

DIGESTATS : LE POINT SUR LEUR VALEUR AGRONOMIQUE

La méthanisation est une voie de valorisation des matières organiques d'origine résiduaire ou agricole, source d'énergie renouvelable et de production de fertilisants.

Nous savons de longue date que les modifications subies par les substrats organiques lors de la fermentation – et la méthanisation par conséquent - vont modifier leurs caractéristiques chimiques. Comment ces transformations vont-elles impacter la valeur agronomique d'un des produits de la digestion, le digestat ?

La composition des digestats bruts (avant post-traitement) est influencée par la nature des intrants (substrats) et par le procédé lui-même. En effet, sous l'effet du procédé, les déchets organiques utilisés comme substrat par les microorganismes mis en œuvre lors de la digestion anaérobie vont être transformés en un mélange de biomasse microbienne, de minéraux et de matière organique plus ou moins digérée.



Source (1) : F GUILAYN et al, LBE-INRA-SUEZ, JRI 2017, Beauvais. Typologie des digestats de méthanisation à partir de paramètres usuels de valeur amendante / fertilisante

Le procédé est conservatif pour tous les éléments (excepté C, H, O composant le biogaz), mais il va s'opérer des modifications chimiques et biologiques au sein du réacteur. Ainsi, la digestion induit :

- Une baisse de la teneur en matière sèche d'environ 20 à 60 %, selon la biodégradabilité des intrants.
- Une diminution du rapport C/N, du fait de la minéralisation du carbone organique
- Une augmentation de la proportion d'azote ammoniacal par rapport à la quantité d'azote total, du fait de la minéralisation de l'azote organique
- Une stabilisation de la matière organique, par dégradation des matières organiques les plus labiles lors de la digestion

Il en résulte une grande variabilité de composition des digestats bruts, selon la nature des intrants et le procédé de méthanisation (voir le tableau ci-dessous issu de l'expertise collective MaFOR de 2014).

Données de composition moyenne et/ou minimum-maximum des digestats français, qu'ils soient bruts, solides ou liquides.

| Mafor | pH | C/N | MS | NTK | N-NH4 | P | K | Mg | Ca |
|--|----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|---------------------|---------------|------------------|
| | | | | | | | | | |
| Digestats de déjections animales (DA) | 8 (7,1-8,5) | 5,9 (4,5-7,4) | 11,5 (1,7-41,6) | 67,6 (20,1-160) | 39,0 (0,3-120,6) | 11,7 (0,9-50,3) | 42,5 (3,3-109) | 3,6 (1,9-4,8) | 25,1 (19,6-33,5) |
| Digestat de Da & sous produits animaux (SPA) | 7,6 (7,1-8) | - | 13,5 (4,6-27,5) | 58,1 (19,8-94,3) | 40,2 (22,6-53,0) | 9,4 (4,9-17,9) | 19,4 (4,9-70,8) | 2,2 (1,2-4,7) | - |
| Digestats de DA & SPA & biodéchets | 8 (7,7 - 8,2) | - | 7,5 (4,3-18,5) | 72,4 (43,1-97,5) | 47,6 (13,3-88,3) | 13,3 (8,6-17,4) | 44,3 (31,1-65,7) | 5,9 (4,5-9) | 25,6 |
| Digestats d'IAA | 7,7 (3,7-12,6) | 10,1 (5-17) | 18,3 (2,6-49) | 52,4 (8,1-172,6) | 25,5 (0,4-128,6) | 12,4 (0,9-40,1) | 20 (0,3-101,4) | - | 76,1 (3,7-285) |
| Digestats de Lisier / Fumier bovin | 7,7 (6,2-8,7) | 16,4 (3-34) | 16,7 (4,4-34) | 15,9 (1,1-64,9) | 13,2 (0,2-32,1) | 11,9 (2-25) | 35,3 (10,3-80,9) | 4,9 (0-10,5) | - |
| Digestats de Lisier / Fumier porcin | 7,7 (6,4-9,9) | 2,1 (0,3-4) | 8 (1-42,2) | 75,4 (1,5-240) | 34,5 (0,1-166) | 20,2 (0,8-42,3) | 144,8 (134,2-155,4) | - | 64,8 (49-75,5) |
| Digestat Autres | 7,5 (7,4-8,2) | 19,1 (3,7-38,5) | 8,6 (2,5-20,3) | 35,1 (13,2-102) | 23,6 (1-70,1) | 4,8 (1,5-10,1) | 45,1 (12,2-185) | 2,7 (0,9-5,8) | - |
| Digestats de déchets verts & biodéchets | 7,8 (7,5-8,3) | 18 (5,8-39,3) | 26,5 (4,5-54,6) | 23,7 (8,4-55,5) | 7,15 (0-31,4) | 4,4 (1,9-7,4) | 16 (4,9-41,1) | 4,2 (1,9-7,5) | - |
| Digestats de biodéchets | 8,2 (7,8-8,5) | 18,2 (3,1-45,7) | - | 49,5 (3,8-98) | 15,8 (2-35) | 14,1 (0,4-25,7) | 68,4 (4,6-173,1) | 12 | 32,02 |
| Digestats de boues urbaines | 8,7 (7-12,7) | 26 (2,6-86,6) | - | 55,4 (4,3-21,9) | 5,9 (0,5-36,6) | 21,2 (2,8-55) | 3,0 (0,2-20,5) | 4,2 (0,4-8,0) | 83,9 (7-283) |

