



Votre correspondant :

Romain CRESSON
INRA Transfert Environnement
Avenue des Etangs
Narbonne, F-11100, France
Tel: +33 (0)4 68 46 64 32
Fax: +33 (0)4 68 42 51 60
cresson@supagro.inra.fr

PROPOSITION TECHNIQUE ET FINANCIERE

Etablie le :
Référence :

PRESTATION DE RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT :

ÉTUDE DE LA FAISABILITE TECHNOLOGIQUE DU TRAITEMENT BIOLOGIQUE DE PRODUITS ORGANIQUES SOLIDES PAR METHANISATION « VOIE SECHE », EN MODE DISCONTINU AVEC RECIRCULATION DE LA PHASE LIQUIDE.

Le coût relatif à la réalisation de la prestation est présenté en page 2. Le descriptif technique de la prestation, les modalités d'obtention des résultats, de conditionnement et de transport des échantillons, ainsi que les conditions générales de vente sont présentés en annexe.



COUT DE LA PRESTATION

Le coût relatif à l'étude de la faisabilité technologique du traitement biologique de produits organiques solides par méthanisation « voie sèche », en mode discontinu, avec recirculation de la phase liquide est détaillé dans le tableau suivant :

Type de prestation	Prix unitaire Euros HT	Remise	Prix unitaire avec remise Euros HT	Quantité	Prix total remisé Euros HT
Etude de faisabilité technologique <i>Essai en bioréacteur anaérobie voie sèche fonctionnant en mode discontinu, avec recirculation de la phase liquide à l'échelle laboratoire, pour l'étude de la faisabilité technologique du traitement biologique de produits organiques solides par méthanisation</i>					

Total HT Euros	
TVA	19,6%
Total TTC Euros	



ANNEXE TECHNIQUE

1 Remarques préliminaires

La société souhaite confier à INRA Transfert Environnement, la réalisation d'un essai en bioréacteur anaérobie, à l'échelle laboratoire, afin d'étudier la faisabilité technologique du traitement biologique de produits organiques par méthanisation « voie sèche » en mode discontinu, avec recirculation de la phase liquide.

L'objectif de cet essai est double. Il s'agit, d'une part, de tester la biodégradabilité anaérobie du produit (ou du mélange de produits) et lever certaines incertitudes, notamment sur des effets potentiellement limitant (toxicité, inhibition, carence), pour le processus biologique de méthanisation. D'autre part, il s'agit de mesurer les performances du procédé, de dresser un bilan fonctionnel et d'obtenir les informations nécessaires au dimensionnement d'un méthaniseur industriel : débit et qualité du biogaz, performances de la méthanisation, production de digestat, consommation de soude et d'additifs,...

Cette prestation sera réalisée au Laboratoire INRA de Biotechnologie de l'Environnement (LBE-INRA, <http://www.montpellier.inra.fr/narbonne/>), à Narbonne, par le personnel d'INRA Transfert Environnement.

2 Descriptif des essais

2.1 Mise en œuvre de l'essai

Les essais de méthanisation à l'échelle laboratoire sont réalisés selon une méthode développée par l'INRA, spécifiquement adaptée pour l'étude du traitement des résidus solides, mettant en œuvre un réacteur anaérobie voie sèche, fonctionnant en mode discontinu avec recirculation de la phase liquide. Le fonctionnement de ce type de réacteur pilote de laboratoire a été analysé et comparé à des données de fonctionnement de réacteurs industriels. Les résultats montrent que le réacteur pilote développé par l'INRA reproduit les conditions de fonctionnement et le comportement d'un procédé industriel de même type. Pour un déchet donné, les cinétiques de production de biogaz et de méthane, l'évolution des vitesses spécifiques de production de méthane, ainsi que les phénomènes d'inhibition (AGV, ammoniac) observés à l'échelle pilote reproduisent les phénomènes observés à l'échelle industrielle.

2.2 Fonctionnement en mode discontinu

Au début de l'essai, une quantité connue du produit à étudier est ajoutée dans le réacteur. Les bactéries dégradent la matière organique apportée, ce qui se traduit par la production de biogaz. A la fin de la phase de réaction, la vitesse de production de biogaz chute, signe de la fin de la transformation de la matière organique. A la fin du cycle, la matière excédentaire est soutirée et caractérisée, puis un nouveau cycle de traitement commence.

Le mode de fonctionnement semi-continu, avec mesure en ligne du débit de biogaz produit et du pH, permet d'obtenir plus d'informations qu'un réacteur alimenté en continu. En effet :

- Au début de la phase de réaction, la matière organique est en excès. Il est alors possible de mesurer la vitesse maximale de production du biogaz qui est proportionnelle à la vitesse maximale de consommation du substrat. Ce résultat permet d'estimer si la matière organique de l'effluent étudié est rapidement ou lentement biodégradable.
- Le suivi en continu du débit de biogaz permet de mesurer le temps nécessaire pour dégrader la matière organique apportée en début de cycle et d'estimer la charge maximale qui peut être appliquée.
- Le cumul et l'analyse de la composition du biogaz produit permettent de mesurer la quantité de méthane produite en continu et de calculer le potentiel méthane de l'effluent considéré.
- La mesure de matière en suspension (MES) permet de connaître le taux de dégradation des solides ainsi que la quantité de digestat produit lors de la méthanisation.



2.3 Dispositifs expérimentaux

La figure 1 présente le schéma et une photo d'un réacteur batch « voie sèche » avec recirculation des jus. Le dispositif expérimental comprend :

- Un réacteur en verre double enveloppe de 6 litres de volume utile, thermostaté à 35°C,
- Une pompe péristaltique pour la recirculation de l'effluent traité,
- Un débitmètre volumétrique à impulsion pour la mesure du débit de biogaz couplé à un système d'acquisition en ligne.

