes modalités

2. L'effet sur la nutrition azotée

Sur les trois parcelles, nous avons des comportements différents suivant le stade phénologique observé. (**Figure 12**)

• La Blonde

Sur les trois stades, le sédum est la modalité où l'azote de la vigne est supérieur aux autres modalités, même par rapport à celui du témoin. Cependant, il ne semble pas qu'il y ait de différence entre les autres modalités au stade de la floraison et de la fermeture de la grappe. La différence est plus importante durant la véraison. En effet, alors que le thym, le sédum et le témoin ont des valeurs supérieures à 400, la piloselle et le thym en plein se retrouvent en deçà.

• Rivoires

Les différences sont très peu marquées entre chaque modalité, quelque soit le stade phénologique. De plus, les mesures du N-Tester évoluent dans la même dynamique à chaque stade phénologique.

• Verenay

On a des différences plus marquées à partir de la fermeture de la grappe. Les valeurs du sédum et du témoin se détachent largement de la piloselle et du thym, avec des valeurs voisines pour chacun des duos, et évoluant de la même manière lorsque l'on atteint le stade de la véraison.

Cependant, les analyses statistiques prouvent qu'il n'existe pas de différence significative de la nutrition azotée entre chacune des modalités.

Comme vu dans la bibliographie, le sédum a peu d'impact sur la concurrence azotée contrairement à la piloselle. Cependant, en accord avec l'état hydrique du sol, on aurait pu penser que, du fait de son dessèchement, la piloselle capterait moins de nutriments, et notamment de l'azote; or ce n'est pas le cas. Il en est de même pour le comportement du thym, qu'il soit seulement sur le rang ou en plein.

Il n'y pas de réelle conclusion à faire en ce qui concerne la nutrition azotée de la vigne en fonction du type de plante.

On peut alors se demander si il existe un effet du terroir, du sol et un effet du cépage. En effet, on peut alors supposer que sur des parcelles riches telle que sur la parcelle des Rivoires et en présence du Viognier, on aura très peu de différences entre chaque modalité. Alors que sur des parcelles, comme la Blonde ou Verenay, avec un sol plus pauvre et en présence de Syrah, les différences se feront plus sentir. Dans ces deux derniers cas, le sédum semble alors la bonne option, puisque qu'il se rapproche des valeurs du témoin, et les dépasse.

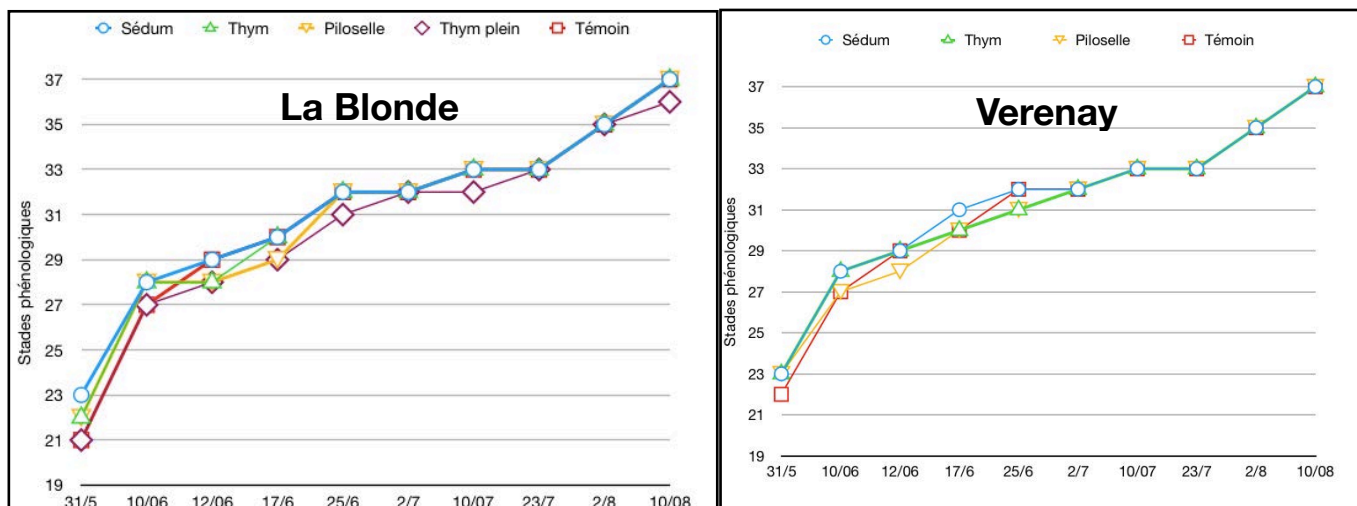


Figure 13: Suivi des stades phénologiques pour les parcelles de la Blonde et de Verenay au cours de la saison en fonction des différentes modalités

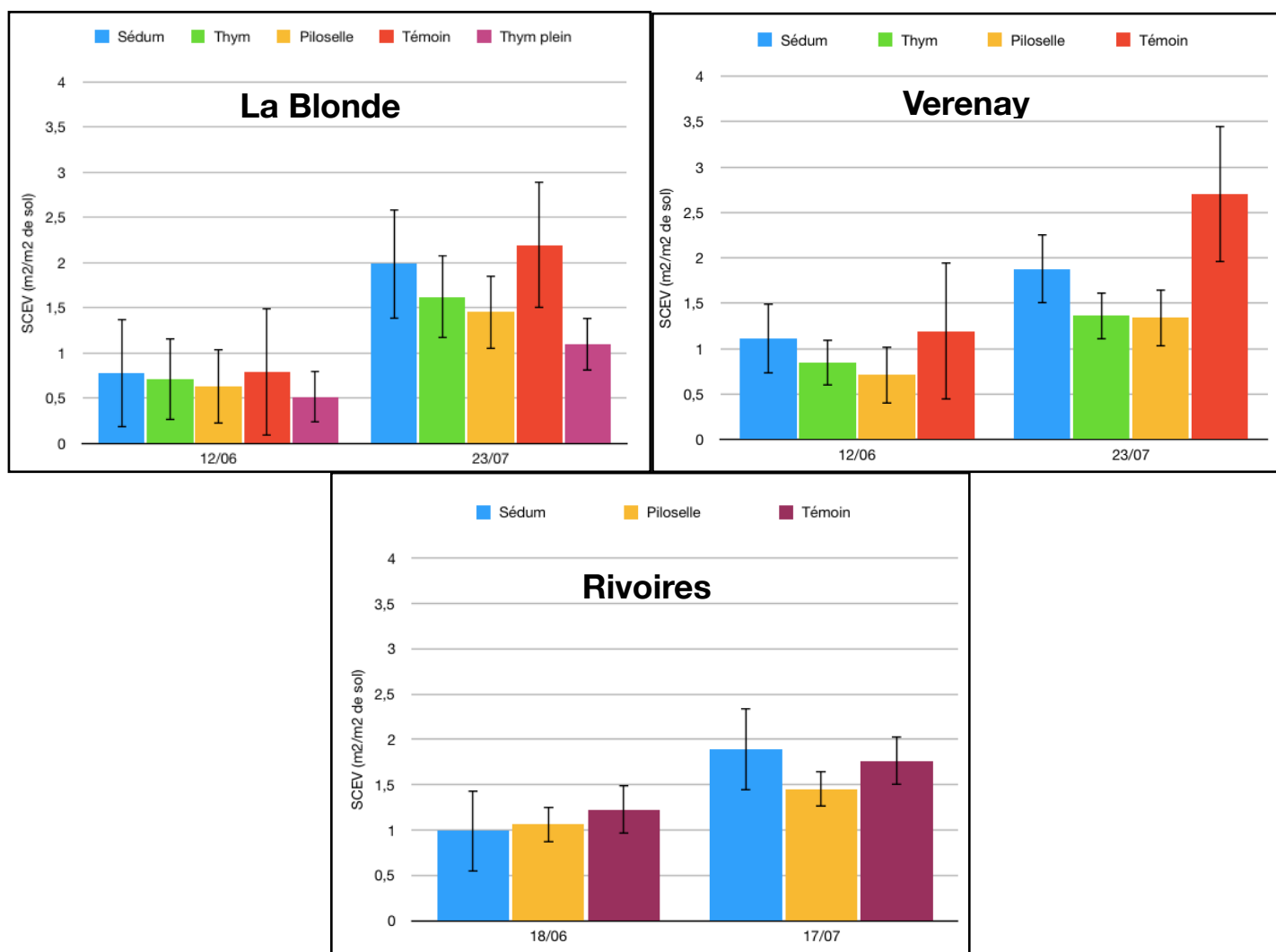


Figure 14: Suivi du SCEV sur les parcelles de la Blonde, Verenay et Rivoires à la floraison et à la fermeture de la grappe en fonction des différentes modalités