Source : Rapport final de l'Expertise Scientifique Collective « Matières fertilisantes d'origine résiduaire » (ESCo Mafor¹)- octobre 2014

Le tableau ci-dessous reprend, à titre indicatif, les valeurs fertilisantes moyennes de quelques effluents d'élevage et effluents urbains, en g/kg de matière sèche. Les digestats ayant une telle variabilité au niveau de leur composition pour chaque élément, la comparaison avec les produits organiques répertoriés ci-dessous n'est pas évidente.

De façon générale, le processus de digestion sur les effluents d'élevage va surtout impacter l'azote. En effet, la fraction minérale, et notamment la forme ammoniacale va augmenter, jusqu'à atteindre 45 à 75 % de l'azote total selon la nature des intrants. Cet azote sera par conséquent très assimilable par la plante, mais augmente les risques de perte d'azote par lixiviation (pertes vers l'eau) et par volatilisation (pertes vers l'air).

Données de composition moyenne d'effluent d'élevage et effluents urbains, en g/kg de matière sèche.

| g/kg MS | MS | NTK | N-NH4 | P | K | Mg |
|--------------------------|----|-------|-------|------|------|------|
| Fumier de bovin brut | 21 | 25,7 | 5,2 | 11,0 | 38,6 | 7,6 |
| Lisier de bovin brut | 8 | 41,3 | 18,8 | 17,5 | 43,8 | 11,3 |
| Fientes de volailles | 30 | 66,7 | 56,7 | 80,0 | 56,7 | 16,3 |
| Fumier de porc | 34 | 26,5 | 7,4 | 26,2 | 45,6 | 11,8 |
| Lisier de porc | 4 | 112,5 | 75,0 | 92,5 | 77,5 | 22,5 |
| Compost de déchets verts | 50 | 16,6 | 0,0 | 8,4 | 10,2 | 5,0 |

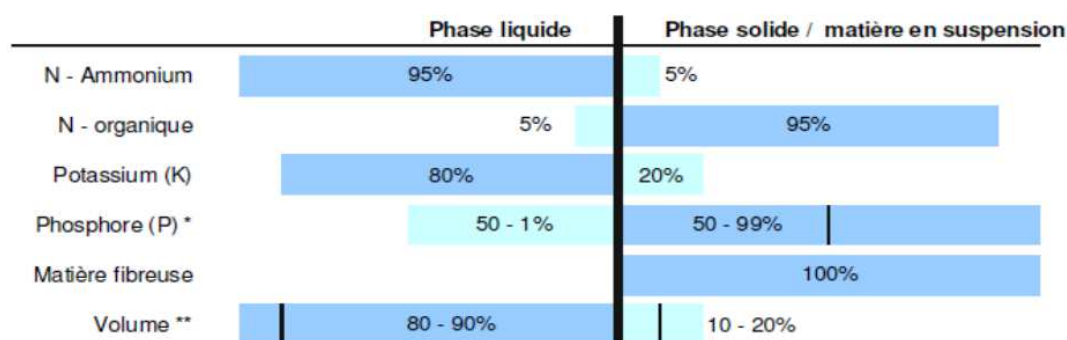
Depuis quelques années, des instituts cherchent à proposer des typologies de digestats, qui permettraient de répondre à la demande d'une meilleure connaissance de la valeur fertilisante des digestats. Ainsi en 2017 l'INRA a proposé une typologie de digestats comportant 6 groupes homogènes en fonction du type d'intrants et du process. Elle se base sur des paramètres de caractérisation couramment utilisés pour déterminer la valeur agronomique. Les travaux se poursuivent, notamment sur la disponibilité des éléments fertilisants (azote, phosphore) et la stabilité de la matière organique.

