

Approche de la valeur agronomique de composts sur prairies de moyenne montagne (Ardèche).

Emmanuel Forel⁽¹⁾, Rachida Nouaïm⁽²⁾, Pascal Mathieu⁽³⁾ et Rémi Chaussod⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Chambre d'Agriculture de l'Ardèche (emmanuel.forel@ardeche.chambagri.fr)

⁽²⁾ SEMSE, Service & Etudes en Microbiologie des Sols et de l'Environnement (contact@semse.fr)

⁽³⁾ Laboratoire CESAR (pmathieu@labo-cesar.com)

⁽⁴⁾ INRA-Dijon UMR MSE (remi.chaussod@dijon.inra.fr)

Objectifs de l'expérimentation

L'expérimentation a pour but d'évaluer l'intérêt et l'acceptabilité de composts urbains en agriculture, plus précisément pour améliorer la production de prairies de moyenne montagne. Ce travail est conduit en partenariat entre le SYTRAD (syndicat de traitement des déchets de l'Ardèche et de la Drôme) et la Chambre d'Agriculture de l'Ardèche, dans une démarche d'évaluation agronomique globale. Outre l'évaluation de la valeur agronomique des composts, à travers la production végétale et la fertilité des sols, un suivi des métaux lourds et des indésirables est assuré. Cet essai est toujours en cours et les conclusions définitives seront tirées ultérieurement. Nous ne traiterons ici que des aspects agronomiques portant sur la production de la prairie et l'activité microbienne du sol, afin d'alimenter la réflexion à partir de quelques observations précises.

Dispositif expérimental

Au départ, l'expérimentation a été installée sur 2 sites :

- Le Pradel, à 200 m d'altitude, en sol argilo-limoneux calcique profond, sur prairie temporaire de fétuque élevée. L'essai a démarré en 2008 sur ce site, mais à la suite d'un aléa expérimental il a été abandonné en 2010.
- Vernoux en Vivarais, à 500 m d'altitude, en sol sablo-limoneux moyennement profond (50 cm) et légèrement acide, sur prairie temporaire de dactyle et fétuque élevée. L'essai, qui a démarré en 2009 sur ce site, se poursuit actuellement.

Sur chacun de ces deux sites, l'essai de type bloc comprend 5 traitements avec 4 répétitions. La surface des parcelles élémentaires est de 10 m² (5m x 2m). Les cinq traitements comparés sont les suivants :

- témoin non fertilisé (**T**), sans aucun apport ;
- témoin fertilisation minérale (**Min**), à un niveau de fertilisation non limitante : 100 unités d'azote pour la première coupe en deux apports, 40 unités pour la seconde coupe ; 50 unités P₂O₅ et 100 unités K₂O ; plus 200 kg/ha de CaO à Vernoux ;
- fumier de caprin (**F**), à raison de 10 t/ha/an ;
- compost ménager, produit à partir de la fraction organique issue du tri mécano-biologique d'ordures ménagères (**COM**), épandu à la dose de 20 t/ha ;
- mélange de compost ménager et compost de déchets verts (**COM+DV**), également à la dose de 20 t/ha.

Les caractéristiques des produits, déterminées par le Laboratoire CESAR, figurent dans le tableau 1 ci-dessous.

Amendement	Année	MS % sur brut	N tot g/kg brut	N-NH4 g/kg brut	N-NO3 g/kg brut	P2O5 g/kg brut	K2O g/kg brut	CaO g/kg brut	MgO g/kg brut	ISB
COM	2009	49,8	6,27	0,1	0,01	2,83	2,9	37,18	3,82	34
	2010	71,7	15,76	0,43	0	6,35	7,07	66,99	6,56	30
COM+DV	2009	48,3	7,2	0,01	0,01	2,49	2,38	35,7	3,04	57
	2010	67,4	13,7	0,07	0	4,82	8,43	55,69	4,8	55
Fumier caprins	2009	28,7	9,01	0,3	0,01	5,38	17,77	6,28	2,68	70
	2010	31	8,96	1,15	0	3,54	13,62	8,69	2,18	15

