



TÉMOIGNAGE

Que sait-on vraiment de l'impact des digestats de méthanisation sur la qualité biologique des sols agricoles ?

Sophie SADET-BOURGETEAU², Pierre-Alain MARON¹ et Lionel RANJARD¹

¹INRA/UMR Agroécologie, Dijon, France

²AgroSup Dijon, Dijon, France

Les digestats : typicité et qualité agronomique

La méthanisation est une technologie basée sur la dégradation par des micro-organismes de la matière organique, en conditions contrôlées et en l'absence d'oxygène. Cette dégradation aboutit à la production : 1) d'un biogaz utilisé comme énergie renouvelable et 2) d'un co-produit riche en matière organique appelé digestat. Généralement, ce digestat est retourné au sol soit sous une forme brute, soit sous une forme liquide ou solide après une étape de séparation de phase. La fraction solide du digestat est réputée pour son contenu élevé en matière organique présentant une importante proportion de carbone stabilisé. Elle contiendrait environ 18 fois moins d'azote minéral que le digestat brut (Reibel, 2018). La fraction liquide, elle, se caractérise par une teneur en azote minéral plus importante que dans la phase solide, et par la présence de fractions organiques plus labiles (jusqu'à 90% de minéralisation du carbone organique) (Houot *et al.*, 2014). Ces caractéristiques lui confèrent ainsi une valeur fertilisante supérieure au digestat brut (Maynaud *et al.*, 2017). Cette fraction liquide est également plus infiltrable dans le sol de par sa faible teneur en matière sèche (Reibel, 2018). D'un point de vue réglementaire, depuis août 2019, les digestats de méthanisation ne sont plus considérés comme des déchets, mais comme des produits valorisables, soumis aux règles de mise sur le marché des fertilisants organiques (JORF n°0221 du 22 septembre 2019).

Après épandage, le devenir de la matière organique présente dans les digestats est fortement dépendant du contexte pédoclimatique et de la diversité des organismes présents dans le sol. Faute d'études approfondies, l'impact des digestats sur la composante biologique du sol reste toutefois largement méconnu et il n'est pas possible aujourd'hui de statuer sur l'adéquation entre cette pratique de valorisation agronomique et le maintien, voire la promotion de la diversité de ces organismes et des fonctions et services associés (dynamique des matières organiques et cycles du carbone et de l'azote, bio-disponibilité des éléments nutritifs, dégradation de polluants organiques, rétention de polluants métalliques, action sur la structure des sols, etc..). De même, comme évoqué plus haut, ces digestats et plus particulièrement ceux de phase liquide, sont riches en azote fortement disponible, les rendant intéressants pour pallier l'utilisation d'amonitrates de synthèse, mais posant aussi des questions d'ordre environnemental en termes de pertes d'azote (sous forme dissoute ou gazeuse) et d'impact sur la biodiversité des sols.

