

# La fin des herbicides ? Plusieurs stratégies innovantes d'entretien du sol à l'épreuve dans le Sud-Ouest.

**Laure GONTIER, Christophe GAVIGLIO**

Institut Français de la Vigne et du Vin – Pôle Sud-Ouest, V'innopôle, BP22, 81310 LISLE SUR TARN  
Email: laure.gontier@vignevin.com

L'entretien des sols est un élément important dans la mise en œuvre d'une viticulture durable. Le récent Grenelle de l'Environnement a fixé des objectifs ambitieux de réduction de l'utilisation des pesticides en agriculture. En parallèle, la commission européenne, dans son projet de directive-cadre sur la protection des sols (2006), a identifié 8 principales menaces qui pèsent sur les sols. La viticulture est particulièrement sensible à certaines d'entre elles comme l'érosion, la diminution des teneurs en matières organiques, le phénomène de tassement du sol et l'appauvrissement de la biodiversité des sols.

L'implantation d'un couvert végétal en association avec la vigne, ou couvert intercalaire, est une pratique agro-écologique susceptible de rendre de nombreux services écosystémiques. En particulier, la réduction du recours aux intrants (phytosanitaires, engrais de synthèse dans le cas de couverts à base de plantes de la famille des Fabacées), la réduction du transfert de polluants vers l'environnement (Tournebize, 2001 ; Schreck, 2008) mais également l'amélioration de la fertilité des sols : augmentation de la stabilité structurale (Le Bissonnais et Andrieux, 2007), de la teneur en matières organiques en surface, création d'un écosystème favorable au développement de la flore et de la faune du sol (Coll et al., 2009).

Sur l'ensemble des vignobles, l'évolution des pratiques d'entretien du sol concerne essentiellement l'entretien des inter-rangs. L'implantation d'un couvert végétal sur les inter-rangs est notamment une pratique qui connaît un développement important ces quinze dernières années, en particulier au sein du Bassin Viticole Sud-Ouest. Cependant cette présence végétale, dans la plupart des cas mise en place de façon permanente, est susceptible de concurrencer fortement la vigne pour l'azote du sol. Cette concurrence peut se traduire par des niveaux bas d'azote assimilable dans les moûts, pouvant nuire à la qualité organoleptique du vin, voire par une pénalisation des rendements ne permettant pas d'atteindre les objectifs de production visés. Sur les rangs de vigne, le désherbage chimique demeure néanmoins la règle générale. Dans une optique de limitation des intrants, le désherbage mécanique demeure l'alternative première à l'utilisation d'herbicides. Cette technique, bien qu'efficace, peut s'avérer contraignante en termes de coût et d'organisation du travail (Heinzle, 2002 ; Gaviglio, 2007).

L'IFV a initié en 2006 un programme visant à mettre au point des stratégies d'entretien du sol innovantes limitant l'usage des herbicides. Ces stratégies doivent à la fois être respectueuses de l'environnement et économiquement viables. Deux des pistes de travail envisagées, ayant fait l'objet d'expérimentations dans le Sud-Ouest, vous sont présentées dans ce compte-rendu :

- La mise en œuvre d'un enherbement maîtrisé sous le rang de vigne en tant qu'alternative au désherbage chimique complémentaire du désherbage mécanique, potentiellement intéressante d'un point de vue technique et économique ;
- La culture d'engrais verts, pratique susceptible d'avoir de nombreux effets bénéfiques sur le sol, tout en permettant une gestion optimisée de l'azote disponible pour la vigne par la maîtrise du couvert, à la fois en termes d'espèces présentes et dans le temps.