| Paramètres discriminants | Voie Humide | | | | Voie sèche | |
|----------------------------------|-------------------------|------------------------------|--|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| | Digestat lisiers bovins | Digestat STEP/biodéchets/IAA | Digestat territoriale (mélange intrants) | Digestat lisiers porcins | Digestat fumier ou DV | Digestat FFOM/biodéchets |
| MO (% MS) | +++ | - | ++ | + | ++ | 0 |
| NH ₄ ⁺ /TN | 0 | ++ | ++ | +++ | - | - |
| P (g/kg MS) | 0 | +++ | + | ++ | + | ++ |
| K (g/kg MS) | +++ | - | ++ | + | ++ | 0 |

Source : GERES, Aurélie REILLER, mai 2018. La méthanisation en PACA - Valorisation agricole des digestats : Quels impacts sur les cultures, le sol et l'environnement ? Revue de littérature. Adapté de la typologie proposée par GUILAYN et al 2017 (1).

Les post-traitements parfois subis par les digestats bruts vont encore apporter des modifications dans les caractéristiques des produits obtenus. La séparation de phases est un post-traitement répandu des digesteurs en voie humide. Les éléments se répartissent différemment entre la phase liquide et la phase solide, selon leur affinité avec la matière organique. De plus, l'efficacité de cette séparation peut varier selon la nature du digestat et la technologie de séparation employée.

Répartition des composants fertilisants dans le digestat liquide et solide



* Dépend de l'utilisation des coagulants / flocculants pour la séparation de la phase solide

** Dépend de la technique utilisée

Source : BAKS Toine et al, 2009. *Etat de l'art des méthodes (rentables) pour l'élimination, la concentration ou la transformation de l'azote pour les installations de biogaz agricole de taille petite/moyenne. Rapport de l'OFEN 153470. Berne : Office général de l'énergie, 93p.*

Un digestat brut peut être considéré comme un produit organique aux propriétés mixtes, d'amendement organique (plus ou moins dilué selon sa siccité) et d'engrais (notamment du fait de l'azote ammoniacal qu'il contient). Sous l'effet d'une séparation, les phases liquides seront plus concentrées en éléments solubles (azote ammoniacal, potassium), renforçant leur caractère d'engrais azoté, alors que les phases solides s'apparenteront davantage à des amendements du fait de la concentration de la matière organique et le phosphore.

Synthèse : usage agronomique des digestats

| PRODUIT | TYPE D'USAGE AGRONOMIQUE | INTERET AGRONOMIQUE |
|---|---|---|
| DIGESTAT BRUT | Mixte : Amendement organique et engrais | Entretien des stocks de matière organique des sols (inférieur au compost) + Nutrition des plantes |
| DIGESTAT LIQUIDE (PHASE LIQUIDE) | Fertilisant minéral | Nutrition des plantes |
| DIGESTAT SOLIDE (PHASE SOLIDE) | Amendement organique | Entretien des stocks de matière organique des sols (inférieur au compost) |
| DIGESTAT COMPOSTE Le compostage est obligatoire pour valoriser un digestat NFU en France | Amendement organique | Entretien des stocks de matière organique des sols |

Ainsi, si les digestats présentent une véritable valeur agronomique, il est impossible d'en donner la composition *a priori*, sans avoir l'information précise des intrants et du process. Il n'existe pas UN digestat mais DES digestats : seule l'analyse permettra de préciser la valeur réelle du produit.