Tableau 1 : principales caractéristiques des produits organiques étudiés

Pour les produits d'origine urbaine (COM et COM+DV), la principale source de variabilité provient de la teneur en matière sèche. Lorsqu'ils sont exprimés par rapport à la matière sèche, les résultats sont beaucoup plus homogènes et ne montrent pas plus de variabilité inter-annuelle que le fumier de caprin. L'ISB indique que le mélange COM+DV est plus stable que le compost urbain seul. En ce qui concerne le fumier de caprin, la grande

différence entre les valeurs d'ISB en 2009 et 2010 est en fait le résultat de la sensibilité de l'indice à la fraction HEM (hémi-cellulose). A cet égard, le nouvel indice ISMO (Lashermes *et al.*, 2007) s'avère plus fiable. En utilisant les résultats analytiques initiaux (fractions SOL, CEL, LIC), on peut calculer les indices suivants :

Fumier caprins 2009 : ISMO = 70,3 – 2,3Cm₃

Fumier caprins 2010 : ISMO = 61,2 – 2,3Cm₃

Cm₃ représente le pourcentage du carbone organique minéralisable en incubation de 3 jours à 28°C. Bien que ce paramètre n'ait pas été mesuré ici, on peut conclure que le fumier de caprin de 2010 est un peu moins stable que celui de 2009, mais certainement pas dans les proportions suggérées par l'ISB.

Résultats des mesures sur la production végétale

Afin de maximiser les effets, les apports sont réalisés très précocement : fin janvier/début février pour les produits organiques (composts et fumier), mi-février pour le premier apport minéral (engrais complet) et mi-mars pour le complément d'azote sur le traitement minéral.

Sur le site du Pradel, en sol riche et profond, les rendements 2008 sont très élevés (7 à 8 t/ha de MS sur la première coupe) sans écart significatif entre les traitements. En 2009, les rendements sont faibles, notamment en première coupe, et on n'observe un effet marqué que pour la fertilisation minérale.

Pour le site de Vernoux, les rendements sont illustrés par la figure 1. Ces résultats font apparaître un net avantage au traitement minéral, certainement lié au niveau de fertilisation azotée. Les traitements organiques présentent des résultats assez proches et se positionnent juste devant le témoin non fertilisé. Leur incidence sur la production de la prairie apparaît faible.

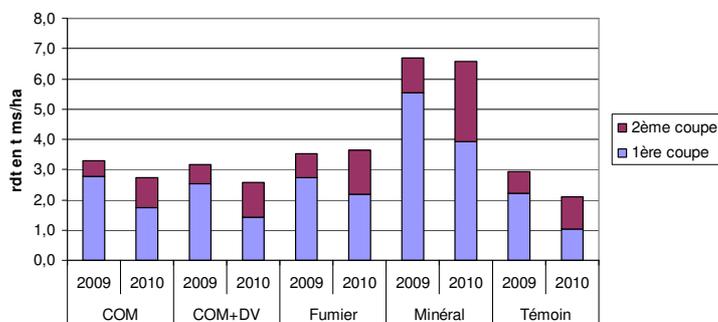


Figure 1 : production de matière sèche (en t/ha) dans l'essai de Vernoux

Les indices de nutrition, illustrés par la figure 2 pour l'essai de Vernoux, rendent compte de l'état de nutrition de la prairie. Ils sont calculés à partir de la mesure des teneurs en azote, phosphore et potassium des graminées. Pour des indices de l'ordre de 80%, la nutrition est jugée satisfaisante. Au-delà de 120%, la nutrition est jugée excédentaire. Les indices P-K apparaissent satisfaisants quels que soient les traitements (témoin y compris), signes d'une bonne assimilation des éléments fertilisants apportés, mais aussi et surtout de réserves du sol, abondantes en phosphore et potassium.