3. L'effet sur la croissance végétative

Si l'on regarde les stades phénologiques des vignes (**Figure 13 et Annexe 7**) pour les différentes modalités pour toutes les parcelles, on peut voir qu'il n'y a pas de réelle différence. Ceci est confirmé par les analyses statistiques.

La mesure du SCEV a aussi été observée. Les effets semblent être les mêmes quelque soit la parcelle. (**Figure 14**)

Le sédum permet un développement de la vigne équivalent à celui du cas du témoin. Alors que le thym et la piloselle ralentissent cette croissance. La modalité thym en plein est celle qui a l'impact le plus négatif sur la croissance.

Si l'on se réfère à la bibliographie, cela n'a rien d'étonnant. En effet, la piloselle et le thym créent de la concurrence par rapport à la vigne vis à vis des nutriments, tels que l'eau ou l'azote. La vigne n'a alors pas les éléments nécessaires pour se développer normalement. Ainsi, sa croissance aussi bien phénologique que végétative s'en trouve diminuée.

Cependant, les analyses statistiques montrent qu'il n'y a pas de différences significatives entre chacune des modalités.

Malgré le fait que l'on ne puisse pas donner de réelle conclusion, on peut penser que le sédum puisse être la modalité la plus équivalente au cas des témoins. La piloselle, le thym et le thym en plein exercent une concurrence par rapport à la vigne qui va ralentir et diminuer sa croissance. Le thym en plein semble être la modalité la plus impactante sur cette croissance.

Ces résultats sont corrélés positivement avec ceux de la concurrence hydro-azotée. Cela prouverait que cette concurrence, provoquée par le couvert végétal, engendrerait une diminution de la croissance de la vigne.

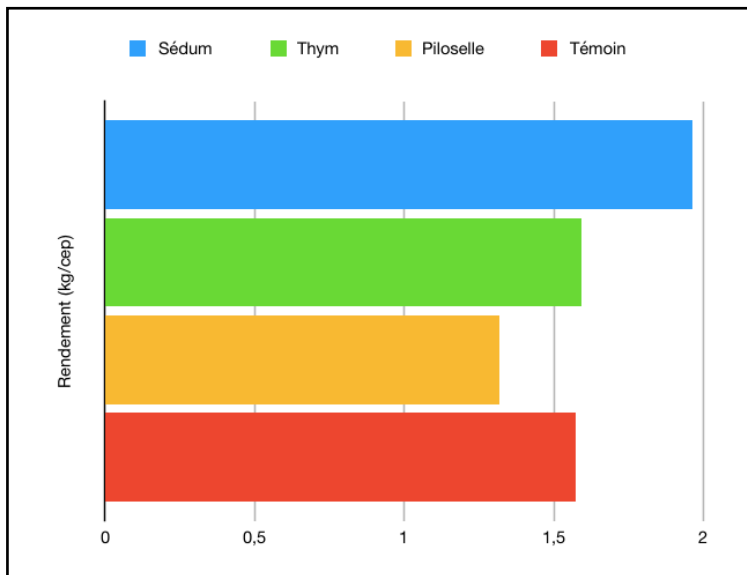
Il aurait été intéressant d'avoir une autre mesure à la véraison afin de voir si les valeurs évoluaient dans le même sens pour la suite de la saison. Cela n'a pas été possible pour cause de rognage.

E. L'impact sur le rendement et la qualité de la vendange

Il semble que pour les trois parcelles, nous ayons des résultats similaires (**Figure 15**):

Tout d'abord sur la parcelle **des Rivoires**, on peut voir que le sédum est la modalité où le rendement est le plus important. C'est ensuite le témoin et enfin la piloselle.

Pour les parcelles de **Verenay** et de **la Blonde**, on observe les mêmes tendances: la modalité sédum a le plus haut rendement, et c'est ensuite le témoin. La piloselle et le thym ont des valeurs similaires. C'est le thym en plein qui se retrouve en deçà des autres modalités.



La Blonde

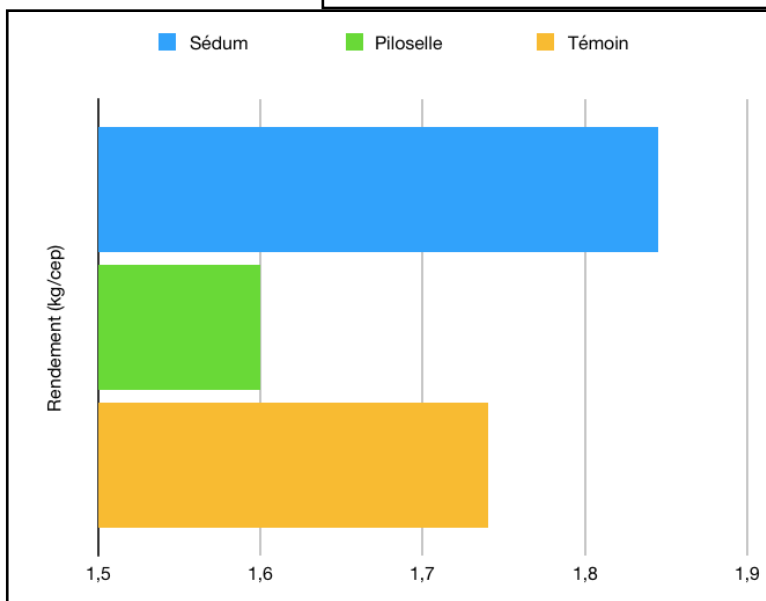
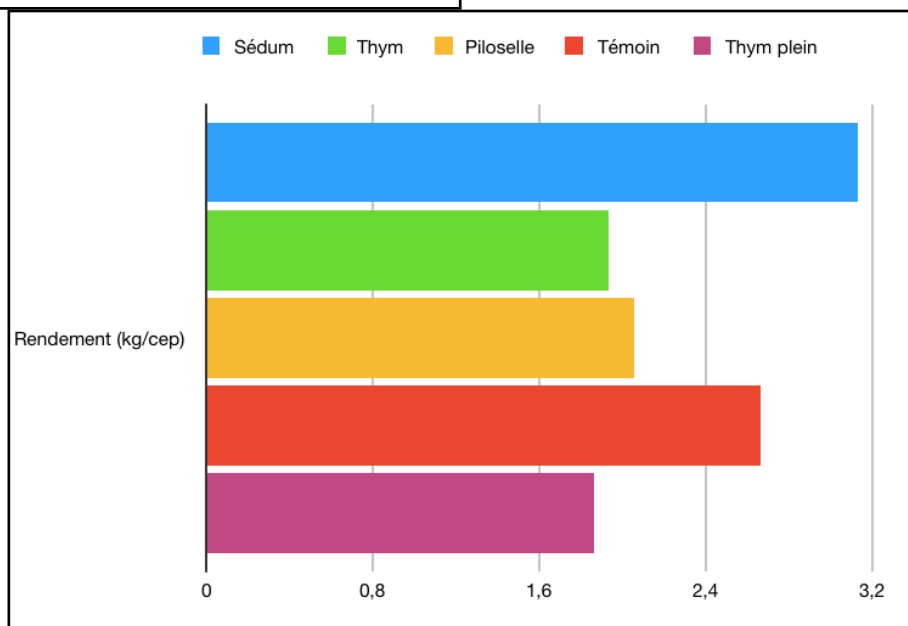


Figure 15: Résultats des rendements estimés en kilogrammes par cep sur les parcelles des Rivoires, Verenay et de la Blonde en fonction des différentes modalités

Cependant, les analyses statistiques montrent encore une fois qu'il n'y a pas de différence significative entre chacune des modalités.

