



En Languedoc-Roussillon, deux années d'essais d'apports de compost de marc de raisin sur blé tendre et orge en agriculture biologique

Blaise Leclerc¹, Bruno Taupier-Létage¹, Maylis Razes², Marjorie Domergue², Sarah Morisset³, Clémentine Heitz³, Sandrine Costa², Max Haefliger⁴

¹ ITAB

² INRA, UMR MOISA, Centre de Montpellier

³ en mémoire de fin d'étude à l'INRA, UMR MOISA, Centre de Montpellier (2014, 2015)

⁴ CIVAM Bio de l'Aude

Dans le cadre du programme ILLIAD (voir encadré), des essais d'apports de compost de marc de raisin ont eu lieu deux années de suite chez des agriculteurs biologiques du Languedoc-Roussillon (récoltes de 2014 et 2015) et sur le site de l'INRA de Mauguio (Hérault). Dans la majorité des sites retenus, les augmentations de rendement sont significatives dès la première récolte suivant les apports de compost, rappelant l'importance de la matière organique dans les sols méditerranéens. Cet article reprend certains résultats des nombreuses données recueillies pendant le programme, qui a fait l'objet de deux mémoires d'ingénieur (Sarah Morisset, 2014 ; Clémentine Heitz, 2015), encadrés par Marjorie Domergue et Maylis Razes pour l'INRA, Bruno Taupier-Létage et Blaise Leclerc pour l'ITAB.

Situation régionale

Les céréaliculteurs en agriculture biologique (AB) en Languedoc-Roussillon rencontrent des difficultés à améliorer les rendements et assurer un taux protéique optimal de leurs grains du fait, entre autres, de problèmes de nutrition azotée de la culture. Le blé tendre a des besoins élevés en azote au printemps. Les sols du Languedoc-Roussillon sont pauvres en matières organiques (MO) et les ressources locales sont très limitées, les élevages ayant pratiquement disparu de la région depuis longtemps, et les produits commerciaux autorisés en AB étant onéreux et pas toujours efficaces.

Un gisement local à tester sur céréales

Le compost de marc de raisin est un produit organique disponible localement dans les distilleries, composé de marc désalcoolisé, épépiné ou non, et de vinasse concentrée, le tout composté pendant une durée de 7 à 12 mois, puis criblé. Il est mis sur le marché en tant qu'amendement organique sous la norme NF U 44-051. Il s'agit d'un produit très stable, apportant une quantité importante de potassium, ainsi que d'azote mais principalement sous forme organique à minéralisation très lente. L'effet du compost de marc sur d'autres cultures que la vigne et notamment sur céréales est peu connu.

Le programme ILLIAD

Le programme ILLIAD (Initiatives Locales et Localisées, Innovantes pour une Alimentation Durable), qui s'est déroulé de 2012 à 2015, avait pour objectif d'améliorer la durabilité de quatre filières (riz, abricot/pêche, pomme, blé biologique) en proposant des solutions innovantes aux problèmes d'organisation de ces filières dans le Languedoc-Roussillon. Il était financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) et porté par l'UMR MOISA (Marchés, Organisations, Institutions et Stratégies d'Acteurs) à l'INRA de Montpellier. Dans le cadre de la filière blé biologique, l'objet du projet ILLIAD était de proposer une innovation permettant d'améliorer la teneur en matière organique des sols régionaux et d'améliorer les rendements et la teneur en protéine des blés biologiques. L'ITAB intervenait en appui à l'INRA pour la mise en place et le suivi des essais chez les agriculteurs de la région et sur le site expérimental de l'INRA de Mauguio, avec la participation des CIVAM de l'Aude et du Gard dans le choix des agriculteurs intéressés pour tester les composts et la mise en place des protocoles.

Matériels et méthodes

Les composts utilisés

Les composts utilisés proviennent de deux distilleries, l'une située dans le Gard, l'autre dans l'Aude. Avant chaque épandage, en 2013 et en 2014, chaque lot de compost a été analysé pour déterminer ses caractéristiques agronomiques (tableau 1) et sa teneur en éléments traces métalliques (tableau 2).

