



## Appel à projet n° 1-16

Date limite d'envoi des réponses : **vendredi 16 octobre 2020**

### **Stockage et prétraitements des intrants avant alimentation de digesteurs de méthanisation Etat des connaissances et recommandations**

#### **Contexte**

La filière méthanisation s'est développée en France et dans le monde du fait des nombreuses valorisations possibles du biogaz produit. Le biogaz (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>) est en général valorisé en cogénération par combustion en moteurs à combustion interne (100 kW à 10 MW) ou externe (cycle Stirling), turbines à gaz pauvre (> 1 MWe), ou micro-turbines (modules de 30 à 250 kWe), avec remise de l'électricité produite sur le réseau et récupération de chaleur sur le moteur. Le biogaz, débarrassé de son CO<sub>2</sub> et épuré, peut également être injecté sur le réseau ou converti, par voie thermo-chimique, en bio-hydrogène. Le développement de filières biocarburants (bio GNV gazeux, Bio GNL) à partir de biogaz préalablement épuré est également encouragé.

La méthanisation permet de valoriser une très **large gamme de gisements de biomasses** : résidus agricoles, liquides ou solides, cultures intermédiaires à vocation énergétique, productions agricoles dédiées, déchets verts lignocellulosiques, déchets des industries agro-alimentaires (IAA), boues de stations d'épuration des eaux usées, biodéchets domestiques issus d'une collecte sélective à la source, biodéchets issus de collectes spécifiques auprès des professionnels, fractions fermentescibles des ordures ménagères, etc. La présence d'indésirables (ex. plastiques, en particulier pour les biodéchets issus des grandes et moyennes surfaces), de fortes teneurs en azote, et/ou de polluants (métaux lourds, etc.) entraîne une réduction du pouvoir biométhanogène, couplée à l'impossibilité de traiter efficacement les digestats formés. Cette diversité de gisements implique une **très grande variabilité des caractéristiques physico-biochimiques des biomasses** concernées et **donc, de leur potentiel biométhanogène**.

Pour fonctionner de manière optimale, les micro-organismes intervenant dans la digestion anaérobie doivent recevoir régulièrement un substrat équilibré, contenant du carbone, de l'azote, du phosphore, ainsi que des éléments traces, tels que le fer et le zinc.

On considère qu'un substrat doit contenir de 20 à 30 fois plus de carbone que d'azote, fixant ainsi une plage optimale du rapport carbone/azote du substrat, avec un rapport C/N idéal de 25.

Le taux de conversion moyen de matière organique est, en général, compris entre 0,3 et 0,9 Nm<sup>3</sup> de

méthane par kg de matière brute traitée.

Les déchets ménagers, après collecte sélective ont, quant à eux, un rendement spécifique de méthanisation voisin de 0,4 Nm<sup>3</sup>/kg.

Le potentiel méthanogène d'un substrat donné peut être estimé par sa DCO. Dans ce formalisme, on considère qu'un effluent bien adapté à la digestion anaérobie, doit avoir une composition DCO/N/P proche de 600/7/1. Le potentiel méthanogène maximum d'un substrat moyen est voisin de 0,45 Nm<sup>3</sup>/kg DCO.

Les caractéristiques biophysico-chimiques variées des intrants conduisent à développer **différentes options** techniques **de stockage et de préparation** des biomasses **avant alimentation des digesteurs**. Le but est de :

- conserver le potentiel biométhanogène des intrants, eux-mêmes bio-évolutifs, pendant leur durée de stockage ;
- favoriser l'expression de leur potentiel biométhanogène (prétraitements mécaniques, chimiques, thermiques et biologiques).

Les conséquences de la variabilité des gisements, des conditions de conservation et de prétraitement sur les performances des digesteurs sont encore mal connues : acidose, inhibitions (accumulation de NH<sub>3</sub> par exemple), séparations de phases (sédimentation, flottation), colmatage des entrées (et dispositif d'ingestion de la ration) et sorties du réacteur, moussage, abrasion des dispositifs de brassage, incompatibilité entre cosubstrats, etc....

## **Objectifs**

Actuellement, ni les bureaux d'étude, ni les équipementiers, ni les exploitants, ne sont en capacité de fournir les données nécessaires à la quantification des gains d'efficacité obtenus par le biais des options de stockage et de techniques de préparation des intrants, en amont des digesteurs.