## Enherbement maîtrisé sous le rang : intérêt technico-économique pour différents types de production du Sud-Ouest

**Une 1ère étape : de l'étude à l'échelle de la micro-parcelle...**

**Matériels et méthodes :** Notre étude a débuté en 2007 sur trois zones du bassin de production viticole Sud-Ouest présentant différentes caractéristiques de production: (a) AOP Cahors, cépage Malbec sur sol argilo-siliceux profond, peu sensible au stress hydrique, objectif de production modéré (<10 t/ha) ; (b) AOP Fronton, cépage Négrette sur sol limoneux (« boulbène ») sensible à la contrainte hydrique estivale, objectif de production modéré (<10 t/ha) ; (c) IGP Côtes de Gascogne, cépage Colombard sur sol argilo-calcaire à réserve utile limitée, objectif de production moyen (15t/ha), avec une optique vin blanc aromatique. Sur chaque site, une à deux modalités engazonnement à base de graminées pérennes (*Festuca ovina*, *Koeleria macrantha*, *Dactylis glomerata L. subsp. Hispanica*, *Festuca rubra rubra*) ainsi qu'une modalité d'enherbement naturel, sur la ligne des souches sont comparés au désherbage chimique. Chaque modalité fait l'objet de trois répétitions au sein d'un dispositif expérimental en blocs randomisés complets. L'entretien des inter-rangs est historiquement l'enherbement permanent pour tous les sites : les parcelles sont donc conduites en « enherbement total » de 2007 à 2013, à l'exception de la parcelle IGP Côtes de Gascogne, sur laquelle l'expérimentation a été réorientée à l'automne 2009 avec l'introduction du désherbage mécanique un inter-rang sur deux. La proportion de superficie enherbée a ainsi été réduite à 65% (33% pour la référence désherbage chimique sous le rang) avec conservation de l'enherbement maîtrisé sous le rang. Les parcelles expérimentales sont conduites en espalier palissé (Guyot simple). Les densités de plantation sont de l'ordre de 4000 ceps par hectare sur tous les sites. Les paramètres mesurés ont porté sur trois principaux aspects :

- Les performances du couvert végétal sous le rang : évolution des taux de recouvrement des espèces semées et de la flore spontanée au cours du temps, et de la hauteur de végétation.
- Les impacts agronomiques des différentes pratiques : composantes du rendement, fertilité, vigueur, statuts hydrique et azoté.
- La qualité de la récolte via l'analyse de la composition des moûts : sucre, acidité, teneur en polyphénols et teneur en azote assimilable.

**Principaux résultats :** Après cinq années de suivi, le passage d'un enherbement limité aux inter-rangs à l'enherbement total de la parcelle entraîne les mêmes types d'effets agronomiques que ceux observés lors d'expérimentations menées sur la mise en œuvre de l'enherbement des inter-rangs : réduction du rendement et de la vigueur, limitation de la surface foliaire, amélioration de l'état sanitaire (Maigre, 1996 ; Spring, 2001 ; Coulon et Prud'home, 2003). L'intensité de ces impacts varie cependant en fonction des conditions des sites expérimentaux (caractéristiques pédoclimatiques, type de production) et en fonction des modalités testées (espèces semées).

Les impacts agronomiques ont été les plus marqués sur la parcelle à plus forte expression végétative (site IGP Côtes de Gascogne). De 2008 à 2010, la réduction moyenne de rendement sur les modalités enherbées à 100% par rapport au désherbage chimique sous le rang est de 35%, cette réduction est expliquée par une réduction du poids moyen des grappes mais également du nombre de grappes en lien avec une diminution du taux de débourrement. Nous enregistrons également une diminution de la vigueur conjointe à celle du rendement (tableaux I et II).

Ce constat dans un contexte où un objectif de production moyen (15 t/ha) est recherché, amène à reconsidérer la pratique de l'enherbement total. Dans un objectif de limitation des intrants herbicides, il est envisageable de conserver l'enherbement maîtrisé sous le rang associé à des pratiques dans l'inter-rang moins concurrentielles pour la vigne comme le désherbage mécanique ou un enherbement temporaire (ex. engrais verts...). Afin de tester ce type d'itinéraire technique, notre expérimentation a été réorientée à l'automne 2009 avec l'introduction du désherbage mécanique un inter-rang sur deux. La proportion de superficie enherbée a été réduite à 65% (33% pour la référence désherbage chimique sous le rang) avec conservation de l'enherbement maîtrisé sous le rang. Les mesures effectuées de 2010 à 2012 ont mis en évidence un regain de vigueur rapide, dès 2010, après changement de l'itinéraire d'entretien du sol ; quant au rendement, nous avons enregistré son rétablissement à partir du millésime 2011, en lien avec la physiologie du développement des inflorescences de la vigne qui s'établit sur deux cycles. Sur les modalités en enherbement sous le rang, l'objectif de production est ainsi atteint en 2011 et 2012. Sur les deux sites expérimentaux en AOP, nous observons, en revanche, des impacts de l'enherbement total plus modérés sur le rendement et la vigueur (tableaux I et II). Relativement à la modalité désherbage chimique, la diminution du rendement n'excède pas -25% sur les modalités enherbées. De plus, l'acceptabilité de cette réduction de rendement en contexte à objectif de production modéré est fonction du niveau de rendement en valeur absolue : dans certains cas (ex. pratique de l'éclaircissage), l'enherbement total peut être une solution permettant d'atteindre l'objectif de production visé. Sur l'ensemble des sites, si le suivi du potentiel hydrique foliaire ne met pas en évidence d'augmentation sensible de la contrainte hydrique estivale sur les modalités enherbées sous le rang, la gestion de la contrainte azotée demeure en revanche un point crucial. La contrainte azotée enregistrée sur feuilles en cours de campagne, aux stades floraison et véraison, se retrouve au niveau des teneurs en azote assimilable des baies et moûts : l'enherbement total provoque une réduction de ces teneurs (tableau III). Dans le cas de la production de vin rouge, parcelles de Négrette et Malbec, respectivement à Fronton et Cahors, le passage à l'enherbement total a permis une augmentation significative des teneurs en anthocyanes et en polyphénols totaux pour l'ensemble des campagnes de suivi, en lien avec les réductions de rendement enregistrées. Sur la parcelle de Colombard en IGP Côtes de Gascogne, nous enregistrons une augmentation significative de la teneur en sucres et du rapport sucres sur acidité avec l'enherbement maîtrisé sous le rang, là également, en lien avec les réductions de rendement enregistrées. La richesse en thiols aromatiques du vin n'a pas été altérée par la présence d'enherbement sous le rang.