Si l'on regarde en détail dans le calcul du rendement, il s'avère que le nombre de grappes par cep est à peu près similaire pour toutes les modalités pour chaque parcelle. La variation est en lien avec le poids des grappes. En effet, par exemple, les grappes du thym en plein présentent des baies plus petites et donc des grappes plus petites. De plus, les grappes sont assez lâches. Nous avons le même constat pour les grappes des vignes enherbées avec la piloselle, où on a des grappes beaucoup moins grosses que celles de la modalité du sédum ou du témoin.

Ces résultats confirment encore une fois ce qui a été observé auparavant malgré les analyses statistiques. Le sédum semble être la modalité la moins concurrentielle ce qui permet d'avoir le rendement le plus haut. Le thym et la piloselle, exerçant une concurrence plus importante, ces modalités vont entraîner un rendement moins élevé. Cette différence de rendement s'explique alors par le poids des grappes et non par le nombre de grappes par cep. Par exemple, pour le thym en plein, les grappes sont moins grosses, tout comme les baies, et les grappes sont plus lâches.

Pour ce qui est de la qualité de la vendange (**Annexes 8 et 9**), le sédum présente l'acidité totale la plus haute et le degré le plus bas. Si l'on regarde les équilibres acidité/degré, après le sédum vient le thym, la piloselle et le témoin. Cet équilibre n'est pas forcément respecté dans le cas du thym en plein: les raisins présentent un degré plutôt faible pour l'acidité la plus basse de toutes les modalités.

Le sédum permettrait alors d'obtenir des degrés moins importants que le témoin ainsi qu'une acidité plus marquée. Le thym, la piloselle et le thym en plein le permettent aussi mais dans une moindre mesure. Cela peut s'expliquer par une réflexion de la lumière sur les grappes et sur le végétal moins importante du fait de la présence de la végétation.

*Tableau 5: Calcul du coût de la plantation sur les parcelles de La Blonde et des Rivoires suivant deux modalités de plantation: Par achat de godet ou par repiquage
Coût de main d'œuvre=20€/h*

Parcelle	Surface (ha)	Temps d'implantation (h)	Fourniture	Entretien sous le rang (h)	Entretien inter-rang (h)
La Blonde	0,068	55	(voir tableaux dessous)	90	20
Les Rivoires	0,073	60	(voir tableaux dessous)	40	35
			Moyenne	65	27

Coût si achat godet (2 plants/ cep)	Implantation (h)	Prix fourniture	Entretien sous le rang	Entretien inter-rang
Moyenne / ha en heure	840		929	386
Moyenne/ha en coût	16800	20 000	18571	7714

Coût si récolte	Implantation (h)	Prix fourniture	Entretien sous le rang	Entretien inter-rang
Moyenne / ha en heure	880	90	929	386
Moyenne/ha en coût	17600	1800	18571	7714

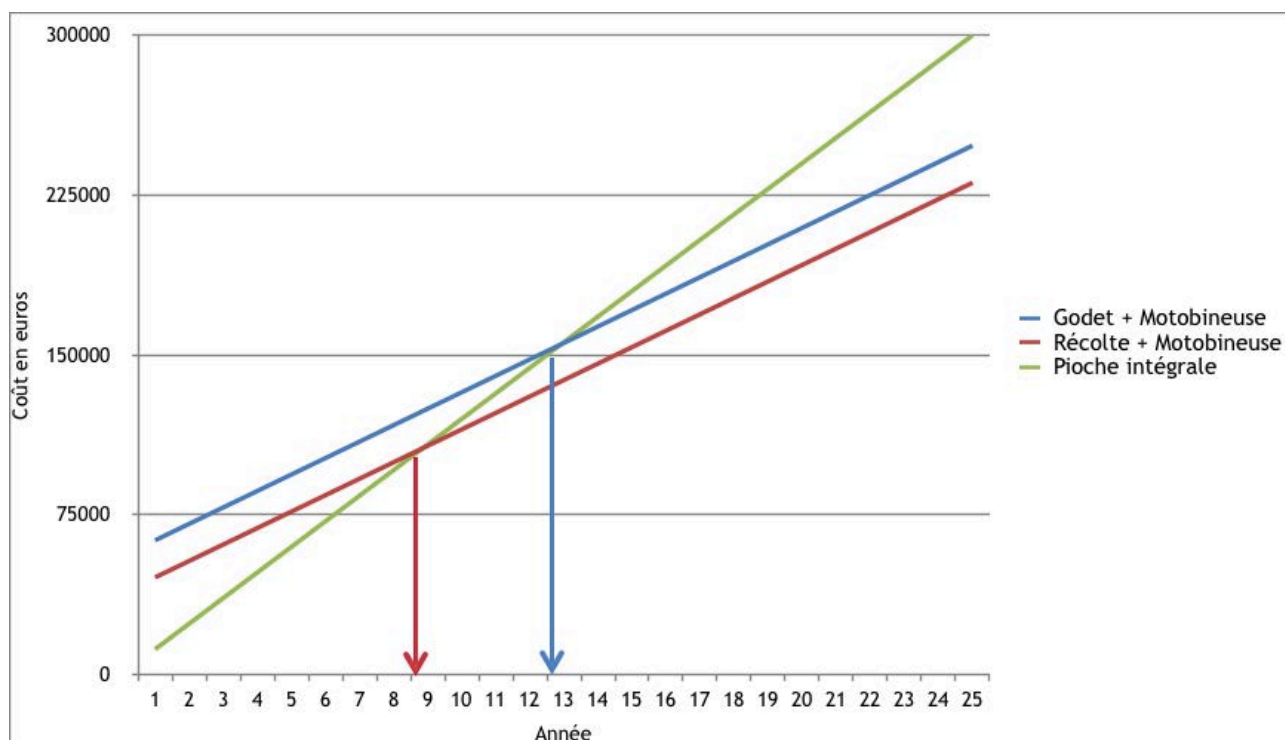


Figure 16: Amortissement en fonction des années, du mode de plantation et d'entretien de la parcelle

F. Analyse technico-économique de l'enherbement

L'un des aspects importants de cette étude est celui de l'économie. En effet, un enherbement engendre des coûts supplémentaires au niveau de l'entretien, de la main d'œuvre et du temps de travail. Cela est d'autant plus important que nous sommes en zone de forte pente et que le travail mécanique y est difficile, voire impossible.

Si l'on compare les coût d'un désherbage chimique (**Annexe 10**) au domaine, et le coût de l'enherbement, il est évident que l'enherbement coûtera plus cher pour les raisons données précédemment. (**Tableau 5**)

Les économies peuvent être faites au niveau de l'achat des plantations. En effet, pour les toutes premières plantations, il a été nécessaire d'acheter des godets dont le prix varie entre 0,95€ et 1,05€ le godet. Après une bonne implantation, l'idée est de pouvoir repiquer ces plantes, ce qui coûterait moins cher.

