

Identification du projet

Acronyme	DIVA
Titre	Caractérisation des Digestats et de leurs filières de Valorisation Agronomique
Programme – Edition	Programme BIOENERGIES 2010
Référence ANR	ANR- 10-BIOE-007
Contact coordinateur (Nom, partenaire, mél)	Patrick Dabert, Irstea (ex Cemagref), patrick.dabert@irstea.fr
Partenaires (société, organismes, labos)	IRSTEA, Solagro, ARMINES, Université de Montpellier II – LGPEB, INRA, GEOTEXIA, Suez Environnement
Date de début	1 décembre 2010
Date de fin	30 novembre 2014
Pôles de compétitivité	AgriMip Innovation Laurent Augier, Directeur Projets Laurent.Augier@agrimipinnovation.com
Coût complet	3 817 104 euros
Aide ANR	1 226 387 euros
Site web	http://diva.irstea.fr/
Date de mise à jour de ce document	17 juillet 2015

Comment valoriser les digestats de méthanisation ?

Evaluation technique, agronomique, économique et environnementale de la valorisation des digestats de méthanisation par (i) épandage direct ou (ii) séparation de phase puis séchage ou compostage des fractions solides et traitement biologique ou filtration membranaire des fractions liquides.

1. Caractériser les digestats et leurs filières de post-traitement pour une meilleure valorisation

a. Enjeux & objectifs

Pour pouvoir être utilisés comme fertilisants ou amendements, les digestats doivent présenter des critères spécifiques de composition en matière sèche et organique, en minéraux, nutriments etc... et être dépourvus d'indésirables (microorganismes pathogènes, composés phytotoxiques, inertes, etc.). Ils doivent de plus être stables dans le temps.

La grande variabilité des filières de méthanisation développées aujourd'hui et la grande variabilité des déchets entrant dans ces filières ont conduit à des questionnements importants sur la qualité des digestats générés. Ainsi, les digestats ont le statut réglementaire de déchet et sont généralement compostés avant d'être utilisés sur les terres agricoles.

Le projet DIVA a pour objectifs de caractériser la composition des digestats des différentes filières de méthanisation françaises et d'étudier les possibilités de valorisation de ces digestats en agriculture. Il est décomposé en plusieurs étapes :

1. réaliser un état des lieux des différents types de digestats produits en France et des procédés de post-traitement existants,
2. évaluer la capacité des digestats à être utilisés en agriculture à l'état brut ou à être transformés via des post-traitements ultérieurs pour atteindre le statut de produit,
3. effectuer un bilan technico-économique et environnemental (Analyse de Cycle de Vie, ACV) des filières de gestion des digestats (post-traitement et épandage) en comparaison avec l'épandage direct, afin de favoriser les filières les mieux adaptées aux objectifs agronomiques et environnementaux.

b. Méthodes / Approches

Une approche basée sur l'optimisation environnementale de la filière

Les filières de méthanisation représentatives de la diversité française ont été déterminées par une étude bibliographique et la rencontre d'experts.

Cinq filières ont été choisies : deux méthanisations agricoles, une méthanisation d'ordures ménagères, une méthanisation de biodéchets et une méthanisation territoriale.

La caractérisation des digestats de ces 5 filières a été réalisée par cinq campagnes de prélèvements réparties sur environ un an. Les résultats obtenus (paramètres physico-chimiques, rhéologiques, stabilité biologique, valeur agronomique) ont été comparés aux valeurs seuils des normes NFU44-051, NFU44-095 et NFU42-001.

En parallèle, plusieurs procédés de post-traitement des digestats ont été évalués : pour les solides, le séchage et le compostage ; pour les liquides, le traitement biologique et la filtration membranaire.

La valorisation agronomique des digestats a été abordée par des essais au laboratoire, des essais au champ et de la modélisation qui permettent de déterminer : la valeur fertilisante azotée à court terme, la dynamique de minéralisation du C et N, les risques de phytotoxicité, et la simulation du devenir au champ C et N. Cette étude a été complétée par des mesures des émissions d'ammoniac et de gaz à effet de serre après simulation d'épandage des digestats en laboratoire.

Enfin, une évaluation des filières concernant les coûts de fonctionnement et les impacts environnementaux (ACV) a été réalisée sur la base des données bibliographiques, des mesures réalisées dans le projet et de l'audit des sites.

2. Résultats

La composition et les propriétés physiques des digestats bruts dépendent de la composition des déchets méthanisés mais varient peu (moins de 10%) pour une même filière malgré la variation des déchets entrant dans le digesteur. Les propriétés d'écoulement et la capacité de déshydratation mécanique des digestats peuvent être définies à partir de leur taux en matière sèche et du ratio matière organique/matière sèche.

