

Toufiq
LAKSIOUER

Jodilys
AGBAHOUNGBA

Emilia
RINCON VILLA



UNIVERSITÉ
DE LORRAINE



MAÎTRISE DE LA BIO- MÉTHANISATION ET CONTRÔLE

7 octobre 2025

1

SOMMAIRE

1

Introduction

2

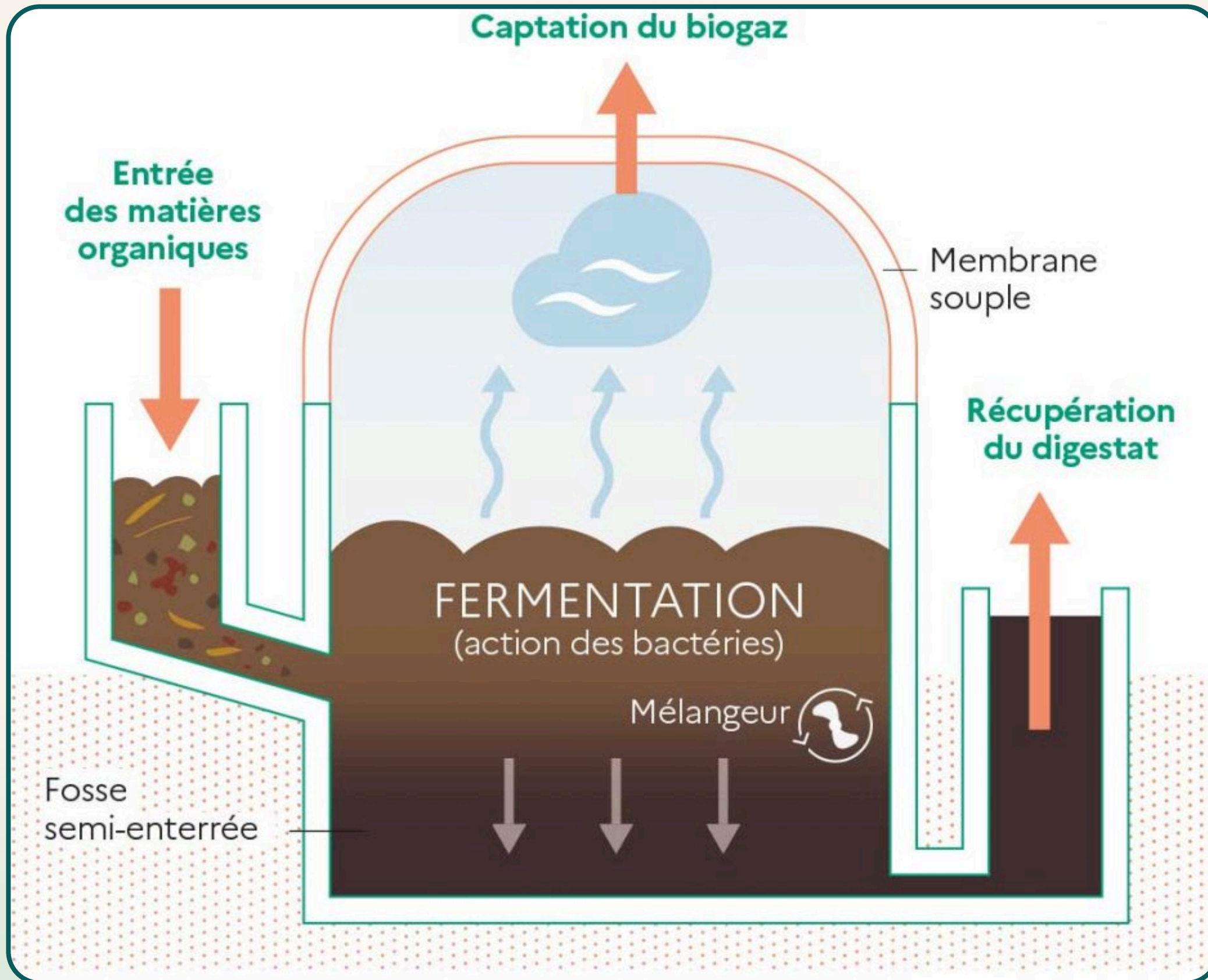
Points sensibles à maîtriser dans les installations de méthanisation

3

Dispositifs de contrôle des installations de méthanisation

4

Conclusion



INTRODUCTION

- 1 Procédé biologique de dégradation de la matière organique en absence d'oxygène
- 2 Valorisation des déchets organiques en énergie renouvelable (biogaz) et en fertilisant (digestat)
- 3 Cette technologie contribue à la décarbonation du secteur énergétique