**Tableau I. Rendements par modalité sur les sites expérimentaux sur les 3 dernières années d'étude. a, b, c : Résultats du test de comparaison des moyennes de Tukey lorsque l'analyse de variance indique une différence**

paramètre	site	Rendement (kg par cep)								
		Gascogne			Fronton			Cahors		
		2010	2011	2012	2009	2010	2011	2010	2011	2012
	millésime			ns				ns		
Entretien du sol sous le rang	Dés. Chimique	5.40 a	8.46 a	8.00	3.76 a	2.17 a	3.13 a	1.96	4.49 a	2.73 a
	Enh. Naturel	3.43 b	6.74 ab	6.87	3.18 b	1.66 b	2.37 b	1.79	1.88 b	1.02 ab
	Enh. Fétuque ovine	-	-	-	2.84 b	1.62 b	2.47 b	-	-	-
	Enh. Fétuque rouge	3.26 b	7.28 ab	7.21	-	-	-	-	-	-
	Enh. Koelerie	3.88 b	4.99 b	8.07	-	-	-	1.90	2.71 b	0.89 b
	Enh. Dactyle	-	-	-	-	-	-	2.03	2.77 b	1.88 b

**Tableau II. Vigueur par modalité sur les sites expérimentaux sur les 3 dernières années d'étude. a, b, c : Résultats du test de comparaison des moyennes de Tukey lorsque l'analyse de variance indique une différence significative (p<0.05).**

paramètre	site	Poids des bois de taille (g par cep)								
		Gascogne			Fronton			Cahors		
		2010	2011	2012	2008	2009	2011	2010	2011	2012
	millésime				ns					
Entretien du sol sous le rang	Dés. Chimique	736 a	659 a	881 a	434	413 a	316 a	435 a	320 a	563 a
	Enh. Naturel	525 b	528 abc	617 ab	351	339 b	179 b	219 b	161 b	361 b
	Enh. Fétuque ovine	-	-	-	394	331 b	165 b	-	-	-
	Enh. Fétuque rouge	494 b	539 bc	610 ab	-	-	-	-	-	-
	Enh. Koelerie	497 b	349 c	491 b	-	-	-	239 b	174 b	385 ab
	Enh. Dactyle	-	-	-	-	-	-	257 b	174 b	362 b

**Tableau III. Teneur en azote assimilable des moûts par modalité sur les sites expérimentaux sur les 3 dernières années d'étude. \*\* données significativement différentes du témoin (p<0.05)**

paramètre	site	Teneur en azote assimilable des moûts (mg/l)								
		Gascogne			Fronton			Cahors		
		2010	2011	2012	2009	2010	2011	2010	2011	2012
	millésime			ns						ns
Entretien du sol sous le rang	Dés. Chimique	220	201	115	85	108	103	107	97	126
	Enh. Naturel	183	175	108	76	97**	86**	51**	63**	92
	Enh. Fétuque ovine	-	-	-	73	107	96**	-	-	-
	Enh. Fétuque rouge	199	226	111	-	-	-	-	-	-
	Enh. Koelerie	165**	187	-	-	-	-	71**	68**	89
	Enh. Dactyle	-	-	-	-	-	-	64**	61**	106