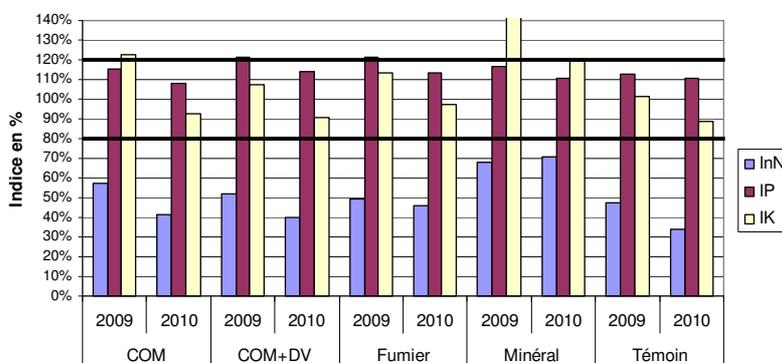


Figure 2 : Effets des traitements sur les indices de nutrition de la prairie à Vernoux

L'indice azote apparaît limitant pour tous les traitements, mais il est significativement supérieur pour le traitement « fertilisation minérale ». Cet indice azote confirme les conclusions tirées des mesures de rendements : les apports organiques ont peu d'effet sur la nutrition azotée de la prairie, malgré d'importantes doses d'azote organique apportées par les composts. La valeur fertilisante azotée de ces derniers s'avère donc très modeste, ce qui est cohérent avec ce que l'on connaît de ce type de produits (Lashermes *et al.*, 2007).

Résultats des mesures sur les sols

L'incidence des différents traitements sur l'ensemble des caractéristiques physico-chimiques des sols sera déterminée à la clôture de l'essai, après plusieurs années d'apports. En 2009 et 2010, on a simplement évalué les effets des traitements sur la biomasse microbienne, compartiment « vivant » de la matière organique du sol et bio-indicateur de la fertilité de ce dernier (Chaussod et Houot, 1993 ; Loiseau *et al.*, 1994).

Au printemps 2009, au moment de la première coupe d'herbe (début mai), la biomasse microbienne a été mesurée dans 3 des 4 blocs de l'essai du Pradel. A Vernoux, les déterminations biologiques n'ont porté que sur un seul bloc en 2009, la faible humidité du sol laissant craindre pour la fiabilité des mesures (résultats non présentés ici). Le printemps 2010 ayant été plus humide, de nouveaux prélèvements ont été effectués dans 3 blocs de l'essai de Vernoux.

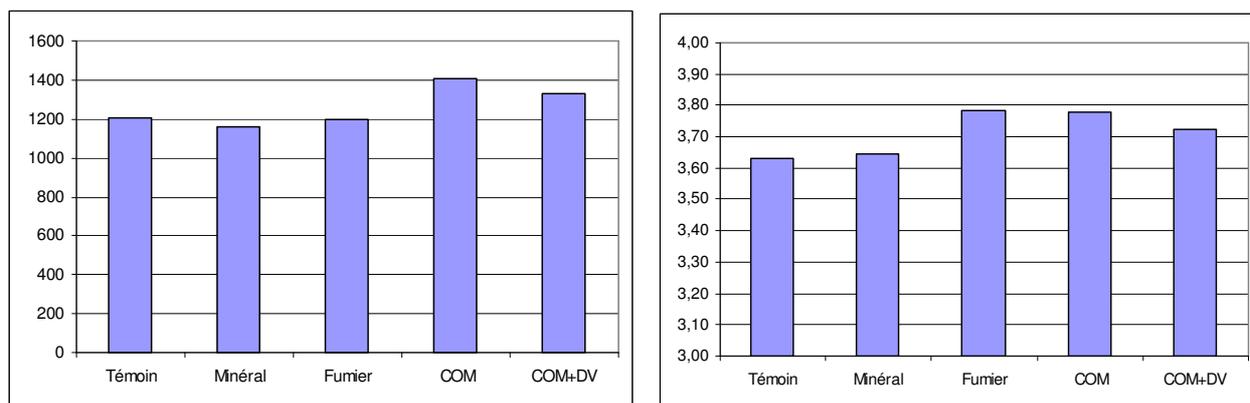


Figure 3 : biomasse microbienne sur l'essai du Pradel en 2009

(à gauche, en mg C/kg sol, à droite en pourcentage du carbone organique total)

En sol argileux calcique, au Pradel, la biomasse microbienne apparaît très importante quels que soient les traitements (figure 3). En 2009, soit après 2 apports, les effets des traitements ne sont pas statistiquement significatifs. Toutefois, les valeurs moyennes de biomasse microbienne observées dans les traitements COM et COM+DV sont supérieures aux valeurs relevées pour les autres traitements (T, MIN et F). Par ailleurs, la biomasse microbienne représente 3,7 à 3,8% du carbone organique total dans les traitements ayant reçu une fertilisation organique (F, COM, COM+DV) contre 3,6% dans les traitements T et MIN.