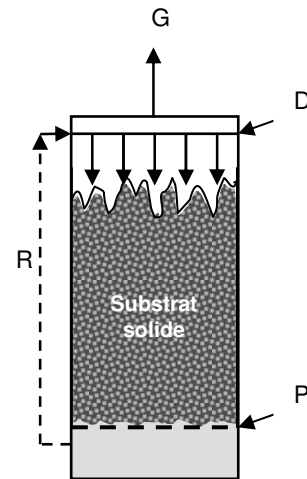


Figure 1 : Photo et schéma d'un réacteur batch « voie sèche » avec recirculation liquide

(1) Régulateur de température, (2) Réacteur en verre double enveloppe, (3) Pompe d'alimentation, (4) Pompe de soutirage et de recirculation, (5) Débit mètre, (6) Sonde pH, (7) Agitateur magnétique, (8) Acquisition des données en ligne, G = sortie gaz, R = recirculation de la phase liquide, P = plancher, support du substrat permettant l'écoulement des liquides, D = système d'aspersion.

2.4 Conditions d'inoculation et d'alimentation

L'ensemencement est réalisé à partir d'un inoculum fourni par INRA Transfert, composé de boues anaérobies issues de digesteurs traitant différents type d'effluents (agroalimentaires, boues de stations d'épuration, FFOM...).

Les réacteurs de méthanisation fonctionnent selon un cycle comprenant les phases suivantes :

- alimentation : ajout d'une quantité connue de substrat (prétraitée ou non) au début d'un cycle de traitement,
- recirculation des jus - réaction,
- soutirage de la matière résiduelle excédentaire.

2.5 Suivi analytique

Pour l'alimentation : Matière Sèches (MS), Matières Organique (MV), Azote total, Azote ammoniacal, Phosphore total.

Pour la phase liquide : les paramètres suivants sont mesurés sur les jus (phase liquide) après prélèvement au niveau de la boucle de recirculation une fois par semaine : pH, DCO soluble, Acides gras volatils (AGV) par chromatographie en phase gazeuse, N-NTK et N-NH₄.

Pour le digestat : les paramètres suivants sont mesurés sur le digestat en sortie du méthaniseur : Matière Sèches (MS), Matières Volatiles (MV), pH, DCO soluble, Acides gras volatils (AGV) par chromatographie en phase gazeuse, N-NTK et N-NH₄, Phosphore total.

Pour le biogaz produit : Le débit de biogaz est mesuré et enregistré en continu à l'aide d'un dispositif d'acquisition en ligne. La composition du biogaz (H₂S, N₂, CO₂, CH₄, O₂) est analysée par chromatographie en phase gazeuse 2 fois



par semaine. Des mesures de la teneur du biogaz en composés organo-silicatés (silanes et siloxanes) peuvent être réalisées ponctuellement sur demande¹.

3 Résultats

Les résultats sont présentés sous la forme d'un rapport de synthèse incluant :

- les résultats des analyses de suivi des réacteurs,
- les courbes de production de méthane au cours du temps,
- les valeurs moyennes du potentiel méthane ainsi que la biodégradabilité anaérobie du substrat considéré,
- les valeurs du taux d'abattement des solides volatils,
- la quantité de digestat produit pour chaque essai.

Le compte rendu final donnera des conclusions claires et argumentées permettant de déterminer, d'une part, la biodégradabilité du substrat considéré, en réacteur de méthanisation « voie sèche » fonctionnant en mode discontinue, avec recirculation de la phase liquide, et d'autre part, les performances du procédé. Les résultats obtenus grâce à la simulation en réacteur de laboratoire permettent de réaliser un bilan matière et énergie représentatif, d'identifier les limitations éventuelles et de proposer des solutions adaptées, afin de définir les paramètres de dimensionnement d'un digesteur industriel.

4 Durée de l'essai - délais

L'essai en réacteur en bioréacteur anaérobie voie sèche discontinu, avec recirculation de la phase liquide sera mis en œuvre et suivi analytiquement durant 90 jours. Le délai de réalisation de l'étude après réception des échantillons et de votre bon pour accord est de 4 mois. Ce délai peut varier en fonction des contraintes expérimentales.

5 Conditionnement et transport des échantillons

Une quantité suffisante substrat doit être fournie à INRA Transfert pour la réalisation des essais en réacteur (une quantité de produit équivalant à environ 50 kilos de matière sèche). Les prélèvements d'échantillons représentatifs du produit à étudier seront réalisés par le personnel en charge de l'exploitation sur le site de production. Ces échantillons seront ensuite conditionnés puis expédiés pour l'analyse.

Le coût de l'échantillonnage, du conditionnement et du transport est à la charge du commanditaire de l'étude. Les échantillons doivent être conditionnés dans des récipients en plastique, étanches et référencés, stockés à -20°C avant envoi. L'envoi des échantillons doit se faire en transport rapide réfrigéré.

La date d'envoi ainsi que la quantité à expédier doivent être définies préalablement, en accord avec le personnel d'INRA transfert Environnement. Les échantillons doivent être acheminés à l'adresse suivante :

*INRA Transfert Environnement
Halle de Biotechnologie de l'Environnement
Parc Méditerranéen de l'Innovation
60 Rue Nicolas Leblanc
11100 NARBONNE*

¹ La mesure de la composition du biogaz en composés organo-silicatés (silanes et siloxanes) n'est pas incluse dans la présente offre. Le coût forfaitaire pour une analyse est égal à 600 euros H.T.