### ... A la mise en place de parcelles vitrines dans le cadre de «Zéro Herbi Viti»

**Matériels et méthodes :** Dans la continuité des essais menés en micro-parcelle sur la thématique de l'enherbement sous le rang, l'Institut Français de la vigne et du vin, accompagné de sept partenaires(2), a mis en place en 2010 le projet «Zéro Herbi Viti». Ce programme d'envergure, d'une durée de trois ans, avait pour objectif principal l'analyse technico-économique et sociologique, à l'échelle parcellaire, de stratégies alternatives au désherbage chimique sous le rang de vigne, conduisant à terme à la suppression totale de l'utilisation des herbicides. L'ambition de Zéro Herbi Viti est de favoriser rapidement la limitation et l'arrêt de l'utilisation d'herbicides en viticulture sur les vignobles du bassin Adour-Garonne. Pour atteindre cet objectif, sept sites pilotes ont été choisis sur les trois régions principales du bassin (Midi-Pyrénées, Aquitaine et Poitou-Charentes), sur des vignobles représentatifs de différents systèmes de production viticole. Les sites ont aussi été positionnés au regard de la fragilité du milieu vis-à-vis de la qualité de l'eau. Les exploitations viticoles «vitrines» sont ainsi situées dans les zones de vigilance «phytosanitaire» identifiées dans le SDAGE et, pour la plupart des cas, sur des zones à enjeu eau potable. Pour assurer un transfert rapide de l'innovation vers les exploitations viticoles, il faut analyser les contraintes qu'implique la modification du système de culture en termes de coût, d'organisation du travail mais aussi d'incertitude et d'acceptabilité sociale, et identifier les leviers d'adoption de la pratique alternative. En ce sens, l'IFV Sud-Ouest et ses partenaires techniques ont fait appel aux compétences en sociologie et en économie de l'Université Toulouse Mirail et de l'École d'Ingénieurs de Purpan. De très nombreuses enquêtes et recueils de données techniques et économiques ont été effectués sur chaque vignoble pilote. (2) École d'Ingénieurs de Purpan, Université Toulouse Le Mirail, chambres d'agriculture du Gers, de la Charente et de la Gironde, Lycée professionnel agri-viticole

de Riscle (32), Château Dillon, EPLEFPA Blanquefort (33), Ferme Expérimentale d'Anglars-Juillac (46).

**Principaux résultats :** Les principaux enseignements du programme Zéro Herbi Viti, peuvent être résumés en trois points :

- Un surcoût à maîtriser... Le principal facteur de coût lié à l'arrêt des herbicides est le temps passé à l'entretien des vignes. Avec l'enherbement sous le rang, l'utilisation des tondeuses interceps se traduit par d'autant plus de temps de chantier que l'exigence de propreté de la tonte est importante. A contrario, si le viticulteur accepte que l'herbe puisse se développer à un niveau raisonnable, le nombre d'interventions est limité et la vitesse de travail peut être plus importante, ce qui ramène le coût par hectare à un niveau proche du désherbage chimique.
- Une nécessité de raisonner globalement la mécanisation. Les matériels employés pour la tonte doivent répondre aux exigences de vitesse de travail et de précision. Les sites vitrines montrent qu'avec des outils courants, la vitesse de réalisation est faible, de l'ordre de 2,5 km/h, contre 4,5 pour les plus perfectionnés. La configuration de l'outil est notamment déterminante lorsque les inter-rangs sont entretenus différemment : enherbement en alternance avec le travail du sol. En effet, une tondeuse combinant le broyeur inter-rang et les satellites pour l'entretien du cavillon est inutilisable dans l'inter-rang désherbé mécaniquement. Des montages différents sont possibles pour pallier cette difficulté, par exemple avec les satellites interceps entre les roues du tracteur, ou montés sur un mât à l'avant qui enjambe le rang. De cette manière, l'attelage arrière du tracteur est disponible pour l'outil de travail du sol ou pour une tondeuse.
- Les conditions de l'acceptabilité sociale. Le bassin de production, IGP ou AOP et le terroir jouent un rôle prédominant dans le niveau d'acceptabilité de l'enherbement sous le rang de vigne. L'argument de la diminution de la vigueur et du rendement est récurrent dans le discours des viticulteurs. L'herbe sous le rang est ainsi difficilement appréhendée comme une alternative définitive aux herbicides et est véritablement considérée comme un système en rupture. Ce changement, selon les secteurs de production, relève d'arguments agro-techniques mais également d'enjeux plus complexes liés à l'équilibre des relations professionnelles entre les acteurs (vignerons, opérateurs économiques, organismes de gestion, conseillers...) et aux logiques de valorisation des vins. La facilité d'accès et la disponibilité des semences et des matériels d'entretien est notamment un point-clé de l'adoption de la pratique.