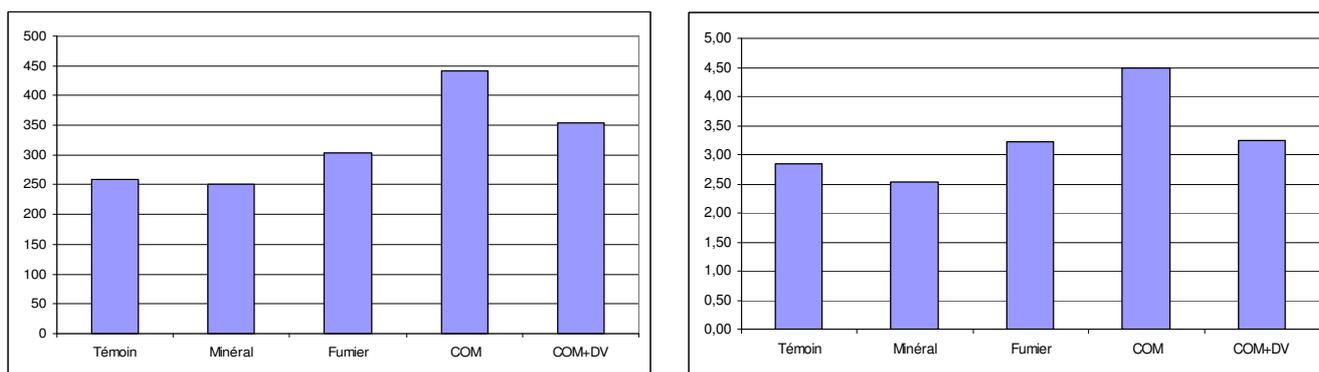


Figure 4 : biomasse microbienne sur l'essai de Vernoux en 2010

(à gauche, en mgC/kg sol, à droite en pourcentage du carbone organique total)

A Vernoux, en sol à dominante sableuse, les valeurs absolues observées pour la biomasse microbienne apparaissent beaucoup plus faibles qu'au Pradel, ce qui est cohérent avec les caractéristiques physico-chimiques du sol (Chaussod *et al.*, 1986). En revanche, dans cette situation, l'apport de produits organiques augmente nettement la biomasse microbienne par rapport au témoin et au traitement minéral, tant en valeurs absolues (figure 4 gauche) qu'en valeur relative (figure 4 droite). On observe également que le pH des extraits K_2SO_4 est largement affecté par les traitements. Les valeurs les plus basses (5,3 en moyenne) sont observées dans les traitements T et MIN. L'acidité est un peu moins marquée dans le traitement F avec un pH moyen de 5,8. Enfin, l'apport de compost ménager préparé avec ou sans déchets verts entraîne les valeurs les plus élevées de pH avec des

valeurs moyennes de 6,4 pour le traitement COM+DV et 6,7 pour le traitement COM. Ces chiffres mettent bien en évidence la valeur de ces composts comme amendement calcique, et l'effet positif sur la biomasse microbienne.

Les résultats concernant la biomasse microbienne doivent être interprétés à la lumière des apports organiques (quantité et biodégradabilité), des effets sur la production végétale (la fertilisation augmente aussi les rhizodépôts, d'où augmentation de la biomasse microbienne et des pools labiles de la matière organique), ainsi que des incidences directes ou indirectes sur le pH du sol. Ici, dans un contexte de sol acide, les effets de la fertilisation minérale sont plutôt une aggravation de l'acidité avec des conséquences plutôt négatives sur la biomasse microbienne, malgré une augmentation de la production végétale. Le fumier de caprins a au contraire un effet positif sur la biomasse microbienne, principalement en tant qu'amendement organique et secondairement en raison d'une modeste valeur calcique (apport total de 150 kg de CaO/ha sur 2009-2010). Les valeurs les plus élevées de la biomasse microbienne sont enregistrées pour le traitement COM et, dans une moindre mesure, pour le traitement COM+DV. Ce dernier étant plus stable (si l'on s'en tient aux valeurs d'ISB), il contient moins de composés organiques assimilables par les micro-organismes et a probablement une valeur fertilisante azotée plus faible même si les quantités totales d'azote apportées sont proches (estimées à 440 kg/ha pour COM et 420 kg/ha pour COM+DV pour les deux apports). Mais surtout le pH du sol est plus élevé dans le traitement COM que dans COM+DV, le premier apportant un peu plus de calcium que le second (apports estimés à 2,1 t CaO pour COM et 1,8 t CaO pour COM+DV).