Etat de nos connaissances sur l'impact des digestats

Actuellement, peu de données scientifiques sont disponibles pour objectiver l'impact des digestats de méthanisation sur la qualité biologique des sols. Certaines études suggèrent qu'un apport de digestats augmente la biomasse et l'activité microbienne des sols (Odlare *et al.*, 2008 ; Abubaker *et al.*, 2012 ; Chen *et al.*, 2012 ; Walsh *et al.*, 2012 ; Caracciolo *et al.*, 2015 ; García-Sánchez *et al.*, 2015 ; Hupfauf *et al.*, 2016). A l'inverse, d'autres travaux ne reportent aucun effet des digestats de méthanisation sur ces mêmes paramètres (Andruschkewitsch *et al.*, 2013 ; Johansen *et al.*, 2013 ; Juárez *et al.*, 2013 ; Wentzel *et al.*, 2015 ; Coelho *et al.*, 2019). Ces divergences de résultats peuvent s'expliquer par des variabilités de facteurs expérimentaux (type de digestats, quantité apportée, type de sol...). Concernant la structure des communautés microbiennes du sol, l'ensemble des études s'accordent à mettre en évidence qu'un apport de digestat induit une modification de cette dernière (García-Sánchez *et al.*, 2015 ; Sapp *et al.*, 2015 ; Gómez-Brandón *et al.*, 2016). L'apport de digestat au sol aurait tendance à favoriser la population bactérienne du sol en augmentant sa croissance (Walsh *et al.*, 2012) et sa diversité (Sapp *et al.*, 2015). A l'inverse, les champignons, eux, tireraient peu de bénéfices de cette pratique, puisque l'apport de digestat au sol n'aurait pas d'effet sur la croissance de la population fongique, et aurait même un effet négatif sur la structure de cette communauté (Wentzel and Joergensen, 2016). Concernant l'impact des digestats sur la macrofaune du sol, peu de données sont également disponibles dans la littérature scientifique. Il semble cependant que l'apport de digestats induise une augmentation de la biomasse et de l'abondance des vers de terre au niveau des sols agricoles (Koblenz *et al.*, 2015). Ces résultats ne représentent cependant pas un consensus, puisqu'une autre étude démontre l'effet délétère des digestats de méthanisation sur les vers de terre (Ross *et al.*, 2017). Pour résumer, que l'on considère les micro- ou les macroorganismes du sol, les résultats disponibles dans la littérature scientifique sont à ce jour contradictoires ; chaque étude rapportant des effets propres à des digestats particuliers, appliqués dans des conditions expérimentales uniques, rendant les conclusions actuelles peu génériques. D'autre part, à notre connaissance, très peu d'études recensent, après plusieurs années d'apports consécutifs, l'impact des digestats de méthanisation sur la biologie du sol (Wentzel *et al.*, 2015). Pour l'ensemble des raisons évoquées ci-dessus, les données issues de la littérature scientifique ne permettent pas à ce jour d'objectiver l'impact des digestats de méthanisation sur la qualité biologique des sols. Il est donc nécessaire d'acquérir encore de nouvelles connaissances pour permettre la mise en évidence de relations génériques.

En parallèle de cette littérature scientifique sont disponibles un bon nombre de rapports provenant d'associations, de groupes de travail... Ces rapports sont de provenance multiple, en lien avec des projets de R&D, émanant de demandes sociétales... Dans ces documents, l'impact des digestats sur la biologie du sol est également décrit, voire même décrié. Ainsi, il est rapporté que l'apport de digestats solides induit une diminution de la vie des sols (MethaLAE-CASDAR, 2018). Concernant plus spécifiquement les vers de terre, les conclusions sont variables. Certains rapports montrent un effet positif des digestats sur les lombrics, mais également les acariens et les collemboles (Burmeister *et al.*, 2015). D'autres documents sont plus mitigés, notamment celui de l'ANSES (2018) qui démontre un impact négatif des digestats sur la reproduction des vers de terre. Enfin, de façon plus concrète, sur le terrain et plus particulièrement dans le département du Lot, une partie de la population représentée par des associations locales s'oppose à l'épandage de digestats issus de méthanisation de déchets de canard gras (CSNM, 2019). Cette opposition est en lien avec le type de sol présent dans ce département, un système karstique peu filtrant, pouvant induire des effets négatifs sur la qualité biologique des sols et des eaux souterraines.

Que fait la recherche ?