## Les engrais verts en viticulture : des couverts de service qui nécessitent une conduite spécifique

Le terme d'« engrais vert » en viticulture est généralement appliqué à des couverts intercalaires cultivés, non pour être récoltés, mais pour améliorer la fertilité du sol. Les espèces employées sont majoritairement des annuelles d'hiver susceptibles de produire rapidement une biomasse importante. La culture d'engrais verts, mise en œuvre dans de nombreux systèmes de culture (grandes cultures, maraîchage...), est une technique susceptible d'avoir de nombreux effets bénéfiques sur le sol, tout en permettant une gestion optimisée de l'azote disponible pour la vigne par la maîtrise du couvert à la fois en termes d'espèces présentes et dans le temps. Cependant les conditions de mise en œuvre de cette technique ne sont pas complètement maîtrisées en viticulture bien qu'elle soit largement plébiscitée dans les vignobles du nouveau monde, notamment en Californie. De nombreuses familles d'espèces (Poacées, Brassicacées, Fabacées, Hydrophyllacées) sont

disponibles, et diverses associations sont possibles en fonction du sol, du climat et de l'objectif recherché. Par ailleurs, le mode de destruction du couvert est un facteur-clé pour piloter la restitution de l'azote par le couvert végétal. L'objectif du travail mené par l'IFV Sud-Ouest depuis 2011 est d'identifier les conditions optimales de mise en œuvre des engrais verts en viticulture. L'expérimentation porte sur la recherche du type de couvert le plus adapté dans un système de culture où, pour des raisons d'organisation du travail, le semis est généralement réalisé après-vendange – soit assez tardivement, ainsi que sur les modalités de destruction des couverts, avec comme objectif principal l'amélioration de l'alimentation azotée de la vigne. L'étude a été réalisée sur une parcelle expérimentale située au sein du vignoble de Gaillac (81), sur la rive gauche du Tarn, à 195m d'altitude. Elle est localisée sur les terrasses planes d'alluvions anciennes du Tarn, le sol est limoneux, de type lessivé dégradé hydromorphe (luvisol-redoxisol, R.P. 1995), faiblement pourvu en matière organique (11 g.kg-1 (±1)) et en azote total (0.55 g.kg-1 (±0.05)). La parcelle expérimentale, cépage Duras N, est conduite en espalier palissé (Guyot simple). L'objectif de production est élevé (IGP). La densité de plantation est de 4 545 ceps par hectare (2.0 m x 1.1 m). L'entretien du sol sous le rang de vigne est effectué par désherbage chimique. Les couverts végétaux intercalaires « engrais verts » sont semés en octobre de l'année n-1, un inter-rang sur deux, soit sur 35% de la surface de la parcelle, et détruits entre le 1er et le 10 mai de l'année n.

**2011 - La comparaison de différents types de couverts :** L'expérimentation s'est déroulée en deux temps. En 2011, l'expérimentation a porté sur la comparaison de différents types de couverts végétaux composés d'associations d'espèces de trois familles de plantes : Poacées, Brassicacées, Fabacées. Un seul mode de destruction a été employé : le roulage, les résidus végétaux sont laissés en tant que mulch sur le sol, sans enfouissement. Quatre modalités d'entretien du sol ont été comparées.

1. Enherbement naturel semi-permanent : modalité témoin (EN)
2. Engrais vert de la famille des Poacées (ou autrement dit graminées) : association avoine diploïde (*Avena strigosa*), orge commune (*Hordeum vulgare*) (POA)
3. Engrais vert de la famille des Brassicacées ou (ou autrement dit crucifères) : association navette (*Brassica rapa* L. subsp. *Oleifera*), moutarde blanche (*Sinapis alba*), radis chinois (*Raphanus sativus*) (BRA)
4. Engrais vert de la famille des Fabacées ou (ou autrement dit légumineuses) : féverole d'hiver (*Vicia faba*) (FAB)

Les notations réalisées ont porté sur de nombreux paramètres dont l'évolution du stock d'azote minéral dans le sol sur l'horizon 0-30 cm, le fonctionnement agronomique de la vigne (rendement, vigueur), le contrôle du statut azoté (indice chlorophyllien sur feuilles, teneur en azote assimilable des baies) et du statut hydrique en fin de cycle (delta C13). Les résultats sont récapitulés dans le tableau IV. La production de biomasse aérienne est la plus importante avec le couvert de féverole : 0.35kg MS/m<sup>2</sup> soit 3.5t MS/ha. Le couvert de à base de crucifères présente une production de biomasse modérée : 0.13kg MS/m<sup>2</sup> soit 1.3t MS/ha, au sein de ce mélange, la navette fourragère est l'espèce dominante. La production de biomasse par le couvert de graminées n'est pas significativement différente de l'enherbement naturel, malgré une densité de plants satisfaisante, elle demeure inférieure à 1.0t MS/ha. Le cycle de l'azote dans le

