

AFPP – 23^e CONFÉRENCE DU COLUMA
JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
DIJON – 6, 7 ET 8 DÉCEMBRE 2016

**ETUDE DE SYSTEMES « ZERO HERBICIDES » A BASE D'ENHERBEMENT SOUS LE RANG EN VIGNOBLES
MEDITERRANEEN ET DU SUD-OUEST**

L. GONTIER⁽¹⁾ et X. DELPUECH⁽²⁾

⁽¹⁾ Institut Français de la Vigne et du Vin Sud-Ouest, V'Innopôle, BP 22 - Brames-Aïgues, 81310 Lisle-sur-Tarn, France, laure.gontier@vignevin.com

⁽²⁾ Institut Français de la Vigne et du Vin - Pôle Rhône-Méditerranée, Bâtiment MINEA - IRSTEA Montpellier, 361, rue J.F. Breton B.P. 5095, 34196 Montpellier, xavier.delpuech@vignevin.com

RÉSUMÉ

La plupart des vignobles français connaissent un développement important de l'enherbement de l'inter-rang, alors que sous le rang le désherbage chimique demeure la règle générale. L'enherbement maîtrisé sous le rang de vigne pourrait être une alternative complémentaire au désherbage mécanique, très contraignant, intéressant d'un point de vue technique et économique. Afin de tester cette pratique dans différentes conditions pédoclimatiques et objectifs de production, des expérimentations ont été mises en place en région méditerranéenne et sur le bassin viticole Sud-ouest. L'enherbement sous le rang s'est révélé être compatible avec différents cadres de contraintes et d'objectifs à condition d'adapter l'itinéraire technique (gestion du pourcentage de surface enherbée, adaptation des pratiques de fertilisation...).

Mots-clés : vigne, zéro herbicides, enherbement.

ABSTRACT

ASSESSMENT OF HERBICIDE-FREE SYSTEMS BASED ON UNDER-ROW COVER CROP IN MEDITERRANEAN AND SOUTH-WEST VINEYARDS

The majority of French vineyards is developing permanent grass cover crops on inter-row alleys, whereas under-row chemical weeding remains the general case. The setting up of a controlled grass cover crop under the vine row is a possible alternative, interesting from both technical and economical point of view. This could be another solution for the substitution of herbicides in addition to mechanical weeding which has more limitations. In order to test this practice in different pedoclimatic conditions and production objectives, experiments were implemented in the Mediterranean and South-West regions of France. The setting up of a grass cover under the row of vines appeared to be a viticultural practice compatible with different sets of constraints and objectives pertaining to the adaptation of production system such as management of the proportion of grass coverage and adaptation of the fertilizing practices.

Keywords: grapevine, zero herbicides, cover crop.

INTRODUCTION

La contamination de l'eau par les pesticides, et en particulier les herbicides, reste aujourd'hui encore le frein principal à l'objectif de bonne qualité des eaux fixé par la directive-cadre sur l'eau, complétée par le Grenelle de l'Environnement, qui fixe l'objectif de 66% des cours d'eau en bon état écologique en 2015. Les herbicides sont en première ligne, et le glyphosate est en tête des molécules retrouvées dans les rivières (Dubois et al. 2010).

Les agriculteurs, en particulier les viticulteurs, ont pris conscience de cette problématique et leurs pratiques ont évolué vers moins d'herbicides, mais les alternatives ont un coût et présentent des contraintes : « limiter le recours aux herbicides mobilise davantage de temps de travail et entraîne des coûts supplémentaires tant énergétiques que d'utilisation et d'usure du matériel » (Ambiaud 2012). C'est particulièrement vrai pour les itinéraires zéro herbicides, pour lesquels les viticulteurs ont très largement recours au désherbage mécanique sous le rang de vigne. Or cette zone est difficile d'accès pour le matériel de désherbage, avec des risques de blessures des ceps. Pour garantir une bonne efficacité du désherbage mécanique, les viticulteurs sont amenés à multiplier le nombre de passages, en particulier les années pluvieuses, et dans des périodes où la main d'œuvre est aussi sollicitée sur d'autres postes de l'exploitation (traitements phytosanitaires, interventions sur la végétation : relevage, ébourgeonnage, rognage). L'efficacité des interventions en désherbage mécanique est aussi sous la dépendance des conditions climatiques (un temps sec est nécessaire après l'intervention pour la déshydratation des adventices). *In fine*, ces passages représentent des coûts de main d'œuvre et de carburant importants. L'enherbement sous le rang apparaît comme une alternative que nous avons décidé d'évaluer.