De plus, le sédum étant une plante endémique, il a directement été pris sur des murs ou des toits, pour plusieurs essais.

L'enherbement mis en place au domaine Pierre-Jean VILLA est un coût supplémentaire considérable. Pour une possible diminution des ces coûts, il faut prendre en compte la possibilité de repiquer les plantes déjà mises en place ou d'utiliser du sédum qui pousse dans la région sur les murs et les toits.

De plus, en ce qui concerne l'entretien sous le rang et donc entre les plantes , il se fait sur la première année, voire la deuxième année si besoin. Pour les autres années, le seul coût qui subsiste est celui de l'entretien sur l'inter-rang.

En conclusion, la **figure 16** présente une évolution du coût pour trois modalités au cours des années: le désherbage fait intégralement à la pioche, la plantation avec godets avec entretien et la plantation par repiquage/récolte avec entretien. On se rend alors compte que la modalité plantation par repiquage/récolte avec entretien est amortie plus rapidement (au bout de 9 ans) et la modalité plantation par godet avec entretien au bout de 13 ans. (**Figure 16**)

G. Limites de l'étude et discussion

Certains résultats obtenus sont en accord avec les études bibliographiques: concurrence hydrique, baisse de la vigueur, baisse des rendements, ... etc.

Mais certains paramètres sont influencés par plusieurs facteurs et il est alors difficile de donner une réelle conclusion sur l'effet ou non de l'enherbement et de la plante en question. C'est le cas de la concurrence azotée où la fertilité du sol et le cépage sont des facteurs importants et ont donc influencé notre étude.

Du fait des reliefs importants sur les coteaux de Condrieu et Côte-Rôtie, les paramètres environnementaux peuvent influencer deux parcelles l'une à côté de l'autre. Les expositions peuvent varier par exemple. Mais, dans cette étude, les modalités ont été choisies de telle manière à ce que l'altitude et l'exposition soient les mêmes. Ce seront donc, bien sûr, des facteurs à prendre en compte pour les études futures.

Le déficit de précipitations a influencé l'état hydrique du sol et donc les mesures avec les sondes, ainsi que l'état hydrique de la vigne. Si les précipitations avaient été plus régulières, on aurait pu tirer d'autres conclusions. Cependant, les épisodes de canicule ont pu donner certains résultats intéressants. Cela nous a permis de voir comment la vigne et l'état hydrique du sol se comportaient durant ces périodes, qui seront de plus en plus récurrentes au cours de ces prochaines années.

Les méthodes et les outils utilisés lors de cette étude étaient réduits du fait du peu de moyens mais les techniques utilisées ont quand même permis de tirer certaines conclusions grâce à des méthodes simples et rapides, comme la méthode des apex.

D'autres outils comme les sondes Watermark® représentaient un réel intérêt pour le domaine et celles-ci sont un investissement. Elles pourront alors servir pour des études futures.

La mise en place de l'enherbement sur le domaine Pierre-Jean VILLA est un réel enjeu. Ceci est en grande partie dû au fait que le domaine souhaite se convertir en Agriculture Biologique.

Le domaine est très investi sur ces essais et n'hésite pas à partager ses résultats avec d'autres vignerons, notamment par le biais de la Chambre d'Agriculture du Rhône.

Le couvert végétal a été planté dans le but de ne plus utiliser d'herbicides. Ce couvert a été choisi en fonction des caractéristiques qui répondaient aux critères énoncés auparavant. Cependant, le domaine souhaitait avoir des données scientifiques pour connaître les réels effets sur la vigne et sur le sol

L'enherbement a été mis en place en premier lieu il y a deux ans, lors de la campagne 2017. Alors que certaines plantes commencent tout juste à s'implanter correctement, la vigne est en train de s'adapter petit à petit. En effet, il faudrait compter cinq voire six années avant que la vigne ne soit correctement adaptée au changement du milieu. Il sera donc intéressant de prolonger cette étude sur les années à venir.

La charge de travail supplémentaire sur une parcelle enherbée est un des aspects à prendre en compte dans cette étude. Certes, le passage de la pioche ne se ferait que sur les deux premières années d'implantation, mais cela représente une charge de travail considérable. En effet, d'après l'itinéraire technique de mise en place des plantes, il faut au moins trois passages par an pour être sûr que l'implantation se fasse correctement.

La question de l'enherbement en plein s'est beaucoup posée durant cette étude. C'est pourquoi une partie de l'essai a été fait en plein sur la parcelle de La Blonde avec le thym. Les avis sont plutôt divergents sur ce point. D'un côté, cet enherbement semblerait être le plus pratique d'un point de vue entretien puisque la plante occuperait tout l'espace. Mais, d'un autre côté, cela a un réel impact sur la vigne, notamment sur sa vigueur, comme on a pu le voir précédemment.

La question qui vient ensuite est celle de l'entretien de l'inter-rang sur les chaillés. Plusieurs options se posent alors: le passage à la pioche, qui représente une certaine charge de travail et une certaine pénibilité; le passage avec une petite motobineuse qu'il faudrait alors monter de chaillés en chaillés, ou bien le passage de la débroussailleuse plusieurs fois dans la saison.

Certes, la bibliographie sur l'enherbement de la vigne est de plus en plus poussée et complète, mais les espèces de plantes mises en place au domaine présentent beaucoup moins d'études puisqu'il s'agit de plantes moins utilisées et plus spécifiques.

Les vigneronnes de la région des Côtes du Rhône Nord commencent petit à petit à s'intéresser à ce type d'enherbement. Le fait de l'interdiction possible du glyphosate joue sans aucun doute un rôle accélérateur dans les recherches. Même si la majorité des domaines semble plutôt ancrée dans les traditions, ces alternatives semblent en bonne voie d'expansion, en comptant sur le partage de chacun pour faire part de son ou ses expériences.

Tableau 6: Tableau récapitulatif des résultats obtenus lors de l'année 2019

Catégories	Paramètres	Résultats et/ou tendances en 2019
Analyse du sol	État hydrique	Piloselle et thym = contrainte hydrique plus forte Sédum équivalent au stress hydrique du témoin
Mesures physiologiques	Stades phénologiques	Pas de différence
	Dynamique de croissance des apex	La piloselle impose le plus de stress hydrique
	SCEV	Piloselle et thym diminuent le développement de la vigne Le sédum est équivalent au témoin
Alimentation minérale	Nutrition azotée	Pas de réelle conclusion, dépendance vis à vis du sol, terroir et du cépage - Syrah: différences plus marquées à la véraison; La piloselle est la plus concurrentielle - Viognier: pas de différences marquées entre chaque modalité
Production	Rendement	Le sédum donne des résultats équivalent au témoin Le thym en plein présente des grappes moins grosses, avec des baies moins grosses.
Analyse des contrôles maturité		Toutes les plantes entraînent une baisse du degré alcoolique et une augmentation de l'acidité Le sédum est le plus impactant sur ce point.

CONCLUSION

Au terme de cette première année de résultats au Domaine Pierre-Jean VILLA, les effets de l'enherbement sur la vigne sont variables suivants les paramètres étudiés. (**Tableau 6**)

Tout d'abord, le sédum semble être la plante qui correspond le mieux aux attentes du domaine: il n'engendre pas de stress hydrique supplémentaire et il n'impacte pas sur le bon développement de la vigne. De ce fait, le rendement ne semble pas être modifié.

En ce qui concerne le thym et la piloselle, les effets sont un peu plus marqués: on a une baisse de la croissance de la vigne, une baisse du rendement et une augmentation du stress hydrique. Néanmoins, lors des épisodes de sécheresse, ces plantes arrêtent de se développer et donc de puiser des nutriments tels que l'eau ou l'azote, ce qui évite de créer un stress supplémentaire pour la vigne.

