

# Engrais vert en viticulture

Laure GONTIER

IFV Pôle Sud-Ouest - V'Innopôle Brames Aigues BP 22 - 81310 LISLE/TARN

Email: [laure.gontier@vignevin.com](mailto:laure.gontier@vignevin.com)

**Résumé :** Un engrais vert est un couvert végétal cultivé pour être restitué au sol afin d'en améliorer la fertilité. Cette technique mise en œuvre dans de nombreux systèmes de culture (grandes cultures, maraîchage...) est peu étudiée en viticulture. La culture d'engrais verts est 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. Notre étude, menée depuis 2011 dans le sud-ouest de la France, porte sur deux facteurs-clés pour piloter la restitution de l'azote par l'engrais vert : la recherche du type de couvert végétal le plus adapté (associations de Poacées, Brassicacées, Fabacées) et les modalités de destruction des couverts - destruction par roulage et destruction par broyage puis enfouissement sont comparées. Nos mesures ont porté sur i) l'évolution du stock d'azote minéral dans le sol ii) des paramètres d'agronomie viticole : alimentation azotée, rendement, vigueur, iii) le développement des couverts intercalaires : biomasse aérienne et teneur en carbone et en azote total. Parmi les espèces testées, nos résultats mettent en évidence l'intérêt de la féverole (*Vicia faba*) en tant qu'engrais vert hivernal de par son importante production de biomasse en conditions de semis tardif. Bien que la dynamique d'azote minéral dans le sol soit variable selon les millésimes, nous enregistrons une plus grande libération d'azote minéral dans le sol avec la pratique des engrais verts, majorée par l'enfouissement. D'un point de vue agronomique, la pratique influe peu sur le rendement mais permet une augmentation significative de la teneur en azote assimilable du moût pouvant atteindre +65%. Les engrais verts s'avèrent une piste intéressante en viticulture afin de concilier entretien du sol sans herbicides et amélioration de l'alimentation azotée de la vigne.

**Mots-Clés :** engrais vert, enherbement, fertilité du sol, azote, *Vicia faba*.

## Introduction

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 inter-rangs, une pratique qui connaît un développement important depuis plusieurs années en Midi-Pyrénées, permet de répondre à ces différents objectifs environnementaux. 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. 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. La date de destruction du couvert est notamment un facteur-clé pour piloter la restitution de l'azote par le couvert végétal. Par ailleurs, de nombreuses familles d'espèces de plante sont disponibles, et diverses associations sont possibles en fonction du sol, du climat et de l'objectif recherché. L'IFV Sud-Ouest, et ses partenaires régionaux, ont souhaité mettre en place des essais permettant d'identifier les conditions optimales de mise en œuvre des engrais verts afin de conseiller au mieux les viticulteurs de Midi-Pyrénées. L'expérimentation présentée dans ce compte-rendu a porté sur la recherche du type de couvert le plus adapté (associations d'espèces) ainsi que sur les modalités de destruction des couverts, avec plusieurs objectifs : réduction des intrants, amélioration de l'alimentation azotée de la vigne.

## Matériels et méthodes

**Le site d'étude :** L'étude a été réalisée dans le Sud-Ouest de la France, au sein du bassin central de Midi-Pyrénées. La parcelle expérimentale est située au sein du vignoble de Gaillac (81), sur la rive gauche du Tarn, à 195m d'altitude (43°52'05»N - 1°56'10»E). 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<sup>-1</sup> (±1)) et en azote total (0.55 g.kg<sup>-1</sup> (±0.05)). Le climat est à dominante océanique. La normale de précipitations est de 638 mm (1981-2010), la température moyenne annuelle de référence est 12.9°C.

**Techniques culturales :** 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 4545 ceps par hectare (2.0 m x 1.1 m). Les rangs sont orientés nord-ouest/sud-est. Le dispositif expérimental est en bandes à trois répétitions. Chaque modalité, mise en œuvre sur quatre inter-rangs consécutifs, occupe une surface de 315 m<sup>2</sup>, subdivisée dans la longueur en trois placettes de 105 m<sup>2</sup> pour les répétitions des mesures. 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. 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 (POA) : association avoine diploïde (*Avena strigosa*), orge commune (*Hordeum vulgare*)
3. Engrais vert de la famille des Brassicacées (BRA) : association navette (*Brassica rapa* L. subsp. *Oleifera*), moutarde blanche (*Sinapis alba*), radis chinois (*Raphanus sativus*)
4. Engrais vert de la famille des Fabacées (FAB) : féverole d'hiver (*Vicia faba*)

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 dépôt sous le rang des résidus végétaux (BD) non enfouis (à l'aide du broyeur Side Delivery System®, du groupe KUHN)

La destruction des engrais verts a été réalisée le 10/05/2012. L'enherbement naturel semi-permanent (modalité EN) ainsi que la flore adventice sur les modalités BD et RM ont été détruits par désherbage chimique le 01/07/12, alors que la modalité BE 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).