Les avantages environnementaux des couverts végétaux sont aujourd'hui largement reconnus : protection des sols contre l'érosion (Kort et al. 1998), maintien de la biodiversité (Teasdale 1996), des teneurs en matière organique (Ramos et al. 2010)... L'entretien d'un enherbement est aussi plus souple à gérer : l'efficacité d'une fauche n'est pas soumise aux conditions climatiques et peut être retardée ou avancée selon les priorités du calendrier agricole. En corollaire, la présence d'un enherbement peut engendrer une concurrence hydrominérale pour la vigne et entraîner des baisses de vigueur et de rendement. Ces effets sont parfois recherchés par les viticulteurs suivant leurs objectifs de production, mais le plus souvent la crainte d'une concurrence excessive est un frein à l'adoption de l'enherbement, en particulier en climat méditerranéen (Gaudel 2002).

L'objectif de cette étude a été d'analyser l'impact agronomique d'un enherbement sous le rang de vigne dans 2 vignobles contrastés, en climat océanique et méditerranéen.

MATERIEL ET MÉTHODE

LOCALISATION ET CARACTERISTIQUES PEDO-CLIMATIQUES DES VIGNOBLES ETUDIÉS

Localisation et caractéristiques des vignobles étudiés

En région méditerranéenne, l'expérimentation a été mise en place sur une parcelle de 4ha de Syrah, sur la commune de Bellegarde (30), non irriguée et non fertilisée durant le suivi expérimental de 2010 à 2015. La parcelle a été plantée en 2005, à la densité de 5 000 ceps/ha (Tableau 1). Les vignes sont conduites en cordon de royat palissé sur 3 fils. L'objectif de rendement est assez élevé, à 80hL/ha avec une production orientée en IGP Vin de Pays d'Oc. Pour la partie de l'étude réalisée dans le Sud-Ouest de la France, la parcelle expérimentale est située au sein du vignoble AOP Cahors, sur la commune d'Anglars-Juillac (46), à 103m d'altitude. La parcelle a été plantée en 2003, à la densité de 4 000 ceps/ha (Tableau 1). Les vignes sont conduites en espalier palissé (Guyot simple). Le cépage est le Malbec, représentatif de l'appellation, l'objectif de rendement de 50 hL/ha est modéré.

Tableau 1. Caractéristiques des vignobles étudiés. (Characteristics of monitored vineyards)

	Sud-Ouest	Méditerranée
Cépage	Malbec	Syrah
Porte-greffe	Riparia	SO4
Année de plantation	2003	2005
Densité ceps/ha	4 000 (2.0m x 1.25m)	5000 (2.5m x 0.8m)
Appellation	AOP Cahors	IGP Pays d'Oc
Objectif de rendement	50hL/ha	80hL/ha

Les types de sols

Sur le site Méditerranéen, le sol est de texture limono-argilo-sableuse, de type fersiallitique, caractérisé par un encroûtement calcaire situé à environ 70 cm de profondeur (Tableau 2). Cet encroûtement limite l'enracinement en profondeur de la vigne. Le taux de matière organique est d'environ 1%. La réserve utile du sol est estimée à 92 mm.

La parcelle du vignoble de Cahors est localisée sur les deuxièmes terrasses d'alluvions anciennes du Lot (Moyenne terrasse du Riss), le sol est de type argilo-siliceux profond avec une réserve utile importante.

Tableau 2. Caractéristiques pédologiques. (Soil characteristics)

	Sud-Ouest	Méditerranée
Profondeur de prélèvement	0-30cm	0-30cm
Matière organique	1.4%	1.0 %
Teneur en argile	12%	14 %
Teneur en sables	40%	53 %
Teneur en calcaire (CaO)	2000 mg/kg	2789 mg/kg
pH	6.7	8.0

Les conditions climatiques

Les conditions climatiques moyennes ont été calculées sur une campagne viticole, entre le 1^{er} octobre de l'année n-1 jusqu'au 30 septembre de l'année n (Tableau 3). La température est la moyenne des températures mensuelles. Au cours d'un cycle de la vigne, les quantités de précipitations annuelles sont très proches entre les 2 sites. Toutefois, la répartition des pluies est plus hétérogène sur le site méditerranéen, l'essentiel des précipitations ayant lieu au printemps et à l'automne. Le site méditerranée est aussi plus chaud de 2°C en moyenne, conduisant à une sécheresse estivale souvent plus marquée. Sur le site Sud-Ouest, la répartition des précipitations est plus homogène au cours de l'année avec en moyenne 50% des précipitations sur la période printemps-été ce qui limite le risque de contrainte hydrique estivale.

Tableau 3. Conditions climatiques moyennes sur la durée de suivi, données Météo France. (Average climate conditions, data from Meteo France)

	Sud-Ouest (2007 à 2015)			Température (°C)	Méditerranée (2010 à 2015)			Température (°C)
	Précipitations (mm)		Total		Précipitations (mm)		Total	
	Total	Printemps¹		Été²	Total	Printemps		été
Année 0	795	231	208	12.8	840	234	58	14.3
Année 1	809	348	158	12.0	742	196	178	14.6
Année 2	692	250	79	12.5	569	159	81	15.2
Année 3	758	159	192	12.2	612	304	73	14.1
Année 4	504	55	159	12.7	700	67	150	15.4
Année 5	619	248	89	12.8	1016	219	204	15.5
Année 6	898	302	125	12.3				
Année 7	911	154	185	13.0				
Année 8	668	144	173	13.6				
Moyenne	739	210	152	12.7	746	197	124	14.9