ENJEUX

Environnementaux

- Réduction des GES
- Meilleure gestion des déchets organiques
- Amélioration du bilan carbon des exploitations

Économiques

- Diversification des revenus pour les agriculteurs
- Réduction des coûts liés au traitement de déchets
- Création d'emplois locaux

Techniques

- Optimisation des rendements énergétiques
- Maintien de la stabilité biologique du processus
- Sécurité des installations

Sociétaux et réglementaires

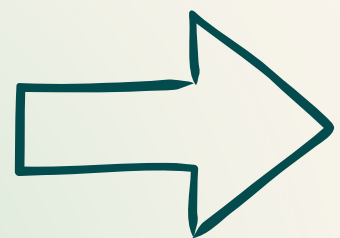
- Acceptabilité sociale
- Respect des normes environnementales
- Gestion des nuisances olfactives et des risques

PROBLÉMATIQUE

- 1 Vigilance constante et gestion rigoureuse pour garantir sa performance et sa durabilité
- 2 Essentiel de comprendre les points critiques de l'installation et les dispositifs de contrôle



<https://ccm2.ca/projets/centre-de-biomethanisation-de-la-matiere-organique/>



QUELS SONT LES POINTS SENSIBLES À MAÎTRISER DANS LES UNITÉS DE MÉTHANISATION ET QUELS DISPOSITIFS DE CONTRÔLE DOIVENT ÊTRE MIS EN OEUVRE POUR EN ASSURER LE BON FONCTIONNEMENT ?



Points sensibles à maîtriser dans les installations de méthanisation

LA GESTION DES INTRANTS

- Composition des intrants (déchets agricoles, résidus agro-alimentaires, biodéchets)
- Le taux de charge organique (TCO)
- Absence contaminants physiques (plastiques, métaux)
- Pour les biodéchets, phase d'hygiénisation pour détruire les pathogènes



LE PILOTAGE DU DIGESTEUR

1 Température

Températures dites mésophiles (35-40°C) ou thermophiles (50-60°C). Impact sur la vitesse de réaction microbienne

2 pH

pH du milieu doit rester neutre. Optimal pour les microorganismes méthanogènes. L'alcalinité (pouvoir tampon) compense la production d'acides organiques volatils (AOV)

3 Rapport C/N

Optimal de 20 à 30

- Si trop faible (<15), excès d'ammoniac → inhibition des bactéries.
- Si trop élevé (>35), manque d'azote → ralentissement de la digestion.

4 Mélange

Homogénéiser la température et le substrat. Un mauvais mixage favorise les poches de gaz, la stratification ou l'acidification locale



LE PILOTAGE DU DIGESTEUR

5 Teneur en matières sèches et matières organiques volatiles

MS (matières sèches) : influence la fluidité et le brassage.

- Trop de MS ($>15\%$) $\rightarrow$ risque de colmatage et mélange difficile.
- Trop peu ($<8\%$) $\rightarrow$ dilution, perte de rendement.

MOV (matières organiques volatiles) : fraction réellement biodégradable, indicateur de potentiel méthanogène.

6 Temps de séjour hydraulique (TSH)

Durée moyenne pendant laquelle la matière liquide reste dans le digesteur.

- 20–30 jours (mésophile),
- 15–20 jours (thermophile).