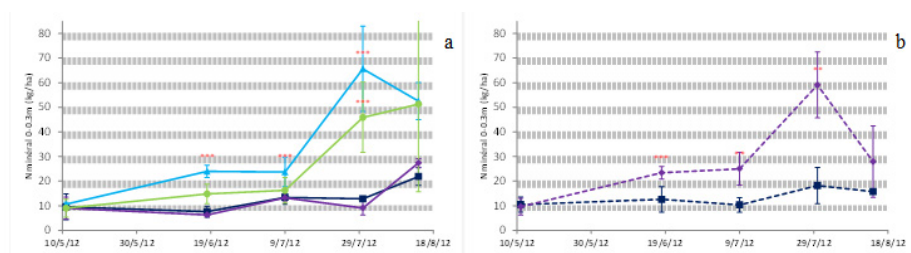
**Tableau IV. Production de biomasse aérienne par les engrais verts, teneurs en carbone et azote total. (1) la composition du couvert en nombre de plants/m<sup>2</sup> est la suivante : 70% navette, 20% moutarde blanche, 10% radis chinois. (2) la composition du couvert en nombre de plants/m<sup>2</sup> est la suivante : 50% avoine diploïde, 50% orge commune.**

date	modalité	recouvrement /densité	hauteur (cm)	biomasse aérienne (kg MS/m <sup>2</sup> )	teneur en N (% MS)	apport en N (g/m <sup>2</sup> )	teneur en C (% MS)	C/N
Avril 2011	EN	90%	10	0.06 (±0.02)	1.3 (±0.1)	0.7 (±0.3)	46.0 (±0.4)	35 (±2)
	BRA	176 <sup>(1)</sup> plants/m <sup>2</sup>	70	0.13 (±0.03)	1.0 (±0.1)	1.3 (±0.4)	46.2 (±0.2)	46 (±4)
	POA	291 <sup>(2)</sup> plants/m <sup>2</sup>	35	0.08 (±0.01)	1.2 (±0.1)	1.0 (±0.1)	46.5 (±0.1)	39 (±4)
	FAB	60 plants/m <sup>2</sup>	70	0.35 (±0.08)	2.8 (±0.9)	9.5 (±3.0)	46.2 (±0.3)	18 (±7)
Avril 2012	EN	70%	10	0.14 (±0.08)	1.0 (±0.1)	1.3 (±0.7)	46.9 (±0.2)	50 (±8)
	RM ; BE ; BD	65 plants/m <sup>2</sup>	55	0.24 (±0.06)	3.4 (±0.3)	8.1 (±2.4)	45.9 (±0.2)	14 (±1)



**Tableau V. Résultats des paramètres agronomiques mesurés sur vigne et raisins : moyennes par traitements.**  
**\*\*\*/\*\*/\* données significativement différentes du témoin (p<0.01/p<0.05/p<0.1).**

millésime	modalité	indice chlorophyllien feuillage		rendement (kg/cep)	azote assimilable du moût (mg/L)	ΔC13	poids moyen de sament (g)
		floraison	véraison				
2011	EN	6,8	9,1	4,60	226,1	-25,9	51,3
	BRA	6,5	8,9	3,88***	236,1	-25,8	55,2
	POA	6,3*	9,1	3,83***	222,8	-25,6	54,0
	FAB	6,6	9,9***	4,12	268,4**	-25,7	56,0
2012	EN	6,7	9,2	4,26	140,7	-24,6	52,6
	BD	6,5	9,1	4,59	180,6***	-24,2	50,0
	BE	5,9***	10,8***	4,78	231,2***	-23,9	59,0
	RM	6,8	9,8***	5,00	232,6***	-24,2	50,7



**Figure 1. Evolution des stocks d'azote minéral pour l'horizon de sol 0-0.3m a. sous l'inter-rang, b. sous le rang, en fonction du traitement considéré : EN (•), BD (◐), BE (▲), RM (◑).**