¹ du 1^{er} mars au 31 mai

² du 1^{er} juin au 31 août

DESCRIPTIF DES SYSTEMES ETUDIES

Sur le site Méditerranée, le sol dans l'inter-rang est maintenu en sol nu par désherbage mécanique et chimique, et nous avons comparé 2 modalités d'entretien du sol sous le rang de vigne : (i) une modalité de référence en sol nu (TEM), (ii) une modalité avec enherbement sous le rang (ENH_RG). La modalité ENH_RG a été installée à l'automne 2010, avec un semis à base de Fétuque rouge (*Festuca rubra* cv. Bargreen), à la dose de 50kg/ha (Tableau 4). La largeur de la bande enherbée est d'environ 70 à 80cm, ce qui correspond à un taux de couverture du sol d'environ 30%. Le pourcentage d'enherbement est donc réduit par rapport à un itinéraire classique où l'enherbement est positionné dans l'inter-rang, le rang étant désherbé chimiquement. L'objectif est de maintenir une majorité de sol désherbé pour limiter le potentiel de concurrence de l'herbe sur la vigne, concurrence exacerbée par le climat méditerranée et la réserve utile faible à moyenne du site. Sur ce site, le dispositif expérimental est en blocs aléatoires à 3 répétitions. La superficie des placettes est de 36 m²

Pour répondre à un objectif qualitatif mais aussi environnemental, sur le bassin viticole Sud-Ouest, l'implantation d'un couvert végétal entre les rangs de vigne connaît un développement important ; sous les rangs de vigne, en revanche, le désherbage chimique demeure le cas général. Pour aller plus loin dans la réduction, voire suppression des herbicides, l'objectif de l'essai mis en place à Cahors est d'évaluer la faisabilité d'un enherbement « total », *i.e.* dans l'inter-rang et sous le rang. Deux modalités ont donc été comparées sur le site Sud-Ouest : (i) une modalité de référence, combinant désherbage chimique sous le rang et enherbement permanent dans l'inter-rang (TEM), (ii) une modalité d'enherbement total, soit un enherbement permanent sur la totalité de la parcelle (ENH_RG). L'enherbement permanent des inter-rangs est identique sur les deux modalités, il a été mis en place en 2006 avec de la fétuque rouge (*Festuca rubra*). L'enherbement sous le rang sur la modalité ENH_RG a été semé en mars 2007 avec un mélange essentiellement composé de *Festuca ovina* et *Koeleria macrantha* (Tableau 4).

Sur le site Sud-Ouest, le dispositif expérimental est en blocs aléatoires à quatre répétitions. La superficie des placettes est de 70 m².

Tableau 4. Descriptif des modalités étudiées sur chaque site. (Description of monitored modalities for each experimental field.)

	Sud-Ouest		Méditerranée	
	Modalité enherbée (ENH_RG)	Modalité de référence (TEM)	Modalité enherbée (ENH_RG)	Modalité de référence (TEM)
Année mise en place	2007		2010	
Conduite du rang	Semé : 10% <i>Lolium perenne</i> , 10% <i>Festuca rubra trichophylla</i> , 30% <i>Festuca ovina</i> , 50% <i>Koeleria macrantha</i>	Désherbage chimique	Semé en fétuque rouge gazonnante (<i>Festuca rubra</i> cv. Bargreen)	Désherbage chimique
Conduite de l'inter-rang	Semé en fétuque rouge (<i>Festuca rubra</i>)	Semé en fétuque rouge (<i>Festuca rubra</i>)	Désherbage mécanique et chimique	Désherbage mécanique et chimique
Taux de couverture par l'enherbement	100%	60%	30%	0%



Figure 1. Photographie des parcelles suivies. À gauche : modalité enherbée sous le rang, site Méditerranée. À droite : modalité enherbée sous le rang et inter-rang, site Sud-Ouest. (Experimental field photos. On the left : under row cover crop in the Mediterranean site; On the right : under row cover crop in the South-West site).

VARIABLES SUIVIES

Opérations culturales

Les opérations culturales sont enregistrées sur chaque site. Sur le site méditerranéen, 1 à 2 tontes sont réalisées par an, au printemps et si nécessaire dans l'été avant les vendanges (cas des années 2014 et 2015). Sur le site Sud-Ouest, la parcelle est non irriguée, elle n'a reçu aucune fertilisation du démarrage de l'essai jusqu'en 2010, puis a reçu 20 Unités d'azote par an, par voie foliaire en deux passages à nouaison, de 2011 à 2015 (à l'exception de 2014). En moyenne, 2 à 3 tontes de l'enherbement sous le rang sont réalisées chaque année, en mai-juin, et si nécessaire dans l'été avant les vendanges.