**Paramètres mesurés, calculés et contrôlés :** La mesure de l'évolution du stock d'azote minéral dans le sol vise à évaluer la restitution d'azote au sol par les différents engrais verts. Le suivi est réalisé sur l'horizon 0-30 cm. Il démarre à la destruction des couverts végétaux, ensuite l'échantillonnage est sous la dépendance des conditions météorologiques : les prélèvements sont effectués entre floraison et véraison sur sol ressuyé. Les échantillons sont emmenés au laboratoire, en respectant la chaîne du froid, pour l'analyse des teneurs en azote nitrique « N-NO3 » et ammoniacal « N-NH4 ». La densité apparente du sol (Da) est mesurée par la méthode des cylindres pour le calcul des quantités d'azote dans le sol. L'incidence du mode d'entretien du sol sur le fonctionnement agronomique de la vigne est évalué par la mesure du rendement (nombre et poids des grappes) et de la vigueur (poids des bois de taille) ; le contrôle du statut azoté (indice chlorophyllien – Dualex®, développé par ForceA – sur feuilles à floraison et véraison ; teneur en azote assimilable des baies : dosage de l'azote alpha-aminé par colorimétrie combiné à la mesure de l'azote ammoniacal par méthode enzymatique) et du statut hydrique (delta C13). Une mesure de la biomasse aérienne des couverts, de sa teneur en matière sèche, en carbone et azote total, est réalisée 10 jours avant leur destruction. L'analyse statistique des données est effectuée par analyse de la variance (logiciel XLSTAT®).

## Résultats et discussion

### Comparaison de différents types de couverts végétaux intercalaires (2011) :

**Production de biomasse par les couverts végétaux :** Les résultats sont récapitulés dans le tableau I. La production de biomasse aérienne est la plus importante avec le couvert de féverole (modalité FAB) : 0.35kg MS/m<sup>2</sup> soit 3.5t MS/ha. Le couvert BRA présente une production de biomasse significativement supérieure à l'enherbement naturel (EN), bien que modérée : 0.13kg MS/m<sup>2</sup> soit 1.3t MS/ha. Au sein du mélange de Brassicacées, la navette fourragère est l'espèce la plus présente. La production de biomasse par le couvert POA n'est pas significativement différente de l'enherbement naturel (EN), malgré une densité de plants satisfaisante, elle est faible, inférieure à

Tableau I. Production de biomasse aérienne par les engrais verts, teneurs en carbone et azote total.

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)

(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.

1.0t MS/ha. Logiquement, et comme décrit dans la littérature (Ingels et al., 2005), le couvert à base de Fabacées présente un potentiel de fourniture d'azote significativement supérieur à l'ensemble des autres modalités. En termes de potentiel d'apport d'azote les couverts BRA et POA ne se distinguent pas de l'enherbement naturel.

**Evolution du stock d'azote minéral du sol :** Le cycle de l'azote dans le 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 (le cas échéant) et prélèvement par les plantes (vigne, culture intercalaire). 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. Seulement trois dates de mesure ont pu être réalisées (fig. 1), le stock d'azote minéral sur l'horizon 0-30cm demeure faible. Il est systématiquement inférieur à 10.0 kg/ha sur le témoin et les couverts POA et BRA. Seul le couvert de féverole (FAB) permet une augmentation significative du stock d'azote minéral du sol comparativement au témoin de +12.1kg/ha (p<0.05) lors de la deuxième date de mesure, 80 jours après destruction des couverts (d+80j), et de +6.4 kg/ha (p<0.1) lors de la troisième date de mesure (d+103j), effectuée fin véraison. La valeur maximale mesurée atteint en juillet 17.4 kg/ha.

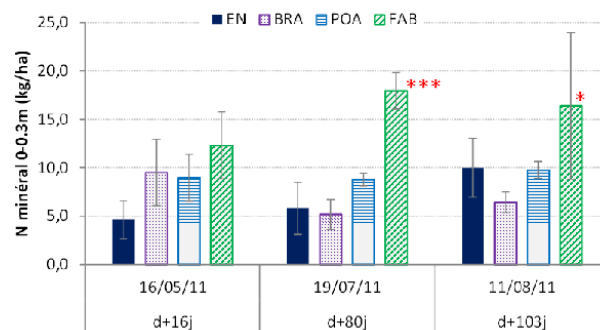


Figure 1. Stocks d'azote minéral dans l'horizon de sol 0-0.3m sous l'inter-rang. \*\*\*/\* données significativement différentes du témoin (p<0.01/p<0.1).