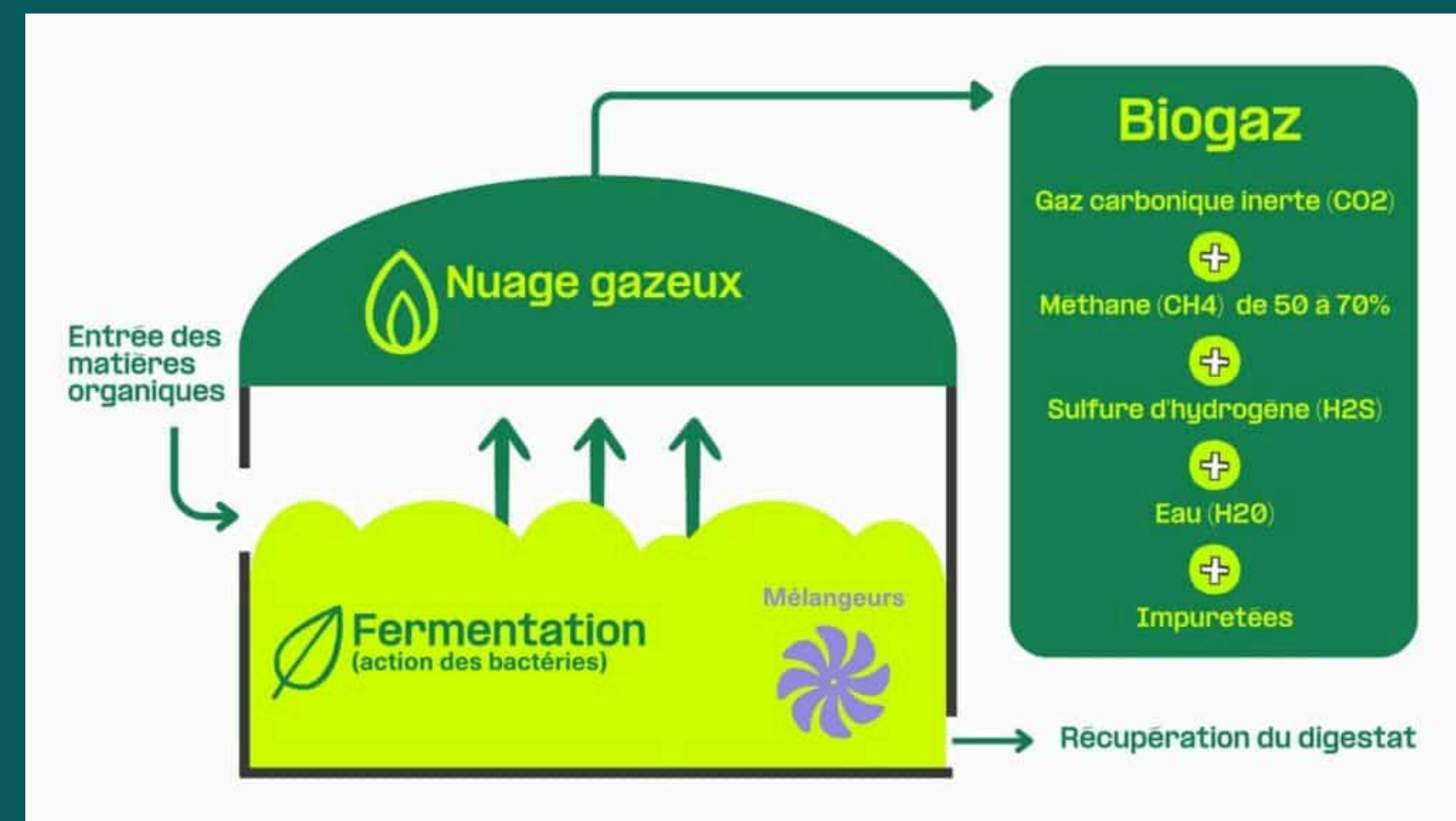
Si trop court $\rightarrow$ biodégradation incomplète.

Si trop long $\rightarrow$ accumulation de digestat inutile, baisse de rendement volumétrique.



GESTION DES PRODUITS FINIS : BIOGAZ ET DIGESTAT

- 1 La teneur en méthane (CH_4) doit être maximisée, tandis que des composés corrosifs comme le sulfure d'hydrogène (H_2S) doivent être éliminés
- 2 Le digestat, résidu de la méthanisation, doit être contrôlé pour s'assurer qu'il respecte les normes environnementales avant d'être valorisé en tant que fertilisant agricole.



<https://mieux-consommer.ilek.fr/energie-verte/biogaz/>



Les dispositifs de contrôle des installations de méthanisation

ÉTAPES DE SURVEILLANCE



Le contrôle de
l'alimentation



Le suivi de la
digestion



Le contrôle de la
production de
biogaz



Le suivi du
digestat

CONTRÔLE DE L'ALIMENTATION

- Analyse de la matière entrante : MS (Matière Sèche), MOV (Matière Organique Volatile)

Outil de contrôle : Balances de laboratoire, Étuves ou fours // 1-2 fois : an

- Carbone organique C

Outil de contrôle : Analyses au laboratoire // En continu

- Azote totale

Outil de contrôle : Analyses au laboratoire // En continu

- Détection des corps indésirables (plastiques, métaux, sable)

Outil de contrôle : Séparateurs magnétiques, Dégrilleurs / cribles

OBJECTIF: Garantir une alimentation régulière et adaptée au digesteur



SUIVI DE LA DIGESTION

- Température du digesteur : mésophile $\sim 37^{\circ}\text{C}$, thermophile $\sim 55^{\circ}\text{C}$.