Le sédum compte un point négatif par rapport à la piloselle et au thym, du fait qu'il craint le piétinement et qu'il peut être glissant. Cela représente un inconvénient du fait que ces parcelles sont traitées à pied au pulvérisateur à dos.

L'enherbement dans son ensemble a un avantage puisqu'après des pluies, l'eau s'infiltrer mieux dans le sol. Il existe un autre avantage du point de vue œnologique. En effet, l'enherbement permettrait de diminuer le degré alcoolique des vins et d'augmenter l'acidité.

Le seul critère où l'on ne peut pas vraiment conclure est celui de l'azote car il est possible que les différences observées soient dû plutôt à la fertilité du milieu. Le cépage pourrait aussi influencer ce paramètre.

Les résultats observés cette année seront à confirmer et il faudra aller plus loin au cours d'essais ultérieurs. Les valeurs mesurées durant cette étude pourront évidemment servir de base pour comparer l'évolution des différents paramètres mis en avant.

Liste des références bibliographiques

AGRIDEA. 2018. « Entretien du sol en viticulture- Réaliser les conditions favorables au développement de la vigne ». 8p.

Alletto, L., Coquet, Y., Benoit, P., Heddadj, D., Barriuso, E., 2010. Tillage management effects on pesticide fate in soils. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 30, 367–400. <http://dx.doi.org/10.1051/agro/2009018>.

Andrieux, P., 2007. Dynamique des états de surface des sols viticoles méditerranéens. Journées GeDuQuE, Montpellier, France.

Ambiaud, É., 2012. Moins de désherbants dans les vignes. *Agreste Primeur* N°288 288. 8p.

Arrouays, D., Balesdent, J., Germon, J.C., Payet, P.A., Soussana, J.F., Stengel, P. (Eds.), 2002. Contribution à la lutte contre l'effet de serre. Stocker du carbone dans les sols agricoles de France? Expertise scientifique collective, Synthèse du rapport. INRA 32 pp.

Baumgartner, Kendra, Steenwerth, Kerri L et Veilleux, Lissa. 2008. Cover-Crop Systems Affect Weed Communities in a California Vineyard. *Weed Science*. Juillet 2008, Vol. 56, 4, pp. 596-605.

Bugg, R.L., Waddington, C., 1994. Using cover crops to manage arthropod pests of orchards: a review. *Agric. Ecosyst. Environ.* 50, 11–28. [http://dx.doi.org/10.1016/0167-8809\(94\)90121-X](http://dx.doi.org/10.1016/0167-8809(94)90121-X).

Castillo, P., Rapoport, H.F., Rius, J.E.P., Díaz, R.M.J., 2008. Suitability of weed species prevailing in Spanish vineyards as hosts for root-knot nematodes. *Eur. J. Plant Pathol.* 120, 43–51. <http://dx.doi.org/10.1007/s10658-007-9195-8>.

Celette, Florian, Gaudin, Rémi et Gary, Christian. 2008. Spatial and temporal changes to the water regime of a Mediterranean vineyard due to the adoption of cover cropping. *European Journal of Agronomy*. Novembre 2008, Vol. 29, 4, pp. 153-162.

Celette, Florian. 2007. Dynamique des fonctionnements hydrique et azoté dans une vigne enherbée sous le climat méditerranéen. *Thèse en Agronomie*. Montpellier, France : s.n., 23 Mars 2007.

Celette, Florian. 2003. Evaluation d'un modèle à réservoirs pour simuler le bilan hydrique d'une vigne enherbée en climat méditerranéen. *DEA National de Science du Sol* . 2 Juillet 2003.

Cheng, X., Baumgartner, K., 2006. Effects of mycorrhizal roots and extraradical hyphae on 15N uptake from vineyard cover crop litter and the soil microbial community. *Soil Biol. Biochem.* 38, 2665–2675. <http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2006.03.023>.

Coll, P., Le Cadre, E., Blanchart, E., Hinsinger, P., Villenave, C., 2011. Organic viticulture and soil quality: a long-term study in Southern France. *Appl. Soil Ecol.* 50, 37–44. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsoil.2011.07.013>.

- Coll, P., Arnal, D., Blanchart, E., Hinsinger, P., Le Cadre, E., Souche, G., Villenave, C., 2009.** Viticultural soils quality: benefits of permanent grass cover on soil chemical characteristics and soil biological indicators. *Progrès Agric. Vitic.* 126, 527–531.
- DELABAYS N., SPRING J.L., MERMILLOD G. 2006.** *Essai d'enherbement de la vigne avec des espèces peu concurrentielles: aspects botaniques et malherbologiques.* Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic., 38 (6) : 343-354.
- Dubois, ATV49, Chambre d'Agriculture du Val de Loire. 2018.** Enherbvigne, *Alternative au désherbage chimique ou mécanique par l'implantation d'un couvert végétal peu concurrentiel résultats*
- Dubois, Mars/Avril 2017.** *Les plantes couvre-sols à l'essai.* BIOFIL N°110, p 53-54.
- Delpuech, 2014.** *L'enherbement sous le rang: une nouvelle alternative au désherbage chimique de la ligne des ceps.* Les entretiens vignes vin L-R. Paysan du Midi.
- Ferrero, A, Usowicz, B et Lipiec, J. 2005.** Effects of tractor traffic on spatial variability of soil strength and water content in grass covered and cultivated sloping vineyard. *Soil and Tillage Research.* Décembre 2005, Vol. 84, 2, pp. 127-138.
- Fourie, J.C., 2012.** Soil management in the Breede River Valley wine grape region, South Africa. 4. Organic matter and macro-nutrient content of a medium-textured soil. S. Afr. J. Enol. Vitic. 33, 105–114. <http://dx.doi.org/10.21548/33-1-1312>.
- GAVIGLIO C. 2007.** Alternatives au désherbage chimique : quelles stratégies pour l'entretien mécanique des vignes ? 20ème conférence du COLUMA, International Meeting on Weed Control, Dijon, 11-12 décembre 2007.
- Gago, P, Cabaleiro, C et García, J. 2007.** Preliminary study of the effect of soil management systems on the adventitious flora of a vineyard in northwestern Spain. *Crop Protection.* Avril 2007, Vol. 26, 4, pp. 584-591.
- Garcia, Celette, Gary, Ripoché, Valdés-Gómez, Metay. 2017.** Management of service crops for the provision of ecosystem services in vineyards: A review. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 251 *ELSEVIER* 2018, pp 158-170.
- Garin. 2010.** *Techniques alternatives d'entretiens des sols.* 2010
- Goma-Fortin, Gontier, Gaviglio, Chovelon, Malet. Novembre-Décembre 2012.** Paillage et enherbement sur le rang en viticulture: des premières observations à poursuivre..
- Gontier. 2012.** *L'enherbement du cavaillon: intérêts, limites et premiers résultats de suivi.* Colloque Euroviti. SIVAL 2012.
- Gontier.** L'enherbement total en viticulture: Premiers résultats et perspectives. pp 11-13.
- Gontier, Gaviglio, Dufourcq. 2013.** *Enherbement maîtrisé sous le rang: intérêt technique pour différentes productions de vin du Sud-Ouest.*