**Agronomie viticole :** Les couverts BRA et POA ont un léger effet dépréciatif sur le poids de récolte par cep comparativement au témoin (p<0.05), entraînant une réduction moyenne du rendement de -17% (tableau II). Aucune incidence des engrais verts sur la vigueur n'est enregistrée. L'indice chlorophyllien du feuillage mesuré à véraison met en évidence un état de nutrition azotée amélioré sur la modalité FAB (p<0.01), en cohérence avec les observations effectuées sur le sol. La teneur en azote assimilable des baies à la récolte est significativement supérieure sur FAB (p<0.01), avec un gain de 19% par rapport au témoin (tableau II). 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.

Tableau II. 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)	$\Delta C13$	poids moyen de sarment (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

### Comparaison de différents modes de destruction des couverts végétaux intercalaires (2012)

**Production de biomasse par le couvert végétal :** Les résultats sont récapitulés dans le tableau I. Le couvert de féverole présente, 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 (T<sub>min</sub> = -12°C). L'enherbement naturel (EN) 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 fabacée 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.

**Evolution du stock d'azote minéral du sol :** La figure 2a représente l'évolution du stock d'azote minéral dans l'horizon de sol sous l'inter-rang. Sur la modalité témoin avec un enherbement naturel semi-permanent (EN), le stock d'azote minéral sur l'horizon 0-30cm est relativement faible en début de campagne, il remonte en fin d'été après destruction de l'enherbement. Ceci peut s'expliquer par le fait que la principale source d'azote minéral est la minéralisation du sol et par la consommation d'azote par l'enherbement spontané. Dans l'horizon de sol sous l'inter-rang de la modalité BD, pour laquelle la biomasse aérienne de l'engrais vert est exportée sous le rang, l'évolution du stock d'azote minéral est similaire à celle observée sur la modalité témoin (EN). A la destruction des engrais verts (d0), le stock d'azote minéral sur l'horizon 0-30cm est comparable sur l'ensemble des modalités. La modalité RM se distingue significativement du témoin ( $p < 0.01$ ) à la quatrième date de mesure (d+80j), par un stock d'azote minéral 3.5 fois supérieur (45.9 kg/ha ( $\pm 14.3$ )). La modalité BE se différencie significativement du témoin ( $p < 0.01$ ) par un stock supérieur dès la deuxième date de mesure, à la nouaison de la vigne (d+40j), cette différence se maintient à d+60j et d+80j. A d+80j, le stock d'azote minéral sur la modalité BE, avec une valeur conséquente de 65.7 kg/ha ( $\pm 17.4$ ), est cinq fois plus important que sur le témoin. A la véraison de la vigne (d+100j), bien que le stock d'azote minéral soit en moyenne plus élevé sur les modalités BE et RM, cet écart n'est pas validé sur le plan statistique.

Sur l'ensemble de la période de suivi, 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. La figure 2b représente l'évolution du stock d'azote minéral dans l'horizon de sol sous le rang pour les modalités EN et BD. Sur la modalité en enherbement naturel semi-permanent (EN), l'évolution du stock d'azote minéral est similaire à celle observée dans l'horizon de sol sous l'inter-rang, bien que le sol sous le rang soit maintenu exempt de végétation par désherbage chimique. En revanche, la modalité BD présente un stock d'azote minéral sous le rang significativement supérieur ( $p < 0.01$ ) dès floraison (d+40j), ainsi qu'à d+60j, et d+80j ( $p < 0.05$ ). Au 29/07, le stock d'azote minéral sous le rang de la modalité BD est du même ordre de grandeur que ceux mesurés sur les modalités BE et RM. Ceci peut s'expliquer par l'apport supplémentaire d'azote minéral via la minéralisation des résidus végétaux du couvert engrais vert.

**Agronomie viticole :** L'indice chlorophyllien du feuillage mesuré à véraison met en évidence un état de nutrition azotée amélioré sur les modalités BE et RM, en cohérence avec les observations effectuées sur le sol. Le rendement - 4.7 kg/cep ( $\pm 0.5$ ) en moyenne sur la parcelle expérimentale - n'est toutefois pas significativement impacté par la mise en place des engrais verts (tableau II) et permet d'atteindre l'objectif de production visé (IGP). 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 ( $p < 0.01$ ) 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 II).