**\*\*\*/\*\*/\* données significativement différentes du témoin (p<0.01/p<0.05).**

sol est complexe et sous la dépendance de l'activité biologique des microorganismes, elle-même fonction de l'humidité du sol et de la température. Les variations de stock d'azote minéral du sol enregistrées dans le cadre de notre essai peuvent être considérées comme résultant de différents éléments du cycle de l'azote : minéralisation nette de la matière organique du sol, des résidus de la culture intercalaire et prélèvement par les plantes (vigne, culture intercalaire, adventices). Le millésime 2011, particulièrement chaud et sec de la fin de l'hiver jusqu'en juin, n'a pas été favorable à la minéralisation des matières organiques. Seul le couvert de féverole permet une augmentation significative du stock d'azote minéral du sol comparativement au témoin. Quant à l'impact des engrais verts sur la vigne (tableau V), les mélanges de crucifères et graminées ont un léger effet dépréciatif sur le poids de récolte par cep comparativement au témoin, entraînant une réduction moyenne du rendement de -17%. Aucune incidence des engrais verts sur la vigueur n'est enregistrée. La teneur en azote assimilable des baies à la récolte est significativement supérieure sur la modalité ayant reçu le couvert de féverole, avec un gain de 19% par rapport au témoin. Suite au constat de son développement satisfaisant en 2011, la féverole d'hiver a été choisie comme couvert intercalaire « modèle » pour la comparaison en 2012 de différentes modalités de destruction d'un engrais vert.

**2012 - Mode de destruction du couvert et incidence sur l'alimentation azotée de la vigne :** En 2012, l'expérimentation a visé à étudier l'incidence du mode de destruction du couvert sur l'évolution du stock d'azote minéral du sol et sur la vigne. Un seul type de couvert a été employé en tant qu'engrais vert : la féverole. Quatre modalités d'entretien des sols ont été comparées.

1. Enherbement naturel semi-permanent : modalité témoin (EN)
2. Engrais vert + destruction par roulage afin de laisser un mulch sur le sol (RM)
3. Engrais vert + destruction par broyage dans l'inter-rang suivi d'un enfouissement des résidus végétaux par travail du sol (BE)
4. Engrais vert + destruction par broyage avec déport sous le rang des résidus végétaux non enfouis (à l'aide du broyeur Side Delivery System®, du groupe KUHN) (BD)

La destruction des engrais verts a été réalisée le 10/05/2012. L'enherbement naturel semi-permanent (1) ainsi que la flore adventice sur les modalités Broyage-Déport (4) et Roulage (2) ont été détruits par désherbage chimique le 01/07/12, alors que la

modalité Broyage-Enfouissement (3) a reçu trois passages de travail du sol les 10/05, 15/05 (enfouissement du couvert) et 15/07/12 (contrôle de la flore adventice). Le couvert de féverole présente (tableau IV), comme en 2011, une production de biomasse satisfaisante de 0.24 kg MS/m<sup>2</sup> soit 2.4 t MS/ha, malgré une atteinte par le gel en février 2012 (Tmin = -12°C). L'enherbement naturel présente une production de biomasse plus élevée qu'en 2011, en lien avec un taux de recouvrement supérieur. Ces résultats confirment l'intérêt de la féverole comme légumineuse hivernale de couverture dans les conditions de semis tardif caractéristique de la viticulture. Le fort pouvoir germinatif de cette espèce lui permet de s'installer dans une large gamme de conditions climatiques. Sur l'ensemble de la période de suivi, de nouaison à véraison, les quantités d'azote minéral présentes dans le sol tendent à être supérieures avec la pratique d'enfouissement des résidus, ce qui peut être expliqué par plusieurs facteurs combinés : augmentation du taux de minéralisation et du contact sol-résidus végétaux par le travail du sol, mais également contrôle de la concurrence exercée par la flore adventice par l'action de désherbage mécanique. Néanmoins, nous observons également une augmentation importante du stock d'azote minéral du sol en fin d'été avec la pratique du roulage (Figure 1). D'un point de vue agronomique, l'indice chlorophyllien du feuillage mesuré à véraison met en évidence un état de nutrition azotée amélioré sur les modalités Broyage-Enfouissement et Roulage, en cohérence avec les observations effectuées sur le sol. Le rendement et le niveau de contrainte hydrique ne sont pas significativement impactés par la mise en place des engrais verts après une année de pratique. L'incidence majeure de la pratique des engrais verts dans le cadre de notre essai intervient au niveau de la teneur en azote assimilable des moûts. Ce paramètre est significativement supérieur sur les trois modalités ayant reçu le semis de féverole, cette augmentation est modérée, +30% sur la modalité BD, à importante +65% sur les modalités BE et RM (tableau V).

