

# Dige'O : Une plateforme expérimentale en plein champs et dispositif pédagogique de l'impact des digestats de méthanisation sur l'agroécosystème

Margaret JOHNSON<sup>1</sup> ; Véronique STANGRET<sup>1</sup> ; Kévin BRIMBOEUF<sup>1</sup> ; Safya MENASSERI<sup>2</sup> ; Aurélie MICHAUD<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – EPLEFPA du Bas-Rhin

<sup>2</sup> – INRAE Rennes, UMR 1069 SAS

## Présentation du contexte de l'étude et du dispositif expérimental

La filière de méthanisation est en plein essor. Au 1<sup>er</sup> janvier 2022, la France comptait 1 308 installations opérationnelles (dont 1 088 à la ferme et centralisées) contre seulement 701 en 2018 (SINOE, 2022). L'augmentation du nombre d'unités de méthanisation à la ferme permettrait aux agriculteurs de réduire leur dépendance aux engrais de synthèse en utilisant les digestats comme fertilisants. Cette démarche leur propose une solution économique et technique aux enjeux environnementaux et agricoles qui s'inscrivent aujourd'hui dans le contexte géopolitique. L'essai expérimental Dige'O porté par l'Etablissement Public Local d'Enseignement Professionnel Agricole (EPLEFPA) du Bas-Rhin propose une approche unique en évaluant l'impact des digestats de méthanisation sur les différents compartiments de l'agroécosystème (eau, sol, air, et plante) et en particulier pour deux éléments, l'azote et le carbone. Elle étudie les conséquences des épandages de plusieurs types de digestat sur des parcelles de taille réelle. Les apprenants de l'EPL du Bas-Rhin, futurs agriculteurs de France, sont impliqués au projet dans le suivi des indicateurs de mesures et observations sur la plateforme.

### Description de la plateforme Dige'O

La plateforme expérimentale du dispositif Dige'O comprend 15 parcelles de 25 ares chacune, incluant 3 répétitions des 5 modalités suivantes :

- Digestat brut 1 (**DIG 1**) – issu d'une unité de méthanisation alimentée d'un mélange de lisier de vaches laitières, pailles de maïs, résidus de culture ;
- Digestat brut 2 (**DIG 2**) – issu d'une unité de méthanisation alimentée d'un mélange de fumier de taurillons de l'établissement, résidus de culture, déchets agroalimentaires (graisses, etc.) ;
- Digestat brut 2C (**DIG 2C**) – même origine que le DIG 2 avec un complément de produit « Glenor Kr+ » composé d'algues et d'argiles (bentonite et montmorillonite) dans le but de fixer l'azote ammoniacale ;
- Fumier de bovins (**FUM**) ;
- Engrais minéral (**MIN**) sous forme d'ammonitrate 33,5%.

Un bloc sur trois (tournant) accueille chaque année une zone non-fertilisée permettant de mesurer la valeur de l'arrière effet du fertilisant. L'apport azoté des digestats et du fumier de bovins suit la méthode de calcul inscrite dans la réglementation de la Directive Nitrates en maximisant la fourniture du sol en azote et le coefficient d'équivalent d'engrais azoté (Keq N), et donc un effet maximisant de l'efficacité de l'azote des digestats. Les apports annuels en fumier (sans complément minéral) sont de 21 à 40 T/ha et les apports des digestats (également sans complément minéral) varient de 10,2 à 27 m<sup>3</sup>/ha. Cette variation des apports en digestats dépend de la composition azotée du produit et des reliquats azotés avant épandage.

Le système de culture et les objectifs de rendement mis en place sont représentatifs des pratiques agricoles en Alsace : maïs ensilage (objectif de rendement de 18 T de matière sèche (MS) / ha) et blé tendre d'hiver (objectif de rendement agricole (à 15% d'humidité) de 80 q/ha).