Comme nous l'avons mentionné plus haut, la recherche académique n'est à ce jour pas en mesure d'objectiver l'impact des digestats sur la biologie des sols, qui aujourd'hui représente un levier important pour la transition agroécologique basée sur la réduction des intrants de synthèse. Dans ce contexte, il devient urgent de produire des connaissances sur ce sujet afin de mieux évaluer l'impact de telles pratiques. C'est dans ce cadre que le groupe de réflexion « Metha-REV » a été mis en place. Ce groupe, composé de différentes parties prenantes sur cette thématique : la recherche publique sur la biologie des sols agricoles (INRAE, CNRS, Université, ESA Angers...), des associations agroenvironnementales (WWF, GERES, ATEE...), des acteurs du développement agricole (CA, GIEE...) et des acteurs de l'énergie (ENGIE, GRDF, ADEME...), est coordonné scientifiquement par L. Ranjard (INRAE Dijon, UMR Agro écologie). Le principal objectif de ce groupe est de mettre en place rapidement des projets de recherche permettant de mieux évaluer l'impact des digestats sur la qualité des sols. C'est dans ce cadre que le projet Metha-BioSol, coordonné scientifiquement par S. Sadet-Bourgeteau (AgroSup Dijon) et techniquement par la chambre d'agriculture de Maine-et-Loire, a été déposé à des appels d'offre du ministère de l'agriculture et de l'ADEME. Brièvement, Le projet Metha-BioSol vise à évaluer l'impact des digestats de méthanisation sur la qualité biologique et écologique des sols en utilisant des bio-indicateurs opérationnels (c'est-à-dire diversité des meso et micro-organismes, dynamique du carbone (C) et état sanitaire (pathogènes) des sols). Ce projet répondra à des interrogations de plus en plus nombreuses d'agriculteurs engagés dans des démarches de méthanisation en tant qu'utilisateurs de digestats. Le projet sera constitué de deux parties : 1) Evaluer, via des mesures en conditions contrôlées, l'impact des digestats en tenant compte du type de sol, du type de digestat et de la répétition des apports ; et 2) Mettre en place un réseau national de fermes agricoles et effectuer un diagnostic de l'impact de l'apport de digestats associé à diverses pratiques agronomiques et dans des contextes pédoclimatiques variés. L'ensemble des résultats générés sera ensuite analysé et transféré aux agriculteurs afin d'améliorer, si nécessaire, leurs pratiques.

Bibliographie

- Abubaker, J., Risberg, K., Pell, M., 2012. Biogas residues as fertilisers—Effects on wheat growth and soil microbial activities. *Applied Energy*. 99, 126-134.
- Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, d.l.e.e.d.t., 2018. Conclusions de l'évaluation relatives à la demande d'autorisation de mise sur le marché de la société SAS BIOVILLENEUVOIS pour l'ensemble de produits FERTI BIOVILLENEUVOIS (digestats de méthanisation).
- Andruschkewitsch, M., Wachendorf, C., Wachendorf, M., 2013. Effects of digestates from different biogas production systems on above and belowground grass growth and the nitrogen status of the plant-soil-system. *Grassland Science*. 59, 183-195.
- Burmeister, J., Walter, R., Fritz, M., 2015. Effets de la fertilisation des digestats issus de la méthanisation sur la faune du sol.
- Caracciolo, A.B., Bustamante, M.A., Nogues, I., Di Lenola, M., Luprano, M.L., Grenni, P., 2015. Changes in microbial community structure and functioning of a semiarid soil due to the use of anaerobic digestate derived composts and rosemary plants. *Geoderma*. 245, 89-97.
- Chen, R., Blagodatskaya, E., Senbayram, M., Blagodatsky, S., Myachina, O., Dittert, K., Kuzyakov, Y., 2012. Decomposition of biogas residues in soil and their effects on microbial growth kinetics and enzyme activities. *Biomass Bioenergy*. 45, 221-229.
- Coelho, J.J., Hennessy, A., Casey, I., Woodcock, T., Kennedy, N., 2019. Responses of ryegrass, white clover, soil plant primary macronutrients and microbial abundance to application of anaerobic digestates, cattle slurry and inorganic N-fertiliser. *Appl Soil Ecol*. 144, 112-122.

CSNM, 2019. Inquiétudes du CSNM vis à vis de la Méthanisation non raisonnable / Mise en garde et Propositions.

García-Sánchez, M., Siles, J.A., Cajthaml, T., García-Romera, I., Tlustoš, P., Száková, J., 2015. Effect of digestate and fly ash applications on soil functional properties and microbial communities. *European journal of soil biology*. 71, 1-12.