Les composts utilisés sont riches en potassium, dont la teneur est environ le double de celle d'un fumier d'ovin, déjà riche en cet élément en comparaison d'autres fumiers. Il est également riche en azote, de deux à trois fois plus que

dans un fumier d'ovin. Les tests de minéralisation en laboratoire révèlent cependant que cet azote est potentiellement peu disponible, le pourcentage de minéralisation se situant dans une fourchette de 1 à 2,5 % de l'azote organique pour les quatre échantillons analysés. L'indice de stabilité de la matière organique (ISMO) est élevé, et voisin de celui du fumier d'ovin. Quelques différences se retrouvent chaque année selon l'origine des composts : celui de l'Aude est plus riche en matière organique, celui du Gard plus riche en phosphore, sans doute en raison des conditions de compostage, différentes sur chaque site.

Tableau 1 : Critères agronomiques des composts utilisés

compost	Campagne	MS	MO	C/N	pH	N _{org}	N min.	P ₂ O ₅	K ₂ O	ISMO	minéralisation N, en % N _{org}
		% produit brut									
Aude	2013-2014	59	34	7,7	9,6	20,8	1,32	6,1	23,4	94	2,47
	2014-2015	68	31	8,5	8,3	18,2	0,10	6,5	21	89	1,72
Gard	2013-2014	76	21	6,9	10	14,7	0,51	14,7	26,7	83	1,85
	2014-2015	72	20	6,8	9,8	14	0,60	17,8	18,6	84	1,00
Fumier *	-	22	16	11	8,5	6,7	0,50	4,4	12,7	88	-

* pour comparaison, il s'agit du fumier d'ovin laitier décrit dans la fiche n° 62 du « guide des produits organiques en Languedoc-Roussillon », version du 05/11/2011.

Tableau 2 : Teneurs en éléments traces métalliques (ETM) des composts utilisés (en mg/kg de MS)

Compost	Campagne	Arsenic	Cadmium	Chrome	Cuivre	Mercur	Nickel	Plomb	Sélénium	Zinc
Aude	2013-2014	< 4,4	< 0,2	17,3	171	0,02	11,08	< 5,5	< 3,3	50,8
	2014-2015	< 4,3	< 0,2	14,3	159	0,03	10,2	6	< 3,3	56,4
Gard	2013-2014	7,2	0,3	34	230	0,03	17,8	29	< 3,1	162,6
	2014-2015	6,7	0,3	22,1	231	0,04	16,7	20,5	< 3,2	132,9
Fumier *		< 1,1	0,7	3,8	20,9	< 0,1	2,2	< 3,6	< 0,6	178,2
Seuils NF U 44-051		18	3	120	300	2	60	180	12	600

* pour comparaison, il s'agit du fumier d'ovin laitier décrit dans la fiche n° 62 du « guide des produits organiques en Languedoc-Roussillon », version du 05/11/2011.

Les teneurs en ETM sont toutes inférieures aux seuils de la norme NF U 44-051, avec cependant une teneur élevée en cuivre, certainement due aux traitements cupriques de la vigne. Le compost du Gard est beaucoup plus riche en ETM que celui de l'Aude, quelle que soit l'année de prélèvement.

Le dispositif expérimental

Les essais sont réalisés chez des agriculteurs volontaires faisant partie du réseau Civam, partenaire du projet ILLIAD : 5 agriculteurs participent dans l'Aude (région du Minervois), 2 agriculteurs participent dans le Gard (région du Pont du Gard). En plus, un essai est mené en station expérimentale INRA dans l'Hérault (station de Melgueil, Mauguio). Le choix d'un essai en milieu paysan relève de la volonté d'obtenir des résultats reflétant les conditions réelles de travail des agriculteurs et d'évaluer les effets du compost dans une diversité de situations agro-pédo-climatiques. L'essai en station expérimentale permet un suivi plus proche, plus contrôlé et plus instrumenté que chez les agriculteurs. Aucun itinéraire technique ni aucune variété n'a été imposé aux agriculteurs participants.