### Conclusion

Cet essai 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. Nos résultats mettent en évidence l'intérêt de la féverole (*Vicia faba*) en termes de production de biomasse dans les conditions de semis tardif propres à la viticulture.

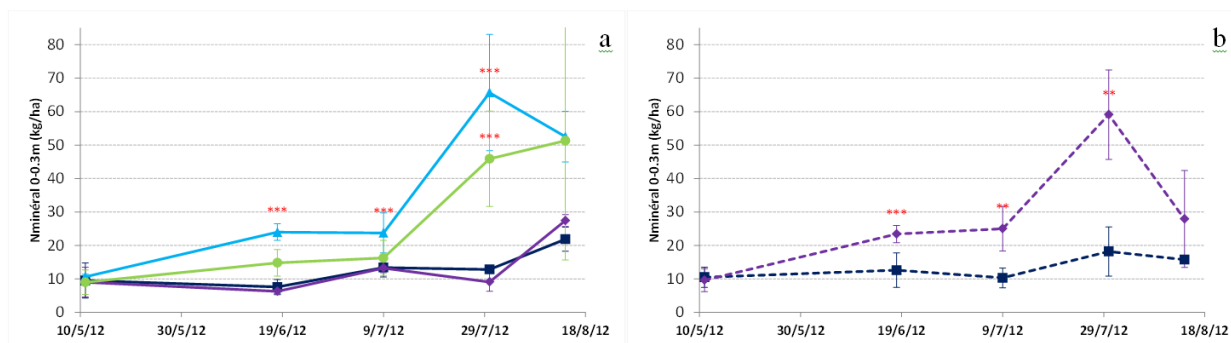


Figure 2. Evolution des stocks d'azote minéral pour l'horizon de sol 0-0.3m a. sous l'inter-rang, b. sous le rang, en fonction du traitement considéré : EN (■), BD (◆), BE (▲), RM (●). \*\*\*/\*\* données significativement différentes du témoin ( $p < 0.01/p < 0.05$ ).

Sur les deux années d'expérimentation, l'offre en azote minéral du sol a été augmentée par la restitution des résidus végétaux des couverts intercalaires, cet effet étant majoré par l'enfouissement. Cette augmentation est intervenue relativement tardivement, en fin d'été, entraînant peu d'incidences sur le rendement mais un accroissement significatif de la teneur en azote assimilable du moût. Une étape suivante pourrait être une meilleure identification des leviers d'action mobilisables (date de destruction...) pour un pilotage de la dynamique de restitution de l'azote adaptable à différents objectifs. Les engrais verts s'avèrent une piste intéressante en viticulture afin de concilier bénéfices environnementaux liés à la pratique d'enherbement, et amélioration de l'alimentation azotée de la vigne.

### Références bibliographiques

Ingels C.A., Scow K.M., Whisson D.A., Drenovsky R.E., 2005. Effect of cover crops on grapevines, yield, juice composition, soil microbial ecology and gopher activity. *Am. J. Enol. Vitic.*, 56(1), 19-29.



## Ce qu'il faut retenir

Le terme d'« engrais vert » en viticulture est généralement appliqué à des couverts intercalaires cultivés, non pour être récoltés, mais pour être restitués au sol afin d'en améliorer la fertilité. Les espèces employées sont majoritairement des annuelles d'hiver susceptibles de produire rapidement une biomasse importante.

En modifiant à la fois le stock d'azote minéral pendant sa phase de croissance et les quantités d'azote minéralisé après sa destruction, l'engrais vert peut influencer la fourniture d'azote à la vigne.

Ces couverts végétaux nécessitent une conduite à part entière, du semis à leur destruction, afin de limiter les incidences potentiellement négatives tout en cherchant à en tirer le maximum de bénéfices au moindre coût : le choix du couvert et de ses modalités de destruction sont notamment des facteurs-clés pour piloter la restitution de l'azote par le couvert végétal ainsi que les incidences du couvert sur les propriétés du sol.

Nos essais mettent 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. D'un point de vue agronomique, la pratique a peu influé sur le rendement mais a permis une augmentation significative et importante de la teneur en azote assimilable du moût.

Pour aller plus loin : des expérimentations ont été menées en parallèle sur deux autres secteurs du bassin Sud-Ouest, au sein de l'AOP Madiran (SICA ALTEMA, S. Desbarats), et de l'IGP Côtes de Gascogne (CA 32, V. Humbert). <http://www.vignevin-sudouest.com/publications/commission-fevrier-2013.php> .