Conclusion

Les observations réalisées dans ces 2 essais confirment quelques résultats obtenus par ailleurs :

- la relative richesse des composts en éléments fertilisants,
- une valeur fertilisante azotée des composts très modeste malgré les quantités importantes d'azote total apporté,
- la valeur des composts en tant qu'amendement organique reste à préciser, ce qui sera sans doute plus facile par estimation (Peltre & Houot, 2011) que par mesure au champ,
- la valeur des composts ménagers et composts de déchets verts en tant qu'amendement calcique apparaît clairement, ce qui constitue un intérêt particulier en sols acides.

Enfin, au plan méthodologique, ces résultats montrent que la mesure de la biomasse microbienne permet d'apporter un éclairage utile sur la composante biologique de la fertilité du sol. Les outils analytiques en la matière se développent, ce qui permettra de renouveler l'approche agronomique « classique ». Toutefois, le lien entre augmentation de la vie microbienne du sol et sa fertilité n'apparaît pas toujours clairement, si l'on s'en tient à la productivité de la parcelle. C'est l'occasion de rappeler que la fertilité du sol repose sur trois composantes : composante physique (texture, structure), composante chimique (acidité, éléments fertilisants) et composante biologique... et que des interactions fortes existent entre ces composantes. La mesure de biomasse microbienne peut être considérée comme un paramètre intégrant ces différents facteurs. Avec la mesure d'un tel compartiment « actif » de la matière organique, on dispose aujourd'hui d'un outil utilisable pour juger des effets de diverses pratiques culturales sur la qualité des sols, notamment pour ce qui concerne leur statut organique (Bouthier *et al.*, 2011).

Remerciements : les essais réalisés sont financés par le SYTRAD, syndicat de traitement des déchets de l'Ardèche et de la Drôme.

Références bibliographiques

- Bouthier A., Damay N., Denoroy P., Duparque A., Houot S. et Mary B. 2011. Projet AMG : développement d'outils d'aide à la décision pour gérer le stock de carbone organique des sols cultivés. *Echo-MO*, **90**, pp 4-8.
- Chaussod R., Nicolardot B., Catroux G. et Chrétien J. 1986. Relations entre les caractéristiques physico-chimiques et biologiques de quelques sols cultivés. *Science du Sol*, **24**, pp 213-226.
- Chaussod R. et Houot S. 1993. La Biomasse Microbienne des sols : perspectives d'utilisation de cette mesure pour l'estimation de la fourniture d'azote par les sols. *In* : Matières organiques et Agricultures, GEMAS-COMIFER, Blois (16-18/11/93), Decroux & Ignazi, Eds., pp 17-26.
- Lashermes G., Houot S., Nicolardot B., Parnaudeau V., Mary B., Morvan T., Chaussod R., Linères M., Metzger L., Thuriès L., Vilette C., Tricaud A. et Guillotin ML. 2007. Apport de matières organiques exogènes en agriculture : indicateur de potentialité de stockage de carbone dans les sols et définition de classes de disponibilité d'azote. *Echo-MO*, **64**, pp 3-8.
- Loiseau P., Chaussod R. and Delpy R. 1994. Soil microbial biomass and in situ nitrogen mineralization after 20 years of different nitrogen fertilization and forage cropping systems. *European Journal of Agronomy*, **3**, pp 66-71.
- Peltre C. et Houot S. 2011. Potentialités de stockage de C dans les sols par apports de matières organiques exogènes. *Echo-MO*, **88**, pp 3-6.