Gómez-Brandón, M., Juárez, M.F.-D., Zangerle, M., Insam, H., 2016. Effects of digestate on soil chemical and microbiological properties: A comparative study with compost and vermicompost. *J. Hazard. Mater.* 302, 267-274.

Houot, S., Pons, M.-N., Pradel, M., Caillaud, M., Savini, I., Tibi, A., 2014. Valorisation des matières fertilisantes d'origine résiduaire sur les sols à usage agricole et forestiers. Impacts agronomiques, environnementaux, socio-économiques. *irstea*.

Hupfauf, S., Bachmann, S., Juárez, M.F.-D., Insam, H., Eichler-Löbermann, B., 2016. Biogas digestates affect crop P uptake and soil microbial community composition. *Sci Total Environ.* 542, 1144-1154.

Johansen, A., Carter, M.S., Jensen, E.S., Hauggard-Nielsen, H., Ambus, P., 2013. Effects of digestate from anaerobically digested cattle slurry and plant materials on soil microbial community and emission of CO₂ and N₂O. *Appl Soil Ecol.* 63, 36-44.

Juárez, M.F.-D., Waldhuber, S., Knapp, A., Partl, C., Gómez-Brandón, M., Insam, H., 2013. Wood ash effects on chemical and microbiological properties of digestate-and manure-amended soils. *Biol Fertil Soils.* 49, 575-585.

Koblenz, B., Tischer, S., Rücknagel, J., Christen, O., 2015. Influence of biogas digestate on density, biomass and community composition of earthworms. *Industrial Crops and Products.* 66, 206-209.

Maynaud, G., Patureau, D., Druilhe, C., Ziebal, C., Jimenez, M., Torrijos, M., Pourcher, A., Wery, N., 2017. Caractérisation physico-chimiques et microbiologiques de digestats bruts et post-traités destinés à l'épandage agricole. *Techniques Sciences Méthodes.* 5, 33-50.

MethaLAE-CASDAR, 2018. Améliorer la fertilité des agrosystèmes.

Odlare, M., Pell, M., Svensson, K., 2008. Changes in soil chemical and microbiological properties during 4 years of application of various organic residues. *Waste management.* 28, 1246-1253.

Reibel, A., 2018. Valorisation agricole des digestats: Quels impacts sur les cultures, le sol et l'environnement?, La méthanisation en Provence-Alpes-Côte d'azur.

Ross, C.-L., Wilken, V., Krück, S., Nielsen, K., Sensel-Gunke, K., Ellmer, F., 2017. Assessing the impact of soil amendments made of processed biowaste digestate on soil macrofauna using two different earthworm species. *Archives of Agronomy and Soil Science.* 63, 1939-1950.

Sapp, M., Harrison, M., Hany, U., Charlton, A., Thwaites, R., 2015. Comparing the effect of digestate and chemical fertiliser on soil bacteria. *Appl Soil Ecol.* 86, 1-9.

Walsh, J.J., Rousk, J., Edwards-Jones, G., Jones, D.L., Williams, A.P., 2012. Fungal and bacterial growth following the application of slurry and anaerobic digestate of livestock manure to temperate pasture soils. *Biol Fertil Soils.* 48, 889-897.

Wentzel, S., Joergensen, R.G., 2016. Effects of biogas and raw slurries on grass growth and soil microbial indices. *Journal of plant nutrition and soil science.* 179, 215-222.

Wentzel, S., Schmidt, R., Piepho, H.-P., Semmler-Busch, U., Joergensen, R.G., 2015. Response of soil fertility indices to long-term application of biogas and raw slurry under organic farming. *Appl Soil Ecol.* 96, 99-107.



Les articles sont publiés sous la licence Creative Commons 2.0. La citation ou la reproduction de tout article doit mentionner son titre, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue AE&S et de son URL, ainsi que la date de publication.