L'objectif de cette étude est donc de proposer une **synthèse opérationnelle** sur :

- la sélection et les caractéristiques des gisements,
- leurs conditions de stockage,
- leurs conditions de préparation amont,

et ce, en vue de réduire les risques de dysfonctionnement des digesteurs associés aux différents types de biomasses utilisées pour la production de biogaz et d'en optimiser le fonctionnement.

Cette synthèse opérationnelle permettra de disposer de **retours d'expériences** et de **conseils techniques** pour favoriser l'expression du potentiel biométhanogène des principaux gisements mobilisables pour la filière méthanisation.

Cet outil sera rédigé sur la base d'une **revue des formulations a priori** adaptées à chaque type de gisements et d'installation, ainsi que des différents procédés et technologies de conservation des biomasses bio-évolutives et de leur préparation en amont des digesteurs, sans oublier le cas des biomasses lignocellulosiques plus difficilement biodégradables, pour faciliter, voire augmenter l'expression de leur potentiel biométhanogène.

## Contenu de l'étude - Programme de travail

Les déchets organiques liquides, semi-solides et solides font partie du champ de l'étude.

*Les proposant feront preuve d'initiative quant à la **structuration du projet** et présenteront dans leur réponse une organisation appropriée de la mission ; organisation qui devra permettre de répondre au mieux aux objectifs énoncés, notamment via la réalisation des éléments demandés ci-dessous.*

Dans un premier temps et afin de resituer les enjeux de cette filière au vu des dernières données disponibles, le proposant réalisera une présentation synthétique des principaux gisements mobilisables en France pour la filière méthanisation, en se basant sur les études les plus récentes. Il précisera suivant la typologie des gisements, leurs pouvoirs méthanogènes et le potentiel (en TWh) de la filière biométhane.

Il identifiera les principaux facteurs limitants l'expression du pouvoir biométhanogène des entrants, ainsi que les causes physico-biochimiques associées (ex. biostabilité des entrants, défauts de formulation des intrants, mauvais choix des cosubstrats, défauts d'homogénéité, trop forte viscosité). Ainsi, par exemple, en formulation lorsque le rapport C/N des intrants est supérieur à sa limite haute ( $C/N \geq 30$ ), on pourra considérer que le choix des intrants n'a pas été bien évalué. L'optimisation de la composition en rapport C/N sera discutée et ses conséquences sur la formulation amont de l'intrant détaillées.

Les principaux agents inhibiteurs de la digestion anaérobie seront identifiés et quantifiés, pour chaque type de gisements.

Le proposant précisera les différentes actions correctives aux divers facteurs limitants identifiés, et ce, par un traitement de la charge en amont des digesteurs, en particulier pour rendre la fraction organique des intrants plus bioaccessible (ex. solubilisation, déviscosification). Pour cela, sera détaillé l'intérêt :

- des conditions de stockage (aérobie, anaérobie),
- des divers prétraitements mécaniques possibles (homogénéisation, broyage, dilacération, etc.),
- des séparations solide-liquide de type hydromécanique (filtres à bandes, presses, etc.),
- des prétraitements thermomécaniques et thermiques,
- des prétraitements chimiques (ex. ajouts de composés inorganiques en préparation de la charge),
- des prétraitements biologiques (ex. ajout d'enzymes)

Il précisera les contraintes réglementaires, en particulier pour des questions sanitaires, concernant l'introduction de matières animales dans la charge entrante et l'hygiénisation.

Les facteurs limitants, liés à des contraintes de coûts, seront également identifiés.

Pour traiter de ces aspects, le proposant réalisera une **synthèse bibliographique** (articles, résultats des programmes R&D réalisés en France depuis dix ans sur la méthanisation).

**Cette revue qui se voudra opérationnelle** portera sur l'analyse des risques associés à la diversité des gisements de biomasses, sur les techniques permettant de réduire les risques identifiés (composition, stockage et donc, conservation de leur potentiel méthanogène, techniques de préparation des matières avant injection dans le digesteur, ...), ainsi que sur les retours d'expériences associés.

D'autre part, une partie significative de l'étude sera consacrée aux **retours de terrains**. Une enquête et/ou des entretiens auprès des différents acteurs français de la filière (exploitants, constructeur/développeurs et experts scientifiques), pourront être réalisés afin d'actualiser et compléter les données et retours d'expériences. Ce travail auprès des différents acteurs est rendu nécessaire par le **peu de données de terrain disponibles dans la littérature**. L'analyse de ces retours visera à mieux appréhender les enjeux liés aux risques associés aux différents types de biomasses utilisées dans la production de biogaz, en précisant à chaque fois, les conditions de formulation et de stockage des charges entrantes, ainsi que de leur mise en œuvre en bioréacteur.