La séparation de phase conserve l'ammoniac et le potassium dans la phase liquide et le carbone, le phosphore et les métaux dans la phase solide. Elle supprime le lien qui existait entre la composition des déchets méthanisés et la composition des digestats. Elle permet une réduction globale des émissions de N₂O (gaz à effet de serre) après épandage des phases séparées comparé à l'épandage du digestat brut.

Le séchage des phases solides des digestats entraîne la volatilisation de 75% de l'ammoniac à 70°C et de 100% au-dessus de 90°C et conduit à une perte importante de la valeur fertilisante des digestats. Le séchage sous air chaud ne permet pas une hygiénisation du digestat car il ne détruit pas les spores de *Clostridium perfringens*. Le séchage par contact-agitation, avec des temps de séjour plus long et des températures plus élevées dans le produit, hygiénise le digestat mais génère un produit très pulvérulent qui a posé des problèmes techniques lors de sa manipulation.

Le compostage des phases solides des digestats peut être utilisé pour sécher les digestats, même s'il peut requérir l'ajout de structurant et/ou de co-substrats pour obtenir une montée en température correcte. La forte teneur en ammoniac des digestats entraîne des émissions importantes en début de compostage et une perte équivalente de leur valeur fertilisante.

La nitrification des digestats liquides permet d'éviter les émissions d'ammoniac tout en gardant l'azote dans le digestat, cette piste de recherche pourrait être mieux explorée.

Les procédés de filtration membranaire requièrent des prétraitements importants des digestats liquides pour limiter les problèmes de colmatage des membranes. Ils permettent cependant de capter plus de 93% de la matière organique résiduelle et 95% des ions des digestats pour produire un liquide incolore.

Les digestats présentent des **propriétés agronomiques** proches à la fois des engrais et des amendements, très largement expliquées par leur teneur en azote ammoniacal et en matière organique stabilisée. Les conditions d'épandage doivent être maîtrisées pour limiter la volatilisation qui peut entraîner la perte de 30 à 84% de l'azote ammoniacal. Une fois dans les sols, les digestats induisent des émissions de N₂O supérieures à celle des engrais minéraux. Ces émissions sont plus importantes pour les digestats qui possèdent un faible C/Norg. Les essais au champ n'ont pas montré d'effet très positif ou très négatif de l'apport des digestats sur les rendements de production des cultures, avec des coefficients équivalent engrais mesurés de 40 à 50%.

L'évaluation des filières montre que l'épandage direct des digestats est la solution la plus économe et, en général, la moins impactante au niveau environnemental. Les post-traitements plus poussés n'ont un réel intérêt que dans un contexte local d'excédents en azote ou en phosphore qui imposent l'exportation du digestat ou dans un processus de commercialisation des produits générés.

3. Perspectives

Réglementaires. Les digestats ne satisfont à aucune des normes existantes, il est nécessaire de poursuivre les demandes d'homologation pour faire avancer la législation et les connaissances des digestats. Des travaux et une réflexion de fond doivent être entrepris pour améliorer le dénombrement des entérocoques et *Clostridium perfringens*.

Technologiques. Les procédés de post-traitement des digestats étudiés sont plus ou moins efficaces et requièrent encore une optimisation pour obtenir les produits escomptés. La plupart des procédés installés sur site fonctionnent mal et leurs coûts de maintenance ont été largement sous-estimés. La récupération des émissions d'ammoniac au séchage et au compostage est nécessaire pour réduire les émissions vers l'atmosphère, assurer la sécurité des travailleurs et valoriser l'azote.

Agronomiques. Au-delà des nécessaires besoins de données et de modélisation à poursuivre, il apparaît que des essais au champ sont toujours nécessaires pour tester la mise en œuvre de l'épandage réel des digestats (technologies disponibles), confirmer et prédire leurs valeurs de coefficient équivalent engrais et valider l'innocuité à long terme de leur épandage.

Analyse environnementale. L'analyse du cycle de vie a soulevé des interrogations sur l'intérêt du post-traitement des digestats, sans toutefois obtenir de réponse ferme. L'ACV demande encore beaucoup de développement pour l'évaluation localisée d'un impact, ce qui est absolument nécessaire dans le cas du retour au sol des déchets.

4. Productions scientifiques et brevets

Les travaux réalisés dans DIVA ont été diffusés dans 24 conférences internationales, 16 conférences de vulgarisation et ont fait l'objet de 4 publications scientifiques. Cependant, l'impact de DIVA a été plus visible au niveau national par la présentation des résultats chaque année à un

comité de suivi composé d'acteurs de la filière, des associations, des collectivités et des donateurs d'ordre ; la participation aux comités de pilotage du projet CASDAR Valdipro pour l'homologation des digestats agricoles et par la présentation des travaux au BN Ferti et aux colloques nationaux.

5. Illustration



Unité de méthanisation territoriale. Crédit photo P. Dabert.