Le compost est apporté m² par m² (3 kg par m²).

Deux modalités étaient comparées : une modalité « témoin », sans apport, une modalité « compost », recevant le compost de marc. Le dispositif retenu est un dispositif en blocs randomisés en carré avec témoin adjacent, avec 4 répétitions (une répétition = une microparcelle). Chez les agriculteurs

pratiquant une fertilisation organique au printemps, une modalité supplémentaire est ajoutée : une parcelle recevant de l'engrais organique à la dose de 60 kg d'N/ha ; les microparcelles sont alors disposées en blocs alignés. Chaque microparcelle est un rectangle de 18 m² (3 m x 6 m).

Les précédents culturaux sont variables d'un site à l'autre. Autant que possible, les précédents à base de légumineuses ont été écartés lors du choix des parcelles, mais cela n'a pas été possible dans tous les cas. Un prélèvement de terre a été effectué au moment de la mise en place des essais en 2013, juste avant les apports de compost. Le tableau 3 reprend certaines caractéristiques des échantillons de terre de chaque site. On note une grande diversité de type de sol du point de vue granulométrique, des pH basiques très similaires, autour de 8,5, sauf sur le site A7 (7,3), de faibles teneurs en MO, comprises entre 1,3 et 2,2 %. Le compost est apporté juste avant le semis du blé, à la dose de 30 t/ha pour la 1^{ère} campagne, puis à la dose de 10 t/ha pour la seconde campagne (voir tableau 4). Ces doses sont celles

préconisées par la distillerie pour une fumure de fond (30 t) et une fumure d'entretien (10 t).



Les parcelles élémentaires sont de 18 m² (3 m x 6 m).

Tableau 3 : Quelques caractéristiques des échantillons de terre analysés à la mise en place des essais

site	Type de sol	% argile	% limons fins	% limons grossiers	% sables fins	% sables grossiers	pH eau	% CaCO ₃	CEC meq/100 g	% MO
A1	Calcaire	12,9	12,1	10,5	0,7	0,7	8,6	61,2	20,4	1,8
A2	Sable argilo-limoneux	22,4	16,7	16,6	20,1	9,3	8,6	13,6	9,8	1,4
A3	Limon argilo-sableux	22,1	22,7	17,3	12,8	4	8,7	18,9	9,8	2,2
A4	Argile limono-sableuse	34,7	12,6	13,9	8,9	11,6	8,5	16,3	18	1,9
A5	Sable limoneux	12,3	10,8	17,7	31,1	5,2	8,6	21,6	6,7	1,3
A6	Limon argilo-sableux	14,3	12,8	30,3	14,3	6,9	8,5	19,3	10,7	2
A7	Limon sableux	10,1	9,5	35,6	34,9	8,3	7,3	0,4	7,1	1,3
M	Limon argilo-sableux	25,1	14,9	19,4	12,5	5,6	8,4	20,8	18,2	1,7

Tableau 4 : Les différentes modalités des deux campagnes d'essais

	Campagne 2013-2014			Campagne 2014-2015		
	Espèce	Dose de compost	Modalités*	Espèce	Dose de compost	Modalités*
A1	blé	30 t/ha	T ; C	orge	10 t/ha	T ; C
A2	blé	30 t/ha	T ; C	-	-	-
A2 bis**	blé	-	-	orge	30 t/ha	T ; C
A3	blé	30 t/ha	T ; C ; E	orge	10 t/ha	T ; C ; E
A4	blé	30 t/ha	T ; C	orge	10 t/ha	T ; C
A5	blé	30 t/ha	T ; C ; E	orge	10 t/ha	T ; C ; E
A6	blé	30 t/ha	T ; C	orge	10 t/ha	T ; C
A7	blé	30 t/ha	T ; C ; E	-	-	-
A7 bis**	blé	-	-	orge	30 t/ha	T ; C
M	blé	30 t/ha	T ; C	blé	10 t/ha	T ; C
M bis**	-	-	-	orge	30 t/ha	T ; C

