

Fiche technique - 2017

Le phénomène de moussage dans les digesteurs

Contexte

Le procédé de digestion anaérobie utilisé sur les unités de méthanisation apparaît de plus en plus maîtrisé. L'objectif aujourd'hui est l'optimisation de l'unité de méthanisation. Cette optimisation passe par différentes thématiques comme les substrats utilisés, l'amélioration de la dégradation des substrats mais aussi l'optimisation du procédé de digestion. Or certaines perturbations du procédé existent. Il y a des inhibitions dues à un excès d'azote, à une accumulation de produits intermédiaires de la

digestion anaérobie comme l'acétate. Il y a aussi le phénomène de moussage. Le but de cette fiche est d'apporter des premiers éléments de connaissance sur le phénomène de moussage en amont d'un programme de recherche sur ce sujet. Elle est construite à partir des résultats issus d'enquêtes de terrain réalisées en Allemagne et Danemark mais aussi en Bretagne et Pays de la Loire et des résultats issus de la littérature scientifique.

Les enquêtes de terrain

La première enquête (nommé ultérieurement enquête 1) utilisée pour ce document a été réalisée en Allemagne entre 2010 et 2014 sur 3100 unités de méthanisation (95% agricoles). 10,5% des unités considèrent le phénomène de moussage comme un problème. (Lindorfer and Demmig, 2016)

La deuxième enquête (enquête 2) a aussi été conduite en Allemagne auprès de 18 unités de méthanisation traitant des déchets organiques (station d'épuration et industriel). Elle montre que 50% ont régulièrement de la mousse, 25% touchées par le passé, 17% une fois par an et 8% pas de réponse. (Moeller and Görsch, 2015)

La troisième enquête (enquête 3) a été menée au Danemark sur 16 unités de méthanisation centralisées. Elle montre que 37% ont de la mousse dans le digesteur, 19% dans le stockage de substrat et post-digesteur et 38% dans les deux. (Kougias et al., 2014)

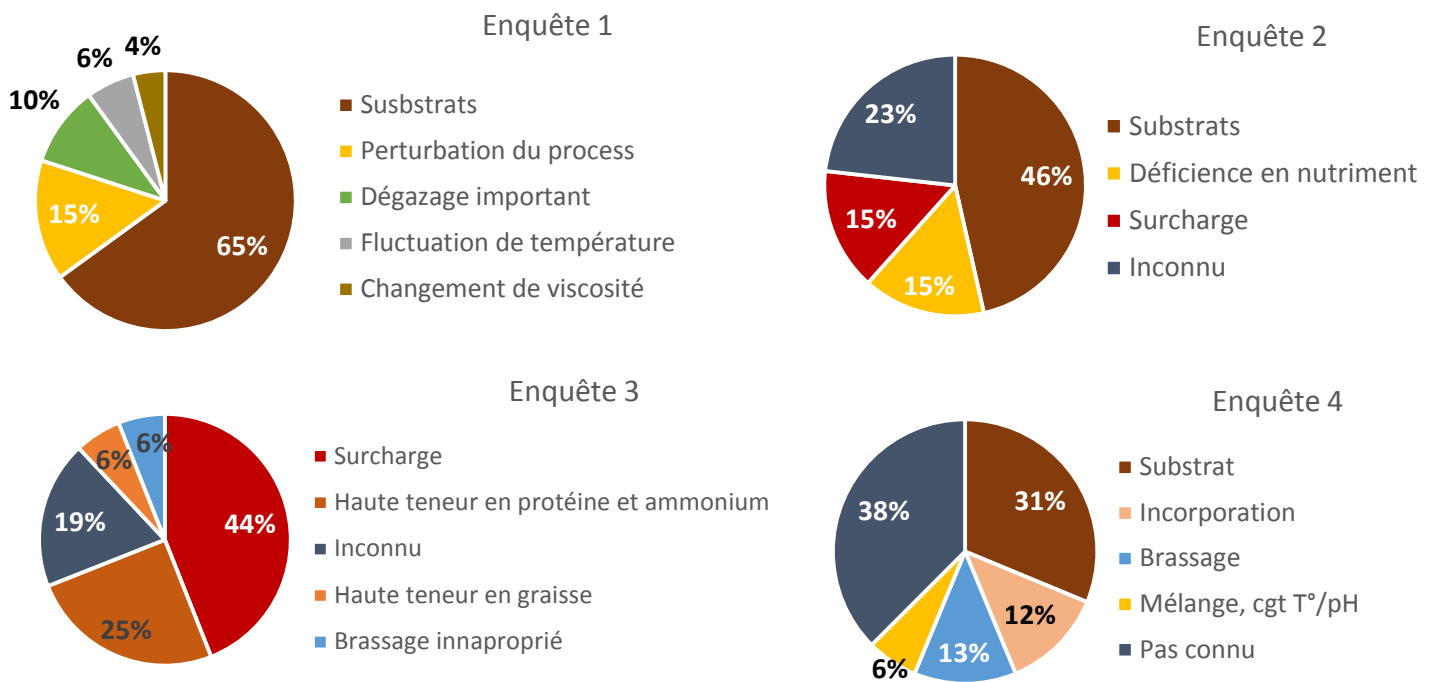
La quatrième enquête (enquête 4) a été menée en Bretagne et Pays de la Loire sur 41 unités de méthanisation agricoles. Parmi les 26 réponses, 66% ont eu ou ont un problème de moussage. (Résultats non publiés).