Outil de contrôle : Sondes de type thermocouple // **Min 1 : jour**

- pH et potentiel rédox : équilibre du milieu

Outil de contrôle : sondes électrochimiques // **1 - 5x : semaine**

- rapport AGV/Alcalinité : indicateur de stabilité biologique

Outil de contrôle : sondes IR // **1 - 3 fois : semaine**

- Temps de séjour hydraulique (TSH) : régulation de l'alimentation

Outil de contrôle : Débitmètre // **Quotidien**

- Agitation et homogénéité

Outil de contrôle : capteurs de vitesse

OBJECTIFS:

Assurer la stabilité biologique du procédé

Éviter l'acidification (excès d'acides gras volatils)

Maintenir un environnement optimal pour les bactéries méthanogènes

CONTRÔLE DE LA PRODUCTION DU BIOGAZ

- la quantité : de biogaz produite

Outil de contrôle : Débitmètre de gaz // En continu

- la qualité : CH₄, CO₂, H₂S, O₂

Outil de contrôle : Analyseurs de composition // En continu

- la pression

Outil de contrôle : Capteurs de pression

- la sécurité :

Outil de contrôle : détecteurs de fuite de gaz (CH₄, H₂S) // En continu



OBJECTIF: Suivre la quantité/qualité du biogaz et assurer la sécurité

LE SUIVI DE DIGESTAT

- Analyses en laboratoire : MS (Matière Sèche), MV (Matière Volatile), (N, P, K)

Outil de contrôle : balance, étuves

- Contrôle sanitaire : recherche de pathogènes et métaux lourds

Outil de contrôle : Microscope, PCR en laboratoire

- Suivi qualitatif : odeurs, qualité agronomique

Outil de contrôle : capteurs d'odeur, impact sur le sol

- Traçabilité : respect des plans d'épandage réglementaires

Outil de contrôle : GPS, capteurs de débit sur épandeurs



OBJECTIF: Garantir une valorisation agronomique conforme aux normes

CONCLUSION

- Technologie prometteuse mais qui demande une gestion fine et rigoureuse
- Maîtriser le processus biologique, depuis la sélection des intrants jusqu'à la valorisation des produits finis, est essentiel pour assurer la rentabilité et la durabilité d'une installation
- Les nombreux dispositifs de contrôle, qu'ils soient automatisés ou manuels, constituent l'assurance d'un processus performant et sécurisé.



QUESTIONS

- 1 Quels indicateurs sont considérés comme les plus sensibles pour détecter un déséquilibre biologique ?
- 2 Quels capteurs sont installés sur le site et où (pH, température multipoint, débitmètres gaz/liquide, analyseurs $\text{CH}_4/\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$) ?
- 3 Quelles procédures appliquez-vous en cas de dérive du procédé (acidification, surcharge) ?
- 4 Quelles sont vos principales difficultés actuelles dans le pilotage du digesteur ?



[Home](#)

[About Us](#)

[Service](#)

[More](#)

**MERCI POUR
VOTRE ATTENTION**

SITOGRAFIE ET BIBLIOGRAPHIE

- INERIS. Guide Vers une méthanisation propre, sûre et durable – Recueil de bonnes pratiques en méthanisation agricole (2018). Vers une méthanisation sûre, propre et durable : recueil des bonnes pratiques. <https://www.ineris.fr/fr/guide-vers-methanisation-propre-sure-durable-recueil-bonnes-pratiques-methanisation-agricole>
- INERIS. (2008). Règles de sécurité des installations de méthanisation <https://www.ineris.fr/sites/default/files/contribution/Documents/guide-methanisation-def-1.pdf>
- Appels, L., Baeyens, J., Degreve, J., & Dewil, R. (2008). Principles and potential of the anaerobic digestion of waste. Renewable and Sustainable Energy Reviews / Bioresource Technology doi:10.1016/j.pecs.2008.06.002
- Ward, A. J., Hobbs, P. J., Holliman, P. J., & Jones, D. L. (2008). Optimisation of the anaerobic digestion of agricultural resources. Bioresource Technology, 99(17), 7928–7940. <https://doi.org/10.1016/j.biortech>.
- ADEME. (2017). Digestats de méthanisation : caractérisation, agronomie et impacts environnementaux. Angers : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie.
- ADEME. (2013). La méthanisation à la ferme : guide de bonnes pratiques. Angers : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie.
- IFIP – Institut du Porc. (2015). Méthanisation agricole et digestat : guide pratique. Paris : IFIP.
- Association Record, N. Pautremat, Y. Membrez, N. Montpart, A. Wellinger. Conditions de pilotage de la production de méthane dans les procédés de digestion anaérobie. n°17-0160/1A, RECORD. 2018, pp.67. ffhal-05072135f