* T = témoin sans apport, C = compost, E = engrais organique

** sur les sites A2, A7 et M, l'essai de la deuxième campagne a été mis en place sur des microparcelles contiguës à celles de la première année, avec un apport de 30 t de compost, comme en première année

Principaux résultats et discussion

Nous ne présenterons pas les résultats de deux sites pour lesquels les rendements en blé, avec ou sans apport de compost, sont inférieurs à 5 quintaux / hectare (A1 et A4). Ces rendements très faibles sont dus à des problèmes d'enherbement importants et à des densités de semis insuffisantes.

Rendements

Pour 4 sites sur 6, il y a augmentation significative de rendement du blé avec un apport de 30 t de compost à l'hectare, entre + 11 et + 40 % par rapport au témoin. La deuxième année, sur les mêmes parcelles, l'apport de 10 t de compost (soit, avec les 30 t apportés en première année, 40 t sur 2 ans), n'entraîne pas d'augmentation significative de rendement de l'orge, sauf dans un cas particulier où le rendement du témoin est très faible. Cette situation (A6)

est le fait d'un semis de l'orge très tardif, en raison d'une impossibilité de semis en automne due à une inondation prolongée des parcelles. On peut supposer que dans ce cas l'effet physique de la MO du compost ait eu une influence sur le rendement (meilleur drainage, réchauffement plus rapide au printemps...).

Sur 3 sites, des apports de 30 t de compost ont été reconduits la seconde année, juste à côté du dispositif de la

première année (noté « bis » dans les tableaux 4 et 5), mais avec l'orge comme culture. Pour ces 3 sites, on retrouve à peu près le même comportement que celui observé en première année : augmentation de rendement sur les sites A2 bis et M bis, pas d'effet sur le site A7 bis.

Tableau 5 : Rendements en blé (2014) et en orge (2015) (à 15 % de MS) (coefficient de variation entre parenthèses) et variation entre le témoin et le traitement compost

	rendements blé 2014			rendements orge (blé pour M) 2015		
	témoin	compost 30 t	variation %	témoin	compost 10 t	variation %
A2	36,5 (3,5)	40,9 (3,3)	+ 10,8	-	-	-
A2 bis				21,1 (3)	25 (2,3)	+ 15,6
A3	10,6 (1,5)	17,7 (1,8)	+ 40,1	44,6 (5,9)	43,7 (5,8)	- 2,1
A5	7,3 (0,4)	12,3 (1,6)	+ 40,7	20,7 (5,2)	22,2 (1,9)	+ 6,8
A6	24,9 (1,5)	25,7 (1,3)	+ 3,1	7 (1,4)	12,4 (1,8)	+ 43,5
A7	6,9 (1,1)	6 (1,9)	- 15	-	-	-
A7 bis	-	-	-	23,1 (1,1)	23,6 (3,1)	+ 2,1
M	18,7 (2,3)	24,5 (2,2)	+ 23,7	19,6 (1,9)	21 (4,5)	+ 6,7
M bis				26,4 (3,7)	30,8 (2,5)	+ 14,3

Tableau 6 : Rendements en blé (2014) et en orge (2015) sur les parcelles ayant reçu un engrais organique (à 15 % de MS) (coefficient de variation entre parenthèses) et variation entre le témoin et le traitement compost

	rendements blé 2014			rendements orge 2015		
	témoin	Engrais org.	variation %	témoin	Engrais org.	variation %
A3	10,6 (1,5)	12,7 (1,5)	+ 16,5	44,6 (5,9)	55,4 (4,6)	+ 19,5
A5	7,3 (0,4)	11,6 (2,9)	+ 37,1	20,7 (5,2)	21,1 (7)	+ 1,9
A7	6,9 (1,1)	6,4 (1,4)	- 7,8	-	-	-