Entre 2018 et 2022, 4 apports annuels de PRO et engrais de synthèse ont été réalisés. Les mesures suivantes ont été faites soit au moment de l'épandage, soit sur une période plus étendue selon de type d'analyse :

- **Caractérisation des PRO** (digestats et fumier) : éléments agronomiques (N-tot, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, C<sub>org</sub>), matière sèche (MS), minéralisation de l'azote (ICCN) et de carbone (ICCC), indice de stabilité de la matière organique (ISMO) ;



- **Reliquats azotés** : entrée drainage (RED), sortie hiver (RSH), après récolte (RAR) ;
- **Caractérisation agronomique, biologique et physique du sol** : granulométrie, stabilité structurale, densité apparente, éléments agronomiques (N-tot, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, C<sub>org</sub>, C/N), capacité d'échange cationique (CEC), matière organique (MO), carbonates (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>), pH, éléments en traces métalliques (ETM), oligo-éléments, abondance et diversité des nématodes et vers de terre ;
- **Quantité d'azote perdu vers l'eau souterraine** : nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) ;
- **Quantité d'azote perdu vers l'air** : volatilisation ammoniacale (NH<sub>3</sub>) ;
- **Qualité agronomique des végétaux** : rendement, matière sèche (MS), azote (N-tot), éléments en traces métalliques (ETM), oligo-éléments.

## Résultats et discussion

Les digestats apportés ont présenté des caractéristiques équivalentes à des digestats précédemment étudiés (Guilayn *et al.* 2019 ; Michaud *et al.* 2021), une teneur plus élevée en ammonium par rapport au fumier et une disponibilité de l'azote pour une valorisation par les cultures au cours du cycle cultural.

Concernant les cultures, à court terme, comparativement à une fertilisation minérale azotée, l'apport de digestats de méthanisation agricole a permis de maintenir les rendements des cultures, les teneurs en azote et les teneurs des autres éléments nutritifs des cultures (majeurs, oligo-éléments) sans entraîner de contamination en ETM toxiques présentant la majorité des attentions internationales. L'objectif de rendement du maïs ensilage en 2019 et 2021 a été atteint pour toutes les modalités testées. Le rendement du blé tendre d'hiver de 2022 a été fortement impacté par les conditions météorologiques (faibles précipitations annuelles) et l'objectif n'a été atteint pour aucune modalité. La teneur en protéines à coefficient 6,25 témoigne des difficultés du blé d'hiver de 2022 à valoriser l'azote pour toutes modalités à l'exception de l'engrais minéral (fractionnement des apports à cause des faibles reliquats et des capacités techniques pour épandre l'engrais minéral).

Enfin, comme observé sur les sites de longue durée de l'observatoire SOERE PRO, les études à court terme comme celle de Dige'O permettent d'évaluer la valeur fertilisante (azotée) des apports produits résiduels organiques. Toutefois, il est nécessaire de les conduire à moyen et long terme pour étudier les effets du retour au sol de tels produits sur l'évolution des variables évoluant lentement tels que le stockage de carbone dans le sol, l'accumulation de certains contaminants, et les risques associés de transfert vers les cultures et dans l'environnement.

La seconde phase de l'essai (Dige'O.2) continuera l'expérimentation en plein champs sur une approche multidimensionnelle en évaluant à la fois les effets à long terme des épandages de digestats (la suite de l'essai mono-factoriel, système de culture nommé « méthaniseur règlementaire ») et la capacité des systèmes de culture innovants (nommé « méthaniseur prometteur ») à répondre aux enjeux de la valorisation agronomique des digestats de méthanisation agricole aujourd'hui.

## Références bibliographiques

1. Guilayn, F., Jimenez, J., Martel, J.-L., Rouez, M., Crest, M., Patureau, D. (2019). First fertilizing-value typology of digestates: A decision-making tool for regulation. *Waste Management*, 86: 67-79; DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.01.032>.
2. Leroux, C., Bodèle, C., Burel, E., Carré, M., Lagrange, H., Levasseur, F., Moreira, M., Morvan, T., Stangret, V., Michaud, A. (2021). Synthèse des travaux sur la détermination des Keq N (coefficients d'équivalent engrais azotés) de digestats de méthanisation, Rencontres du COMIFER-GEMAS.
3. Michaud A.M., Sappin-Didier V., Cambier P., Nguyen C., Janot N., Montenach D., Filipovic L., Deltreil V., Houot S. (2021). Phytoavailability of Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Tl and Zn in arable crop systems amended for 13 to 15 years with organic waste products, *Agronomy* 2021, 11(4): 664; DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy11040664>.
4. SINOE (2022). Chiffres clés du parc d'unités de méthanisation en France au 1<sup>er</sup> janvier 2022. Récupéré sur : <https://www.sinoe.org/documents/consult-doc/idDoc/1322/idRubrique/213/table-docpo/desc/table-docps/date/table-docpp/1/count/10>