Le proposant pourra également constituer un **groupe d'experts**, afin de recueillir leurs avis sur le retour des acteurs de terrain et ainsi éventuellement compléter l'analyse.

Le proposant poursuivra son étude par l'intégration détaillée des données recueillies (synthèse entre les informations bibliographiques et issues du terrain), lui permettant de fournir un ensemble de recommandations aux acteurs de la filière. Ces recommandations porteront sur les principaux éléments-clés identifiés visant à maîtriser les différents risques de dysfonctionnement des méthaniseurs, tout en assurant les meilleures conditions d'expression du potentiel biométhanogène des intrants.

Il s'agira également d'effectuer une analyse critique des technologies proposées selon les caractéristiques intrinsèques des intrants, en particulier sur leur faisabilité *in situ*, tenant compte des aspects techniques et économiques.

A cette étape, la proposition d'un document complémentaire au rapport d'étude, autoporteur, rappelant les fondamentaux puis les recommandations serait un plus lors de l'évaluation des offres.

Cette analyse sera complétée par l'identification des actions de recherche à envisager, dans un futur proche.

*Les attentes de RECORD sur ce projet nécessitent une connaissance préalable de ce sujet ainsi que de fortes capacités d'investigations sur le terrain. Les compétences ad hoc et l'expérience devront être clairement montrées dans les réponses.*

### **Durée de l'étude**

15 à 18 mois

### **Cadre budgétaire**

35 000 euros hors taxes

### **Déroulement de l'étude et livrables exigés**

- **Déroulement d'une étude et procédures à suivre :**  
<https://www.record-net.org/deroulement-etude/>
- Il est à noter qu'en fin de projet, à l'issue des réunions de travail telles que décrites dans la page ci-dessus, l'équipe organisera une réunion de restitution d'une heure environ par web conférence

(système supporté par RECORD). Ce webinar aura pour but de présenter de manière didactique, les résultats détaillés de l'étude à l'ensemble des membres de RECORD et à toute personne que RECORD souhaitera convier.

- **Livrables**

- Au minimum, 1 rapport intermédiaire en français (rapport « rédigé », pas de rendu sous forme de Powerpoint),
- 1 rapport final en français (rapport « rédigé », pas de rendu sous forme de Powerpoint),
- 1 diaporama en français présentant de manière synthétique les principaux enseignements de l'étude (powerpoint d'une vingtaine de slides),
- 1 diaporama en anglais présentant de manière synthétique les principaux enseignements de l'étude (powerpoint d'une vingtaine de slides),
- 1 synthèse détaillée des travaux en français et en anglais (environ 3000 mots par langue),
- Animation d'un webinar (comme explicité ci-dessus).

*Des compléments d'information concernant ces livrables (modèles à suivre, diffusion, etc.) sont disponibles via le lien mentionné ci-dessus.*

### **Valorisation**

Si le contenu du travail réalisé le permet, l'équipe retenue sera tenue de participer, à la demande de RECORD, à des actions de valorisation des résultats acquis au terme de ce projet (publication, séminaire). La réponse à cet appel pourra intégrer un développement sur ce point (valorisation envisagée : oui / non, moyens de valorisation adaptés au sujet, etc.).

### **Dépôt des projets**

Les projets devront impérativement être présentés en utilisant le **formulaire** disponible sur le site de RECORD, à la page de parution des appels d'offre.

Les réponses sont à retourner pour le **vendredi 16 octobre 2020** dernier délai (date d'envoi du courriel et du dépôt sur le site).

Chaque dossier doit impérativement être fourni à la fois :

1/ Par dépôt à l'adresse suivante :

<https://record-net.org/appels-d-offres>

2/ Par courriel à l'adresse :

[contact@record-net.org](mailto:contact@record-net.org)

**Evaluation des réponses**

Au-delà de la conformité des réponses aux consignes mentionnées ci-dessus et au modèle de réponse demandé par RECORD, les principaux critères d'évaluation seront la qualité et l'argumentation de la réponse, les compétences de l'équipe candidate (expériences, publications, etc.), la qualité et la disponibilité du personnel mis à disposition pour la réalisation du projet.