- IFV Occitanie.** « Estimation de l'état hydrique de la vigne » Consulté le 30 avril 2019. <http://www.vignevin-occitanie.com/fiches-pratiques/estimation-de-letat-hydrique-de-la-vigne/>
- IFV Occitanie.** « Méthode des apex ». Consulté le 30 avril 2019. <http://www.vignevin-occitanie.com/fiches-pratiques/methode-des-apex/>
- IFV Occitanie.** « L'enherbement sous le rang de vigne ». Consulté le 30 avril 2019. <http://www.vignevin-occitanie.com/fiches-pratiques/enherbement-sous-le-rang/>.
- IFV Occitanie.** « Le rapport feuilles/fruits ou indice SECV/PR » Consulté le 30 Avril 2019. <http://www.vignevin-occitanie.com/fiches-pratiques/le-rapport-feuilles-fruits/>
- IFV Sud-Ouest.** « L'azote en viticulture ». Consulté le 30 avril 2019. <http://www.vignevin-sudouest.com/publications/fiches-pratiques/azote-viticulture.php>.
- INRA de Colmar, Syndicat Viticole de Westhalten. 2018.** *L'enherbement des cavaillons par l'épivière piloselle*. Les fiches agro-techniques du GIEE de Westhalten.
- Lopes, C M, et al. 2008.** Cover cropping in a sloping non-irrigated vineyard : II- Effects on vegetative growth, yield, berry and wine quality of 'cabernet sauvignon' grapevines. *Ciência técnica vitivinícola*. 2008, pp. 37-43.
- Lou, Yi, Davis, Adam S et Yannarell, Anthony C. 2016.** Interactions between allelochemicals and the microbial community affect weed suppression following cover crop residue incorporation into soil. *Plant Soil*. 2016, Vol. 399, pp. 357-371.
- Morlat, René et Venin, G. 1981.** Effets comparés de deux techniques d'entretien du sol sur l'enracinement de la vigne et sur le milieu édaphique. *EDP Sciences*. 1981, 10, pp. 887-896.
- PlacoHB.** « Plantes couvre-sol comme contribution au contrôle des adventices et à la promotion de la biodiversité ». Consulté le 6 avril 2019. <https://wiki.itab-lab.fr/PlacoHB/?ActualitEs>
- Ripoche, Aude, Metay, Aurélie et Celette, Florian. 2010.** Changing the soil surface management in vineyards : immediate and delayed effects on the growth and yield of grapevine. *Plant Soil*. 7 Septembre 2010.
- Tesic, Dejan, Keller, Markus et Hutton, Ronald J. 2007.** Influence of vineyard floor management practices on grapevine vegetative growth, yield, and fruit composition. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2007.
- Thorup-Kristensen, K., Magid, J., Jensen, L.S., 2003.** Catch crops and green manures as biological tools in nitrogen management in temperate zones. *Adv. Agron.* 227-302. [http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2113\(02\)79005-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2113(02)79005-6).

Tournemelle, Chambre Agriculture du Rhône. 2019. Entretenir les sols viticoles de façon durable sur le plan environnemental et économique et en limitant des intrants de synthèse. 6p

Twoorkoski, T.J., Glenn, D.M., 2012. Weed suppression by grasses for orchard floor management. *Weed Technol.* 26, 559–565. <http://dx.doi.org/10.1614/WT-D-11-00044.1>.

Sánchez, E.E., Giayetto, A., Cichón, L., Fernández, D., Aruani, M.C., Curetti, M., 2007. Cover crops influence soil properties and tree performance in an organic apple (*Malus domestica* Borkh) orchard in northern Patagonia. *Plant Soil* 292, 193–203. <http://dx.doi.org/10.1007/s11104-007-9215-7>.

Valdés-Gómez, H., Gary, C., Cartolaro, P., Lolas-Caneo, M., Calonnec, A., 2011. Powdery mildew development is positively influenced by grapevine vegetative growth induced by different soil management strategies. *Crop Prot.* 30, 1168–1177. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2011.05.014>.

ANNEXES

Annexe 1: Enherbement du sédum sur la parcelle de la Blonde



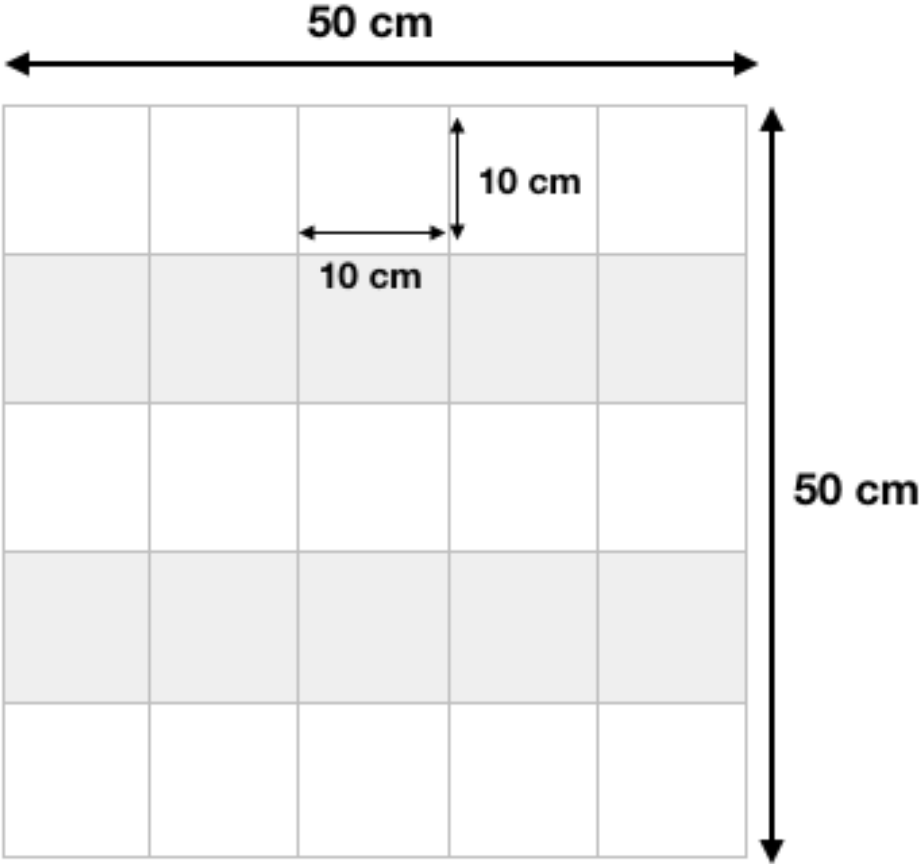
Annexe 2: Enherbement de la piloselle sur la parcelle de la Blonde