Bibliographie pour les enquêtes :

- Kougias, P.G., Boe, K., O-Thong, S., Kristensen, L.A., Angelidaki, I., 2014. Anaerobic digestion foaming in full-scale biogas plants: a survey on causes and solutions. *Water Science & Technology* 69, 889. doi:10.2166/wst.2013.792
- Lindorfer, H., Demmig, C., 2016. Foam Formation in Biogas Plants - A Survey on Causes and Control Strategies. *Chemical Engineering & Technology* 39, 620–626. doi:10.1002/ceat.201500297
- Moeller, L., Görsch, K., 2015. Foam formation in full-scale biogas plants processing biogenic waste. *Energy, Sustainability and Society* 5. doi:10.1186/s13705-014-0031-7

Causes

Les figures ci-après reprennent les causes identifiées lors des enquêtes.



En ce qui concerne les éléments de la biblio. En premier lieu, il apparaît que les process mésophiles soient moins résistants au moussage que les process thermophiles. Un brassage par bullage favoriserait plus le moussage qu'un brassage mécanique. Des variations de températures engendrent une modification de la solubilisation du gaz et particulièrement celle du CO₂, ce qui peut induire un dégazage et moussage.

La mousse se forme avec la présence du triptyque Gaz – Tensio-actifs¹ – Liquide.

La surcharge du digesteur favorise le moussage puisqu'elle engendre une accumulation de tensio-actifs et augmente la production de gaz. Toutefois une surcharge peut inhiber le process ce qui stoppe la production de gaz et la mousse ne se forme pas.

L'oléate de sodium, la gélatine, les savons solubles, l'acide acétique (acétate), les protéines sont des substances retrouvées dans les problèmes de moussage. Les protéines sont par exemple présentes en grande quantité dans les effluents avicoles. Les

acides gras à longue chaîne carbonée, les particules solides (de quelques micromètres), les biosurfactants et la recirculation du digestat dans le digesteur sont aussi des éléments provoquant la formation de mousse. Ces éléments sont des agents tensio-actifs qui modifient les propriétés physiques du contenu du digesteur et favorisent la formation de mousse.

L'alimentation des animaux dont est issu le fumier/lisier peut aussi affecter le phénomène de moussage. Une ration mal adaptée entraîne la présence de composés non dégradés dans les fèces, composés qui peuvent avoir des propriétés tensio-actives.



De plus, un fractionnement de la ration déséquilibré, des changements soudains de paramètres de fonctionnement sont des facteurs initiateurs de formation de la mousse.

¹ Un agent tensio-actif est une substance chimique ou biologique affectant négativement la tension superficielle du liquide. La tension superficielle est la force entre les molécules à l'interface de deux liquides ou d'un gaz et d'un liquide.

Solutions

Il existe de nombreuses solutions. Cependant il n'existe pas de règle déterminant quelles actions appliquées face à la présence de mousse. La solution à mettre en place se définit le plus souvent de façon empirique et progressive.

Un premier type d'action possible se fait sur les substrats. Lors d'un phénomène de moussage, si un substrat est identifié comme cause il faut le retirer de la ration. Diminuer la ration peut aussi permettre de diminuer la production de gaz et donc la formation de mousse mais aussi laisser le temps aux substances tensio-actives d'être dégradées.