## Conclusion

L'enherbement total est une technique d'entretien du sol envisageable uniquement dans certaines situations spécifiques : cas de parcelles avec un objectif de production contrôlée et un enracinement profond ; cependant l'enherbement maîtrisé sous le rang est une pratique acceptable et intéressante d'un point de vue organisation du travail s'il peut être combiné à du travail du sol dans l'inter-rang pour une meilleure gestion de la concurrence hydro-azotée. Dans les deux cas, la gestion de la concurrence pour l'azote entre la vigne et le couvert, qui peut affecter sérieusement la qualité des moûts et la croissance de la vigne, reste l'un des points clés de la technique.

L'expérimentation sur les engrais verts met en évidence qu'il est possible d'influencer dans une large mesure l'alimentation azotée de la vigne par l'implantation de couverts végétaux hivernaux à base de Fabacées. Une étape suivante pourrait être une meilleure identification des leviers d'action mobilisables (choix d'espèces, date de semis, date et mode de destruction...) pour un pilotage de la dynamique de restitution de l'azote adaptable à différents objectifs. Par ailleurs en culture pérenne, il sera également important d'évaluer l'impact pluriannuel – effet cumulatif – de l'introduction d'un couvert sur les paramètres de production – vigueur, fertilité et rendement.

Il faut garder à l'esprit qu'il n'y aura pas une solution unique pour la réduction de l'usage des herbicides. Il sera nécessaire de prendre en compte la diversité des vignobles et des pratiques culturales, et de tenir compte des spécificités régionales. Les évolutions de pratiques se décideront et s'adopteront donc au cas par cas.

Néanmoins, les couverts végétaux ouvrent de nombreuses perspectives de pratiques considérées comme « innovantes » ou en « rupture » : la combinaison d'un enherbement maîtrisé sous le rang de vigne avec l'implantation de couverts de type engrais verts sur les inter-rangs est, par exemple, un prototype de système de culture, non encore expérimenté, qui pourra être mis en œuvre dans l'optique de compenser la concurrence azotée exercée par l'enherbement sous le rang par l'engrais vert dans l'inter-rang afin de tendre vers la réduction des herbicides en s'appuyant sur l'amélioration de la fertilité du sol.

## Références bibliographiques

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. La qualité des sols viticoles : avantages de l'enherbement permanent sur les caractéristiques chimiques et les indicateurs biologiques du sol. Progrès Agricole et Viticole, 126, n°22, p.527-531,2009.

Coulon T. and Prud'Homme P.Y., 2003. Effets d'un enherbement permanent sur la physiologie de la vigne dans les vignobles du Bordelais. Progrès Agricole et Viticole, 120 (7) : 154-161.

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.

Heinze Y. 2002. Travail du sol et désherbage thermique. Colloque MONDIAVITI, Bordeaux, décembre 2002.

Le Bissonnais, Y.; Andrieux, P.,2007. Impact des modes d'entretien de la vigne sur le ruissellement, l'érosion et la structure des sols. Progrès Agricole et Viticole, 124 (10) p.191-196, 2007.

Maigre D. 1996. Comportement viticole et physiologique de la vigne soumise à différents modes d'entretien du sol. Revue suisse Vitic. Arboric., 28 (5) : 303-312.

Shreck E., 2008. Influence des modes d'entretien du sol en milieu viticole sur le transfert des pesticides vers les eaux d'infiltration - Impact sur les lombriciens. Thèse de doctorat de l'Université de Toulouse, 301p., 2008.

Spring J.L. 2001. Influence du type d'enherbement sur le comportement de la vigne et la qualité des vins. Résultats d'un essai sur Chasselas dans le bassin lémanique. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic., 33 (5) : 253-260.

Tournebise J., 2001. Impact de l'enherbement du vignoble alsacien sur le transfert des nitrates. Thèse Université Louis Pasteur, Strasbourg, 2001.



# VIVAFLOR®

Désormais,  
votre floraison  
est sous haute  
surveillance

## DÉPENDANTE DU CLIMAT, LA FLORAISON EST SÉCURISÉE

**Témoin**



**VIVAFLOR**





VIVAFLOR

La sécurité de la floraison,  
par une vigne moins sensible aux conditions climatiques.

**Vivaflor** est un activateur de la nutrition et de la floraison de la vigne. Vivaflor active d'une part, l'absorption des minéraux du sol permettant de réguler la nutrition durant la floraison, et d'autre part, la production des hormones de floraison garantant d'une fécondation de qualité face aux contraintes climatiques.



La nature qui stimule la nature

VIVAFLOR® : marque déposée. Laboratoires Goëmar - ENGRAIS OE - solution de sulfate de magnésium, contenant du bore (B), oxyde de magnésium (MgO) : 5,2 % soluble dans l'eau, bore (B) : 2,0 %, soluble dans l'eau - Filtrat CL 143 (Brevet Goëmar)