Statut hydrique de la vigne

Sur le site Méditerranéen, des mesures de potentiels de base à la chambre à pression (Scholander et al. 1965) ont été réalisées en 2012, année particulièrement sèche. Sur le site Sud-Ouest, des mesures de potentiels de tige ont été réalisées de 2008 à 2012.

Statut azoté de la vigne

Sur le site Méditerranéen, le statut azoté de la vigne a été suivi grâce à des mesures N-Tester® (Yara France), réalisées sur le lobe terminal de 30 feuilles adultes et saines à véraison. Sur le site Sud-Ouest, le statut azoté de la vigne a été évalué avec l'indicateur NBI® (Nitrogen Balance Index) correspondant au ratio indice de chlorophylle/indice de flavonols et mesuré à l'aide de la pince à feuilles Dualex® (Force A). Les acquisitions ont été effectuées à véraison, de 2010 à 2015, sur 60 feuilles saines.

Performances agronomiques de la vigne

Les composantes du rendement (poids de récolte par cep, nombre de grappes par cep et poids moyen des grappes) sont mesurées sur 10 ceps par placette à la récolte. Le développement végétatif de la vigne est évalué par la mesure des poids de bois de taille par cep. Le nombre de sarments par cep est compté lors de la taille.

TRAITEMENT DES DONNEES ET ANALYSES STATISTIQUES

Pour comparer les valeurs obtenues sur chaque site, les valeurs sont généralement exprimées en écart relatif par rapport au témoin. Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel R (Team 2014), en réalisant des tests de comparaison de moyenne non paramétriques de Kruskal-Wallis.

RESULTATS

PERFORMANCES AGRONOMIQUES

Sur le site Méditerranéen, l'introduction de l'enherbement n'a pas engendré de diminution de rendement (Figure 2a) ni de vigueur (Figure 2b) significative par rapport au témoin en sol nu. Une légère diminution de rendement a été mesurée l'année suivant l'implantation de l'herbe (-14.9%).

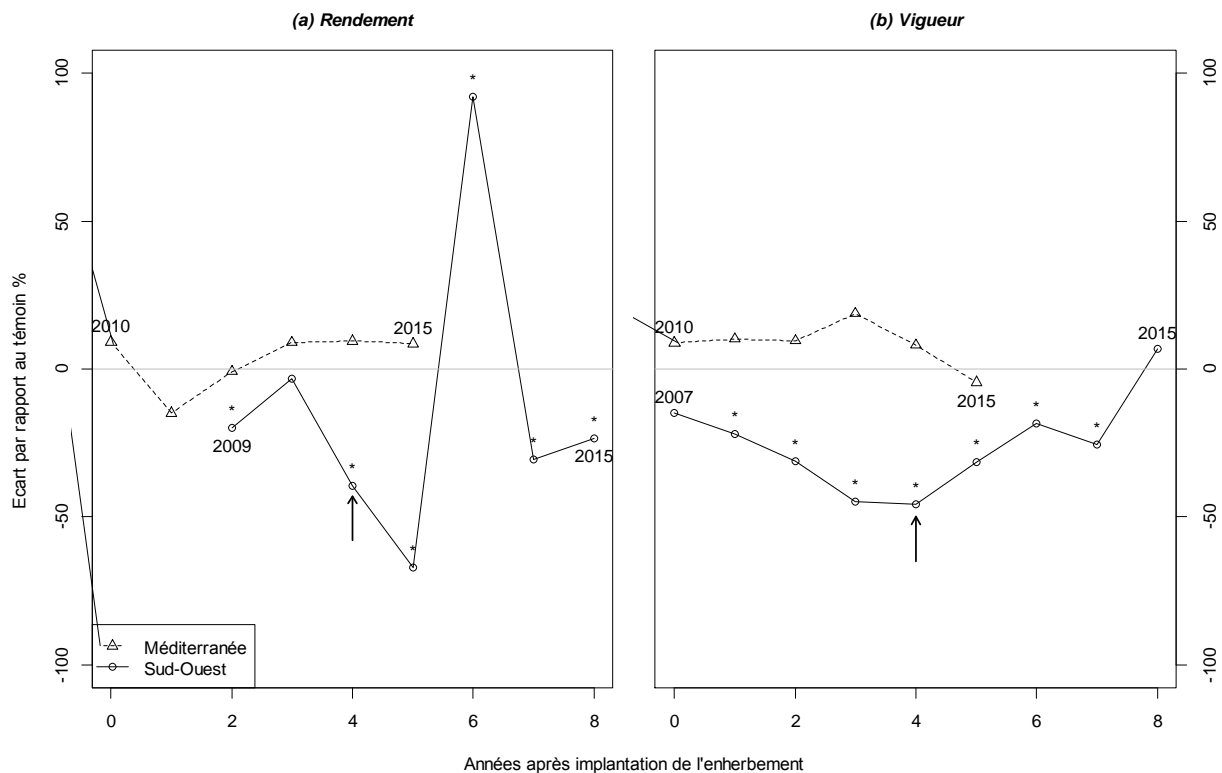


Figure 2 : Evolution relative des écarts de rendements annuels (a) et expression végétative (b) entre modalités ENH_RG et TEM, à partir de l'implantation de l'enherbement. Les * indiquent les années où la différence entre modalités est statistiquement significative. La flèche indique l'année à partir de laquelle la fertilisation azotée foliaire a été mise en place sur le site sud-ouest (apport renouvelé chaque année sauf en 2014). (Dynamic of relative differences between ENH_RG and TEM of grapevine yields (a) and of pruning weights (b), since the year of cover crop implantation. * refers to years where differences between modalities were found different. The arrows refer to the year when foliar nitrogen fertilization began in the South-West site (fertilization renewed every year-except 2014)).