Dans 3 sites un traitement engrais organiques du commerce, de l'ordre de 60 kg d'N/ha, était ajouté au dispositif. Les résultats sont très variables d'un site à l'autre (voir tableau 6). Chez A3, on note une légère augmentation de rendement du blé la première année, mais moins importante qu'avec le compost. Par contre sur ce même site, l'augmentation de rendement est significative sur orge la seconde année, alors qu'elle ne l'est pas avec le compost. Chez A5, l'augmentation est significative sur blé la première année, du même ordre qu'avec le compost, mais pas sur l'orge la seconde. Enfin chez A7 il n'y a aucune augmentation de rendement du blé, comme c'est le cas avec le compost. L'agriculteur décide de ne pas apporter d'engrais organique en seconde année.

Une augmentation de rendement due à l'azote du compost ?

Le dispositif expérimental ne permettait pas de calculer précisément la contribution azotée du compost apporté, notamment en l'absence de traitement N minéral qui aurait permis de calculer un coefficient apparent d'utilisation. Cependant, il est possible d'estimer, avec les données de

l'analyse du compost, la contribution de celui-ci à la fourniture d'azote pour le blé. Nous l'avons fait pour le site A2. Dans ce cas, la fourniture d'azote par le compost, uniquement en prenant en compte l'azote minéral et l'azote minéralisé (sur la base des données d'incubation obtenues en laboratoire, voir tableau 1), s'élève à 55 kg/ha :

$$20,8 \text{ kg } N_{\text{org}}/\text{t} \times 30 \text{ t} \times 0,0247 \text{ (minéralisation au labo)} + (1,32 \text{ kg } N_{\text{min}}/\text{t} \times 30 \text{ t}) = 55 \text{ kg.}$$

Cette différence de 55 kg d'N/ha par rapport au témoin non amendé peut expliquer l'augmentation de rendement observé. Mais il est également possible, en complément de cet apport non négligeable, que le compost permette une meilleure utilisation de l'azote présent dans la parcelle. En permettant une meilleure aération du sol, le compost peut par exemple conduire à une minéralisation plus importante de la matière organique du sol. Cette augmentation de rendement reste cependant limitée au regard des références disponibles sur la valorisation azotée du blé tendre.

Teneurs en protéines

On ne note pas de différence significative de teneurs en protéines dans les grains de blé ou d'orge entre les traitements, sauf cas particuliers (A3, A5, M en 2014 et A6 en 2015), pour des rendements en général très faibles.

Tableau 8 : Teneurs en protéines du blé (2014) et de l'orge (2015) (coefficient de variation entre parenthèses) et variation entre le témoin et le traitement compost (en % de la MS)

	Teneurs en protéines du blé 2014			Teneurs en protéines de l'orge (blé pour M) 2015		
	témoin	compost 30 t	variation %	témoin	compost 10 t	variation %
A2	8,3 (0,29)	8,6 (0,18)	+ 3,5	-	-	-
A2 bis	-	-	-	7,9 (0,05)	8 (0,10)	+ 1,3
A3	9,6 (0,06)	8,7 (0,13)	- 10,3	9,1 (0,21)	8,9 (0,13)	- 2,2
A5	8,9 (0,49)	12,1 (1,81)	+ 26,4	9,3 (0,28)	9,5 (0,29)	+ 2,1
A6	8 (0,15)	8,1 (0,29)	+ 1,2	13,1 (0,24)	9,2 (0,47)	- 42,4
A7	10,2 (0,54)	10,7 (0,37)	+ 4,7	-	-	-
A7 bis	-	-	-	8,7 (0,24)	9,2 (0,63)	+ 5,4
M	7,9 (0,39)	7,2 (0,25)	- 9,7	9,8 (0,25)	10 (0,18)	+ 2
M bis	-	-	-	8,5 (0,17)	8,6 (0,15)	+ 1,2

Conclusion

Certains résultats de ce programme, dont cet article ne reprend que les principaux éléments, sont encourageants car, en situation de parcelles d'agriculteurs, des augmentations de rendement ont été observées presque dans tous les cas dès la première année d'apport du compost. Cependant, pour évaluer la pertinence de la mise en place d'une filière de valorisation de ce compost en céréaliculture, il faudrait poursuivre les essais sur du plus long terme, et chiffrer si les gains de rendement constatés couvrent ou non le prix et le transport du compost.