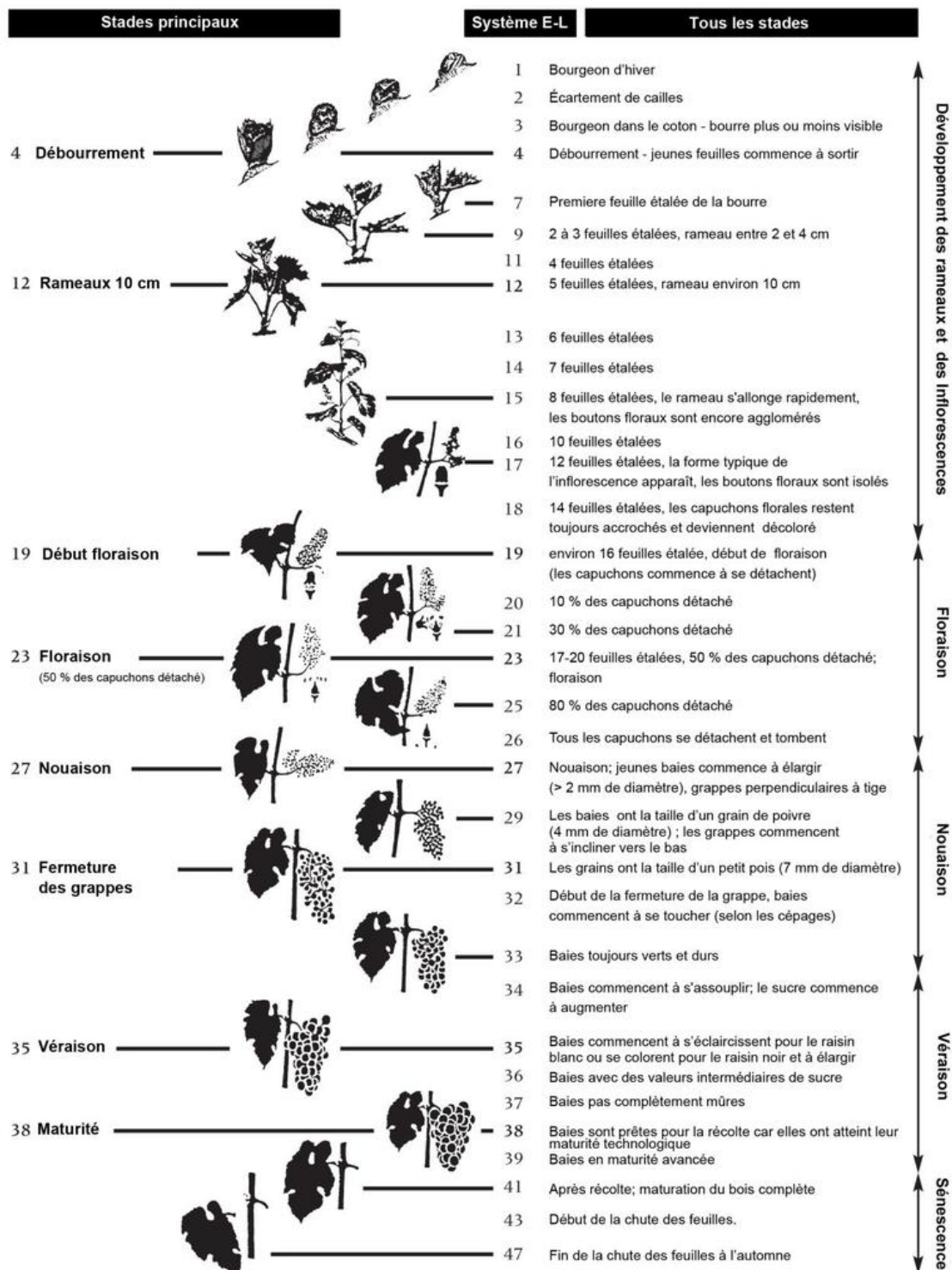
Annexe 3 : Enherbement du thym sur la parcelle de la Blonde



Annexe 4: Schéma du quadrat utilisé pour la mesure du taux de recouvrement

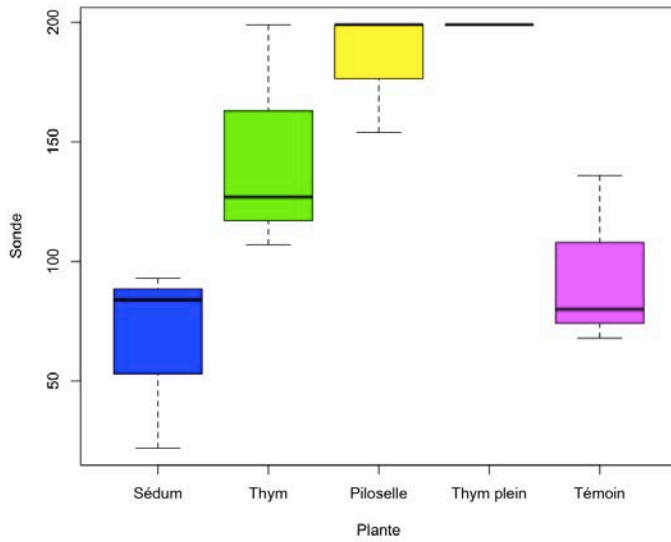


Annexe 5: Echelle numérique de notation des stades phénologiques établies par Eichhorn et Lorenz d'après Coombe, 1995

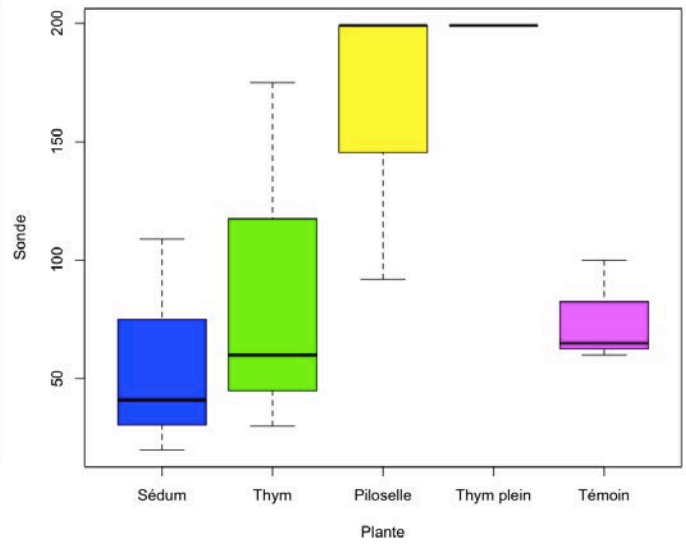


Annexe 6: Boxplot des analyses de l'état hydrique par les sondes Watermark® pour les dates du 16 juillet et 23 juillet, pour les profondeurs de 30 cm et 60 cm