Sur le site du Sud-Ouest, l'incidence négative de l'enherbement total sur le rendement a été plus marquée et quasi-systématique, bien que variable (baisse significative 5 années sur 7) ; l'écart est particulièrement important en années 4 et 5 après implantation (jusqu'à -67%), qui correspondent également aux deux millésimes les plus secs enregistrés au cours des 9 années de suivi (Tableau 3).

La tendance est inversée uniquement en année 6 après implantation. En année 6 (2013), exceptionnellement et suite aux résultats des années précédentes, la conduite de la vigne sur la modalité 100% enherbée avait été adaptée. En effet, nous avons montré que la concurrence exercée par le couvert végétal sous le rang entraînait une diminution du nombre de grappes par cep liée à une diminution du nombre de rameaux (résultats non détaillés), ainsi nous avons décidé de ne pas ébourgeonner la modalité 100% enherbée alors que cela a été pratiqué sur la modalité témoin. Ce changement d'itinéraire technique s'est traduit à la récolte par un nombre de grappes par cep significativement plus élevé sur la modalité ENH_RG. Nous avons enregistré un rendement par cep significativement supérieur sur ENH_RG en lien, non seulement avec cette augmentation du nombre de grappes par cep, mais également avec une augmentation significative du poids moyen de la grappe que nous avons liée à un nombre de baies par grappe plus élevé (résultats non détaillés). Le millésime 2013 a été caractérisé par un printemps significativement plus froid que la moyenne (mois de mai et juin) ce qui a perturbé la floraison et la croissance de la vigne. Notre hypothèse est que sur la parcelle expérimentale la présence de l'enherbement sur 100% de la surface a permis de limiter le phénomène de coulure auquel le cépage Malbec est particulièrement sensible (absorption de l'excès d'eau du sol, disponibilité plus régulière des principaux éléments nutritifs...).

Enfin, bien que l'enherbement total puisse affecter très fortement le rendement en comparaison au témoin, il est important de noter que l'objectif de production AOP a néanmoins été atteint 5 années sur les 7 années de suivi (2009, 2011, 2013, 2014 et 2015).

En ce qui concerne la vigueur, l'écart entre la modalité en enherbement total et le témoin tend à se creuser sur les quatre premières années de l'essai, atteignant -45% en 2010. A partir de 2011, année d'introduction de la fertilisation azotée foliaire, l'écart se stabilise avant de se réduire. Ainsi, nous n'avons pas constaté d'adaptation de la vigne à la concurrence de l'herbe au bout de 4 ans d'implantation, phénomène déjà observé lors d'études antérieures dans le cas d'un enherbement partiel (Morlat *et al.* 1993, Serrano *et al.* 2002). Cependant, nous faisons l'hypothèse qu'une adaptation des pratiques de fertilisation a permis d'enrayer efficacement l'effet dépréciatif de l'enherbement total sur la vigueur.

STATUT AZOTE

La présence de l'enherbement entraîne une concurrence azotée pour la vigne. Cette concurrence affecte durablement le statut azoté de la vigne (Figure 3).

Deux ans après la mise en place de l'herbe, l'effet est significatif sur la teneur en azote des feuilles sur le site Méditerranée (Figure 3a). Les teneurs en azote assimilable des baies sont logiquement affectées (Figure 3 b), et l'on observe fréquemment des baisses significatives et marquées (2 années sur 3 en Méditerranée).