L'importance des apports de MO en climat méditerranéen

Les sols méditerranéens étant pauvres en matière organique (MO), l'apport de compost va non seulement dans le sens d'un entretien voire d'un enrichissement de ces sols en MO, mais dans nos conditions d'essais, conduit aussi à des augmentations de rendement du blé tendre semé juste après les apports. Les teneurs en protéines ont par contre été très peu impactées par les apports de compost. Au-delà des apports d'azote contenu dans le compost, c'est l'influence que la MO peut avoir sur différentes propriétés du sol (aération, capacité de rétention en eau, capacité d'échange cationique, stabilité structurale, etc.) qui pourrait expliquer les augmentations de rendement. Il n'a pas été possible de vérifier cette hypothèse dans le cadre de ce programme, mais ce serait une piste intéressante à explorer, particulièrement dans les conditions pédoclimatiques méditerranéennes. Estimer la valeur économique des apports de MO en lien avec l'amélioration de ces propriétés du sol, au-delà des simples calculs effectués sur la base des apports en éléments minéraux, serait aussi d'une grande utilité pour pouvoir proposer une valeur économique plus précise du compost de marc de raisin et ainsi en assurer un débouché commercial pérenne.

Des pistes pour une meilleure valorisation du compost de marc de raisin

Il pourrait être envisagé d'évaluer l'intérêt de l'épandage du compost de marc de raisin au sein d'une rotation des cultures. Certains agriculteurs ont notamment soulevé l'idée d'épandre le compost avant une implantation de luzerne, gourmande en potasse, puisque le compost de marc de raisin est riche en cet élément. L'amélioration possible des rendements en luzerne, grâce à l'enrichissement du sol en potassium, pourrait ainsi augmenter la quantité d'azote fixée par la légumineuse et restituée aux cultures suivantes après sa destruction. Un blé sur luzerne pourrait voir ainsi sa nutrition azotée indirectement favorisée par l'épandage du compost avant luzerne. Une autre piste à explorer serait l'utilisation de ce compost sur des cultures à plus grande valeur ajoutée, notamment en maraîchage et en arboriculture. Enfin, quelles que soient les types de valorisation envisagée, la rentabilité des apports est liée à la distance des parcelles à la distillerie ou à la plate-forme de compostage (pour les agriculteurs ayant des vignes et désirant faire le compost, ce qui est possible en AB). Au-delà d'une certaine distance, le coût du transport devient trop élevé par rapport aux bénéfices agronomiques attendus de l'épandage du compost.

Références bibliographiques

Heitz Clémentine, 2015. Utilisation de compost de marc de raisin comme engrais et amendement en céréales à paille biologiques en Languedoc-Roussillon. Mémoire de fin d'études ingénieur, Bordeaux Sciences Agro, 74 pages.

Maylis Razes, Bruno Taupier-Letage, Blaise Leclerc, Marjorie Domergue, Sarah Morisset, Clémentine Heitz, 2016. Effets du compost de marc de raisin utilisé comme amendement en céréaliculture biologique en Languedoc-Roussillon. Expérimentation en milieu paysan sur deux années. Rapport ANR ILLIAD, filière blé volet agronomique, 18 pages.

Morisset Sarah, 2014. Essai de fertilisation de blé tendre biologique d'hiver avec du compost de marc de raisin en Languedoc-Roussillon. Mémoire de fin d'études ingénieur, Bordeaux Sciences Agro, 73 pages.