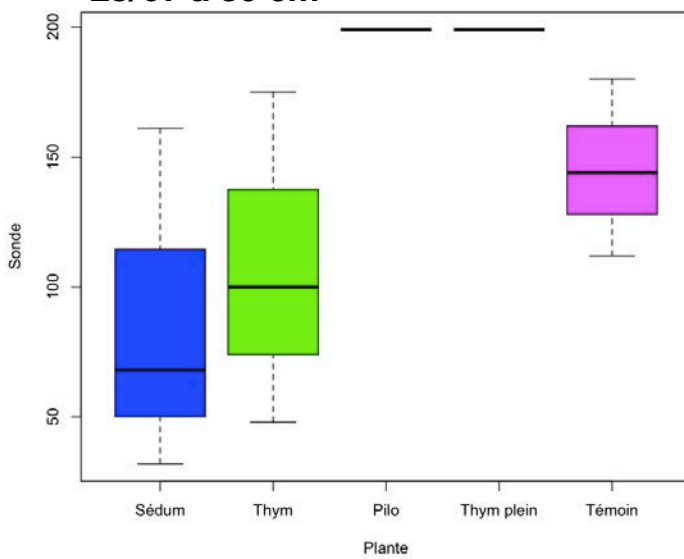
16/07 à 30 cm



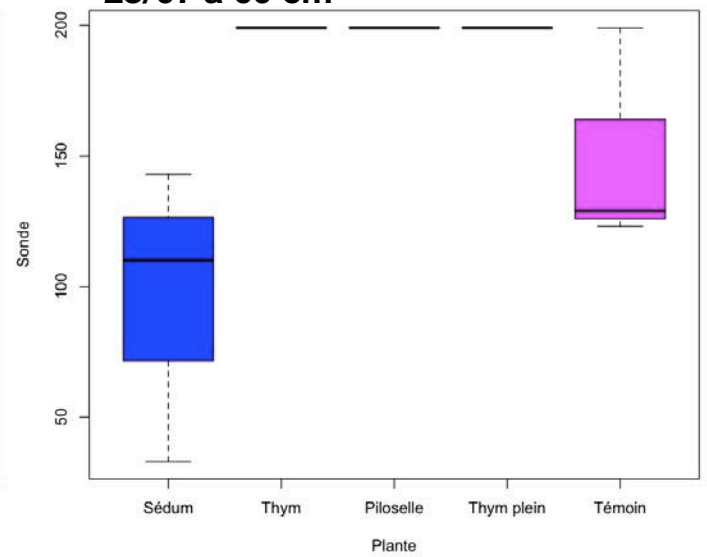
16/07 à 60 cm



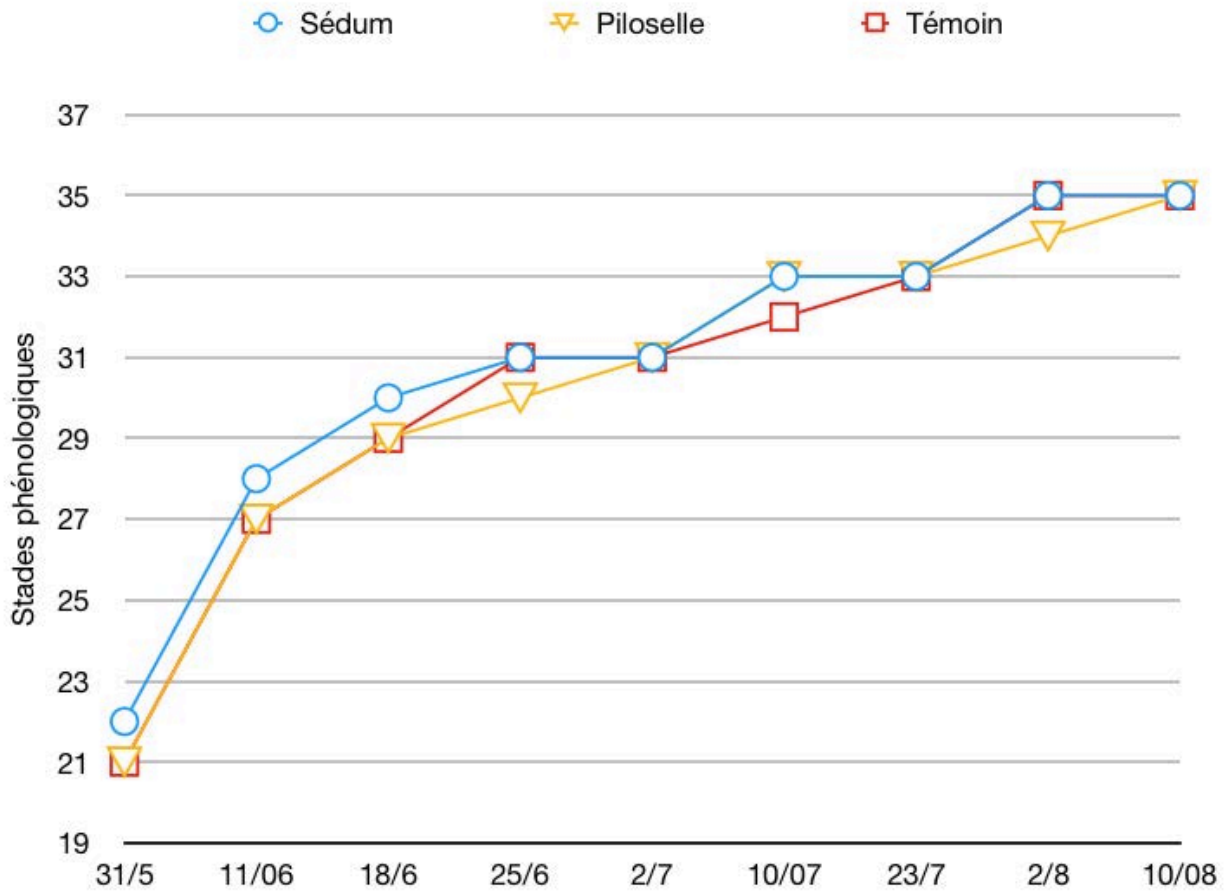
23/07 à 30 cm



23/07 à 60 cm



Annexe 7: Suivi des stades phénologiques pour la parcelle des Rivoires au cours de la saison en fonction des différentes plantations



Annexe 8: Analyse de maturité pour la parcelle de la Blonde

	4/9/19		
	AT	pH	D°
Sédum	5,4	3,53	10,6
Thym	5,3	3,49	10,8
Piloselle	5	3,36	10,86
Thym plein	4,9	3,45	10,73
Témoin	5	3,57	11,87

Annexe 9: Analyse de maturité pour la parcelle de Verenay

	3/9/19		
	AT	pH	D°
Sédum	4,5	3,3	9,85
Thym	4,1	3,28	9,97
Piloselle	4,4	3,27	11,23
Témoin	4,4	3,37	10,86

Annexe 10: Calcul du coût du désherbage chimique sur 1ha suivant l'itinéraire technique du domaine

	Quantité/ha	Prix/ha
Produits	RoundUp: 2 x 9L (2 passages)	2x 45 €
	Anti-Germinatif: 1 passage	300 €
Main d'Œuvre	3 passages d'une journée	420 € (20€/h)
	TOTAL	855 €

Impact d'un enherbement sur la vigne en situation de forte pente

Résumé: La gestion des adventices est un réel problème dans les conditions de forte pente, que l'on peut trouver dans les appellations de Condrieu ou encore de Côte-Rôtie. Le Domaine Pierre-Jean VILLA fait partie de ces domaines, qui travaillent en fortes pentes et qui, de plus, se convertissent petit à petit en agriculture biologique. En plus de cette conversion, il est nécessaire de trouver une solution par rapport aux adventices face à la possible interdiction de l'utilisation du glyphosate.

Dans ce sens, le domaine Pierre-Jean VILLA utilise un minimum le désherbage chimique et fait plutôt du désherbage mécanique. Malheureusement, cela n'est possible que sur les parcelles en plateau.

Or, depuis deux ans, le domaine a mis en place, sur quelques parties de parcelle, un enherbement sous le rang, qu'il souhaite permanent.

L'objectif de cette étude est de mettre en évidence les effets de l'enherbement sur le sol et sur la vigne en fonction de l'espèce de plante utilisée afin de guider le domaine sur le choix du type d'enherbement et de la plante à privilégier.

Au cours de la saison, plusieurs paramètres sont étudiés: développement des plantes, état hydrique du sol, état hydrique de la vigne, vigueur, teneur en azote, Il semblerait que le sédum soit la plante la plus adaptée, avec des résultats proches du témoin. Le thym et la piloselle sont deux plantes qui vont engendrer de la concurrence vis-à-vis de la vigne, qu'elle soit hydrique ou bien azotée. Cependant, le sédum reste en suspens car c'est une plante qui craint le piétinement et qui reste glissante.

Mots-clés: Viticulture - Enherbement - Sédum - Piloselle - Thym

Effect of cover cropping on vine in steeply sloping vineyards

Abstract: The weed control is a real issue in steeply sloping vineyards, which you can find in appellation of Condrieu or Côte-Rôtie. Domaine Pierre-Jean VILLA is one of this domaine which work in steeply sloping vineyards and, moreover, convert progressively his vineyard to organic production. In addition to converting the vineyard, it is necessary to find a solution to the future restriction on glyphosate use. In this way, domaine Pierre-Jean VILLA uses less chemical weeding and more mechanical weeding. Unfortunately, it is only possible in flat part of the vineyard. Yet, until two years, the wine estate uses cover crops on some vineyard area that is permanent.

This work is aiming to show the effects of cover crops on the soil and on the vine depending on the kind of plant in order to adapt the choice on the kind of cover crops and the most effective specie of plant.

During the season, several parameters are analysed: development of the cover crops, soil humidity, water status of vine, vine vigour, nitrogen nutrition... . Sedum seems to be the most effective plant, with similar resultats to those of the control vine. Thyme and Hieracium pilosella are two plants that will lead to a competition with vine for water and nitrogen. Yet, sedum is not the final choice because it should not bear trampling and it is slippery.

Keywords: Viticulture - Cover crops - Sedum - Hieracium pilosella - Thyme