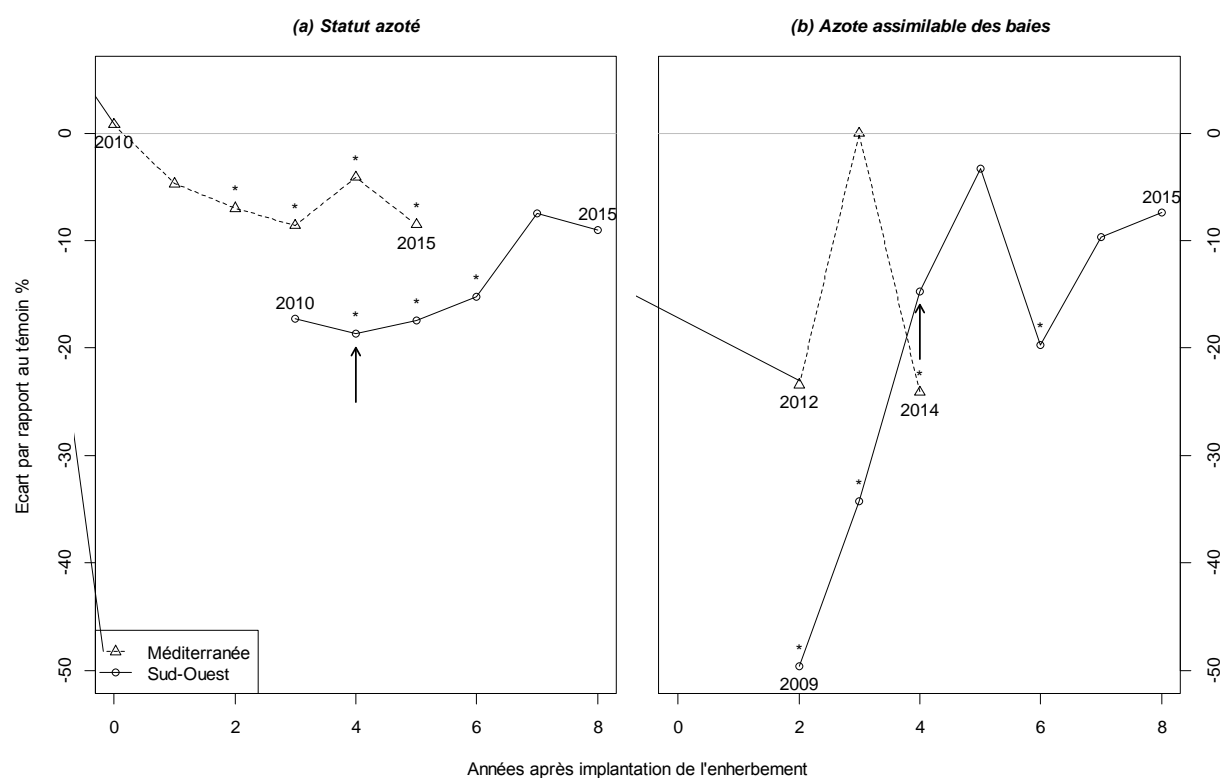


Figure 3 : Evolution du statut azoté de la vigne à partir de l'implantation de l'enherbement (écarts relatifs entre modalités) : (a) azote de la partie végétative (N-Tester sur site Méditerranée et Dualex sur site Sud-Ouest) et (b) azote assimilable des baies. Les * indiquent les années où la différence entre modalités est statistiquement significative. La flèche indique l'année à partir de laquelle la fertilisation azotée foliaire a été mise en place sur le site sud-ouest (apport renouvelé chaque année, à l'exception de 2014). (Dynamics of relative differences between ENH_RG and TEM of grapevine nitrogen status, since the year of cover crop implantation : (a) leaf nitrogen (N-Tester in Mediterranean site and Dualex in South-West), and (b) must nitrogen. * refers to years where differences between modalities were found different. The arrows refer to the year when foliar nitrogen fertilization began in the South-West site (fertilization renewed every year, except 2014))

Sur le site du Sud-Ouest, la concurrence azotée exercée par l'enherbement total est mesurée sur feuilles à véraison, et impacte fortement la teneur en azote assimilable des moûts (de -3% à -50%), surtout les 1ères années, et avant mise en place de la fertilisation compensatrice, ce qui peut être préjudiciable à leur qualité organoleptique.

STATUT HYDRIQUE

Sur le site Méditerranéen, le statut hydrique de la vigne a été évalué par le suivi des potentiels de base. La Figure 3 représente la dynamique observée lors de la saison 2012. À partir de début juillet, la contrainte hydrique de la modalité ENH_RG a tendance à être supérieure à celle de la modalité TEM, sans que cette différence ne soit significative. Les 2 modalités subissent en fin de saison un déficit hydrique modéré selon les seuils proposés par (Van Leeuwen et al. 2008).

Sur le site du Sud-Ouest, le suivi du statut hydrique a été réalisé de 2008 à 2012. La figure 4 représente la dynamique d'évolution des potentiels de tige en 2009, année pour laquelle la contrainte hydrique a été la plus marquée sur la parcelle d'étude. Les deux modalités TEM et ENH_RG présentent la même dynamique d'évolution de la contrainte hydrique sur l'ensemble de la saison, sans différence significative des potentiels de tige pour aucune des dates de mesure. Fin août, la parcelle subit une contrainte hydrique sévère selon les seuils proposés par (Van Leeuwen et al. 2008). En 2008 et 2010 (années 2 et 4 après implantation), la parcelle expérimentale n'a subi aucune contrainte hydrique ; en 2011 et 2012 (années 4 et 5 après implantation), la parcelle a subi une contrainte hydrique faible, sans qu'aucune différence significative n'ait enregistrée entre les deux modalités.