Un deuxième type d'action se fait avec le brassage. Il peut être utilisé pour détruire la mousse. Utiliser un brasseur rapide en surface est l'une des solutions. A savoir que dans certains cas le brassage peut aggraver le phénomène de moussage. Si un digesteur possède un faible brassage il est possible que du gaz s'accumule dans le digestat. Augmenter le brassage

entraîne la libération de ce gaz ce qui peut produire de la mousse.

Un troisième type d'action est l'ajout d'un antimoussant/démoussant. Il existe des produits commerciaux mais de l'huile végétale type huile de colza ou de friture peut aussi servir comme antimoussant. L'incorporation de ces produits se fait soit avec la ration soit à la surface par un système de pompe.

Lors de l'utilisation de produit pour détruire la mousse il faut souvent au préalable déterminer une dose optimale. A savoir aussi que le produit se dégrade et la mousse peut réapparaître après arrêt de l'ajout de l'antimoussant.

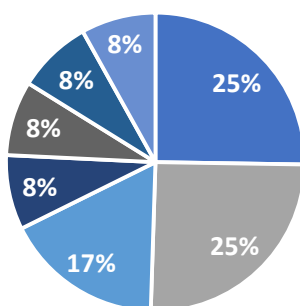
Un manque d'information existe sur l'efficacité des différentes solutions utilisées. Un besoin notamment d'identifier les coûts est présent.

Les quatre enquêtes ont aussi mise en évidence des solutions effectuées par les opérateurs :

Enquête 1	
Stratégies	Exemples d'action
Mesures d'urgence	Diminution du volume de digestion, réduction de l'alimentation, brassage au niveau de la mousse
Application d'un anti-mousse	Produit commercial, huile végétale, produit tampon
Evitement des substrats favorisant de mousse	Réduction des substrats, changement d'alimentation
Résolution des problèmes de process	Ajout de nutriments, baisse de l'alimentation après sur-alimentation
Modifications des propriétés physico-chimique	Modification de la viscosité, contrôle de la température, modification de l'alcalinité
Modifications des paramètres de brassage et d'alimentation	Réduction de la pause entre période de brassage ou d'alimentation, variation de la vitesse de brassage ou/et la direction
Mesures techniques	Installation d'un système de ventilation à la surface, d'un trop-plein ou d'un brasseur à hauteur du niveau de digestat

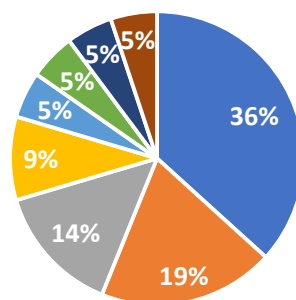
Solutions effectuées pas les opérateurs :

Enquête 2



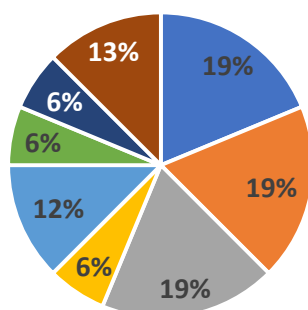
- Ajout d'anti-mousse
- Baisse de la charge organique
- Dilution avec de l'eau
- Diminution du volume de digestion
- Adpatation de l'agitation
- Ajout de nutriments

Enquête 3



- Diminution du volume de digestion ou du chargement
- Ajout de chaux
- Augmentation ou diminution du brassage
- Augmentation du débit
- Ajout d'huile
- Baisse de la température
- Dilution du digestat

Enquête 4



- Amélioration du brassage
- Modification des substrats
- Huile (colza ou friture)
- Antimousse
- Huile + brassage
- Huile + substrat
- Ajout d'eau + Brassage
- Rien fait

Retour de terrain

Ceux qui ont un problème récurrent de moussage et qui connaissent les causes arrivent à anticiper ce problème et faire en sorte de ne pas être pénalisé de façon trop importante. Par exemple, une agitation forte lors de l'incorporation d'un substrat problématique est l'une des solutions employées. Un ajout d'huile de colza de façon permanente est aussi indispensable dans certains cas.

Le moussage peut aussi apparaître lors de la phase de démarrage du digesteur.

Pour plus d'information

Une revue bibliographique est disponible afin d'avoir les informations plus détaillées sur le phénomène de moussage. Si besoin d'information ou d'aide vous pouvez contacter l'association.



Cofinancé par le programme
Horizon 2020 de l'Union européenne