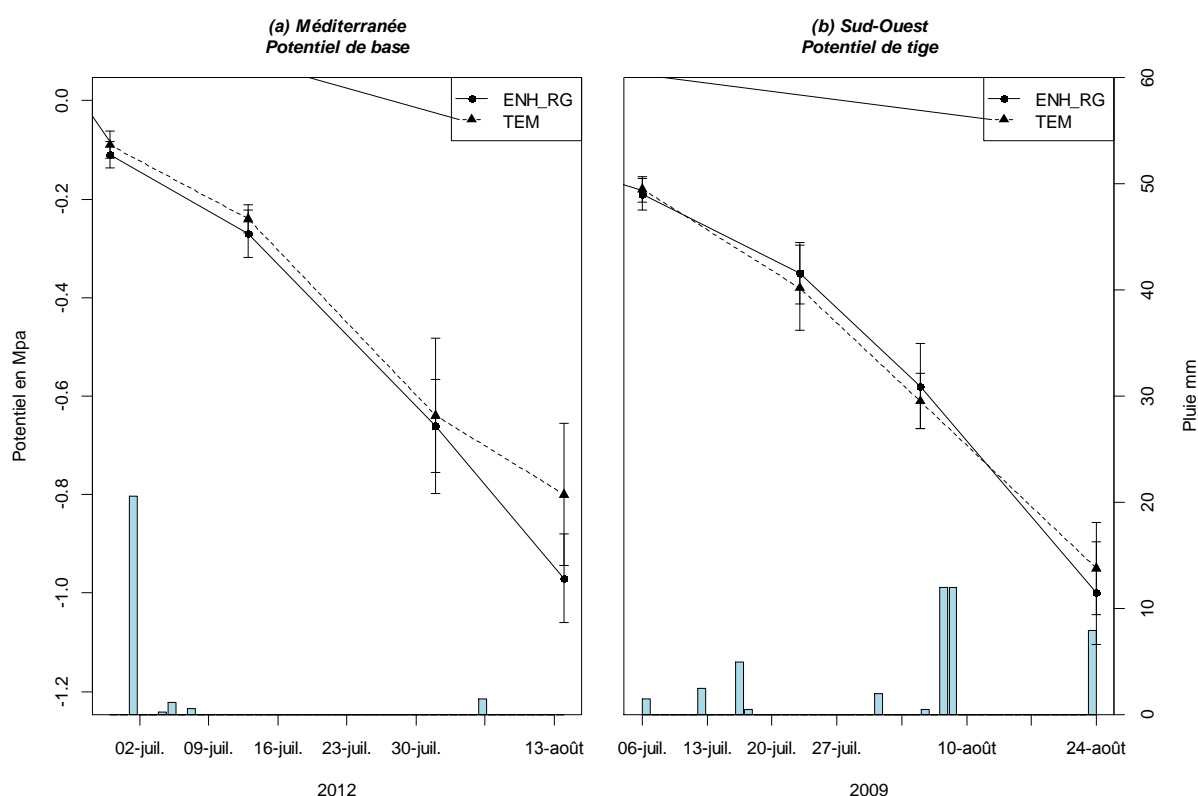


Figure 4. (a) Evolution des potentiels de base (Mpa) au cours de la saison 2012 sur le site Méditerranéen. (Dynamics of pre-dawn leaf water potentials during 2012 in the Mediterranean site.); (b) Evolution des potentiels de tige (Mpa) au cours de la saison 2009 sur le site Sud-Ouest. (Dynamics of midday stem water potentials during 2009 in the South-West site.)

DISCUSSION

Cette étude démontre que l'implantation d'un enherbement sous le rang de vigne génère une concurrence hydrique et azotée sur la vigne, ce qui est conforme aux très nombreuses observations réalisées avec des

enherbements dans l'inter-rang de vigne (Serrano et al. 2002, Chantelot et al. 2004, Celette and Gary 2013).

L'effet de l'enherbement est plus marqué sur le site en région Sud-Ouest que sur le site méditerranéen, malgré un climat globalement plus humide sur la période estivale. Or les observations de Tesic et al. (2007) et Le Goff-Guillou et al. (2000) montrent au contraire que l'impact de l'enherbement sur la vigne est plus marqué en climat chaud et sec. Le facteur principal est donc probablement à relier à la proportion de sol enherbé, beaucoup plus importante sur le site en Sud-Ouest (100%) que sur le site méditerranée (30%). Avec un enherbement total, il n'a pas été observé d'adaptation de la vigne à la concurrence de l'herbe, phénomène observé sur sols profonds au bout de trois à quatre ans après mise en œuvre d'un enherbement des inter-rangs (Morlat *et al.* 1993, Serrano *et al.* 2002). Ce constat n'est pas si surprenant car les processus qui sous-tendent cette adaptation sont basés sur un redéploiement du système racinaire de la vigne en dehors des zones colonisées par le système racinaire de l'herbe (Morlat and Jacquet 2003). Ainsi, sur le site Sud-ouest, avec l'augmentation de la proportion de sol enherbé, la gestion de la contrainte azotée s'est avérée un point crucial conduisant à la mise en place d'une fertilisation compensatrice par voie foliaire afin de maintenir un niveau de vigueur satisfaisant. En revanche l'acceptabilité de l'incidence sur le rendement dans un contexte d'objectif de production modéré est à relier au niveau de rendement en valeur absolue. Pour certains millésimes, l'enherbement total a permis l'atteinte de l'objectif en évitant le recours à des pratiques de maîtrise du rendement telles que l'ébourgeonnage ou l'éclaircissage.

CONCLUSION

La mise en place d'un enherbement sous le rang peut constituer une alternative intéressante au désherbage chimique et mécanique. Toutefois, l'herbe exerce une concurrence avec la vigne qui doit être gérée par le viticulteur. Le premier levier est de piloter la surface de sol couverte par l'herbe. Un autre levier est d'adapter l'itinéraire technique en raisonnant la fertilisation ou l'irrigation. À ce sujet, des essais sont en cours dans le Sud-ouest afin d'étudier les modalités de fertilisation les plus adaptées à des systèmes conduits sans herbicides, avec un enherbement sous le rang (période et forme d'apport, introduction de couverts de service). D'autre part, il sera nécessaire de prendre en compte les conséquences d'un enherbement sous le rang sur la mécanisation et l'organisation du travail dans l'exploitation (Gaviglio et Gontier, 2013).

REMERCIEMENTS

Ces essais ont bénéficiés de financements de la région Languedoc-Roussillon et de France AgriMer. Les auteurs remercient le Domaine Saint-Bénézet (Gard, France) et l'Association d'Expérimentation Ferme Départementale d'Anglars-Juillac (Lot, France) pour avoir accepté la mise en place des expérimentations.

BIBLIOGRAPHIE

- Ambiaud, E. 2012. Moins de désherbants dans les vignes. *Agreste Primeur* **288**.
- Celette, F., and C. Gary. 2013. Dynamics of water and nitrogen stress along the grapevine cycle as affected by cover cropping. *European Journal of Agronomy* **45**:142-152.
- Chantelot, E., F. Celette, and J. Wery. 2004. Concurrence pour les ressources hydriques et azotées entre vigne et enherbement en milieu méditerranéen. Pages 10-11 *in* Qualitätsmanagement im Obst- und Weinbau-International symposium in Quality management in viticulture and enology, Stuttgart-Germany.
- Dubois, A., L. Lacouture, and C. Feuillet. 2010. Les pesticides dans les milieux aquatiques. Données 2007. *Études & documents*. Commissariat Général au Développement Durable.
- Gaudel, M. 2002. Enquête sur les pratiques d'enherbement des viticulteurs adhérents à la charte Terra Vitis en Languedoc-Roussillon.
- Kort, J., M. Collins, and D. Ditsch. 1998. A review of soil erosion potential associated with biomass crops. *Biomass and Bioenergy* **14**:351-359.

- Le Goff-Guillou, I., J. Marsault, and C. Riou. 2000. Impacts de l'enherbement sur le fonctionnement de la vigne, la composition des moûts, les durées de fermentation et la qualité des vins. *Prog. Agric. Vitic* **117**:103-110.
- Morlat, R., and A. Jacquet. 2003. Grapevine root system and soil characteristics in a vineyard maintained long-term with or without interrow sward. *American Journal of Enology and Viticulture* **54**:1-7.
- Morlat, R., A. Jacquet, and C. Asselin. 1993. Principaux effets de l'enherbement permanent controle du sol, dans un essai de longue duree en Anjou. *Progrès Agricole et Viticole* **110**:406-410.
- Ramos, M. E., E. Benítez, P. A. García, and A. B. Robles. 2010. Cover crops under different managements vs. frequent tillage in almond orchards in semiarid conditions: Effects on soil quality. *Applied Soil Ecology* **44**:6-14.
- Scholander, P. F., H. Hammel, E. D. Bradstreet, and E. Hemmingsen. 1965. Sap pressure in vascular plants. *Science* **148**:339-346.
- Serrano, E., T. Dufourcq, and N. David. 2002. Effet de l'enherbement semé sur la vigueur et la production en fruits de la vigne.
- Team, R. C. 2014. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2014.
- Teasdale, J. R. 1996. Contribution of Cover Crops to Weed Management in Sustainable Agricultural Systems. **9**.
- Tesic, D., M. Keller, and R. J. Hutton. 2007. Influence of vineyard floor management practices on grapevine vegetative growth, yield, and fruit composition. *American Journal of Enology and Viticulture* **58**:1-11.
- Van Leeuwen, C., O. Tregoat, X. Choné, J. Gaudillère, and D. Pernet. 2008. Different environmental conditions, different results: the role of controlled environmental stress on grape quality potential and the way to monitor it. Pages 39-46 *in* Proceedings of the Thirteenth Australian wine industry technical conference.