

L 8509

PERFORMANCES TECHNICO-ECONOMIQUES D'INSTALLATIONS DE MÉTHANISATION DES LISIERS DE PORCS

Michèle HEDUIT, M.-A. THEOLEYRE

G.I.D.A.-I.T.P. - 149, rue de Bercy - 75595 PARIS CEDEX 12

La fermentation méthanique est un processus biologique de dégradation de la matière organique. Cette fermentation se déroule en milieu anaérobie et s'accompagne d'une production d'un mélange gazeux combustible ($\text{CO}_2 + \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{S}$) saturé en eau.

En 1981, l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie, l'ANVAR et le Ministère de l'Agriculture ont financé conjointement une consultation auprès des constructeurs susceptibles de proposer des installations de méthanisation adaptées aux exploitations agricoles. Le principe de rassembler les performances de ces fermenteurs a été acquis à ce moment.

La mise en place du suivi a donc été réalisée sur les sites retenus dans le cadre de cette consultation (23 installations) et étendu à des unités existantes n'ayant pas fait l'objet d'une aide publique. L'ensemble des opérations a porté sur 76 installations suivies par 23 correspondants régionaux responsables de la réalisation des enregistrements.

Compte tenu de certains retards de réalisation ainsi que d'ennuis technologiques, 26 installations ont permis d'obtenir des résultats pendant une période de fonctionnement en régime stationnaire de un an et plus.

Les résultats présentés ci-après correspondent à 9 installations de méthanisation réalisées sur un atelier de production porcine et traitant du lisier selon le procédé le plus répandu : le système continu mésophile infiniment mélangé plus un procédé contact. Leur date de réalisation s'échelonne entre 1980 et 1983 : 7 ont été conçues par un constructeur et 2 ont fait l'objet d'une autoconstruction.

I. Présentation du suivi

1. Protocole d'enregistrement

La collecte des résultats est établie selon un protocole unique dont l'objectif est de définir pour chaque installation :

- **Un bilan énergétique**

Le pourcentage de CH_4 dans le gaz est apprécié par différence avec le taux de CO_2 mesuré par des méthodes de terrain : colorimétrie ou absorption.

Les calculs sont conduits en considérant le pouvoir calorifique inférieur ⁽¹⁾ du méthane et en tenant compte des conditions de la mesure (température et pression), soit :

9,3 kWh/m³ (à 18 °C - pression atmosphérique).

Les volumes de gaz sont enregistrés dans des compteurs à soufflet, protégés par des pots de condensation. Ce comptage porte sur :

- le gaz produit,
- le gaz autoconsommé par le réchauffage de l'installation,
- le gaz valorisé sur l'exploitation en remplacement d'une autre source d'énergie.

Lorsqu'il y a lieu, l'électricité nécessaire au fonctionnement de l'installation ainsi que les apports de chaleur extérieure pour l'entretien de la température de fermentation sont mesurés.

• Un bilan matière

Le lisier introduit dans le digesteur ainsi que le lisier méthanisé sont caractérisés par plusieurs paramètres :

- M.S. : Matières Sèches déterminées à 105 °C,
- M. Org. : Matières Organiques déterminées par la perte au feu,
- N Kjeldhal comprenant l'azote organique et l'azote ammoniacal,
- N NH₄⁺ ou azote ammoniacal,
- DCO : Demande chimique en Oxygène qui est la quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation totale de la matière organique par un oxydant chimique.

La DCO totale est déterminée sur l'échantillon brut. La détermination de la DCO soluble sur la fraction liquide de l'échantillon brut centrifugé 2 000 tours/minute pendant 2 minutes a été substituée à la Demande Biochimique en Oxygène (DBO₅), paramètre peu fiable pour les effluents organiques chargés tels que les lisiers.

• Fiabilité technologique

La tenue du matériel et les incohérences technologiques font l'objet d'observations systématiques.

• Bilan économique

Le bilan économique a été établi pour chaque installation en prenant en compte l'investissement global, réactualisé en janvier 1985, et une durée d'amortissement de 10 ans sur l'ensemble du matériel.

Toute énergie produite ou consommée est exprimée en kWh.

Les bases d'équivalence considérées sont celles citées précédemment.

• Bilan main-d'œuvre

Les durées d'intervention sur l'installation ont parfois été consignées par l'exploitant, mais malheureusement, pas toujours de façon précise et exploitable. Nous ne disposons donc que d'informations globales qui permettent toutefois de noter que, pour la majorité des installations, 15 à 30 minutes par jour de maintenance sont suffisantes.

2. Organisation du suivi

Vu la dispersion géographique importante des installations suivies, il a été nécessaire de travailler en collaboration avec un correspondant local plus particulièrement chargé de la mise en

(1) Le P.C.I. d'un gaz correspond à la chaleur dégagée par la combustion de ce gaz, déduction faite de la chaleur de condensation de l'eau dégagée.

place du protocole. Ce technicien passe une fois par mois sur les exploitations pour prélever les échantillons, analyser le biogaz, enregistrer les volumes comptabilisés et contrôler leur cohérence avec les enregistrements journaliers. Par ailleurs, une discussion avec l'éleveur permet de relativiser et préciser certains événements.

Les intervenants appartiennent à divers organismes. Ainsi ont participé à ce suivi :

- 4 Instituts Techniques Agricoles,
- 9 Chambres d'Agriculture,
- 5 Etablissements d'Enseignement Supérieur Agricole,
- 3 Etablissements dépendant de l'Administration centrale ou départementale,
- 2 Associations locales.

II. Caractéristiques des Installations

Les exploitations considérées sont des naisseurs-engraisseurs et des engraisseurs.

• Installation 1

Effectif	250 truies et la suite
Production de lisier	15-18 m ³ /jour
Digesteur	170 m ³ dont 120 utiles
Stockage du gaz.....	45 m ³ dans digesteur
Utilisation	Chaudières pour les bâtiments d'élevage.

• Installation 2

Effectif	250 truies et la suite
Lisier traité.....	≈ 20 m ³ /jour
Digesteur	250 m ³ dont 220 utiles
Stockage du gaz.....	Gazomètre souple : 50 m ³
Utilisation	Chaudières pour les bâtiments d'élevage.

• Installation 3

Effectif	180 truies suitées + 430 porcs engraissement
Lisier traité.....	≈ 13 m ³ /jour
Digesto-gazomètre	150 m ³ utiles
Utilisation	Groupe électrogène Production d'électricité dans les bâtiments d'élevage Eau chaude pour digesteur.

• Installation 4

Effectif	2 000 porcs engraissement + 120 taurillons
Production lisier traité	≈ 25 m ³ /jour
Digesto-gazomètre	250 m ³ utiles
Utilisation	Groupe électrogène. Electricité utilisée pour turbines d'aération.

• **Installation 5**

Effectif	180 porcs engrais
Production lisier traité	1,5 m ³ /jour
Digesteur	30 m ³ utiles
Stockage du gaz.....	10 m ³ à 3,9 bars
Utilisation	Chaudière.

• **Installation 6**

Effectif	550 porcs à l'engrais
Lisier traité.....	1,5 m ³ /jour
Digesteur	30 m ³ utiles
Stockage du gaz.....	10 m ³ à 3,9 bars
Utilisation	Chaudière - Groupe électrogène.

• **Installation 7**

Effectif	300 porcs à l'engrais
Lisier traité.....	1,5 m ³ /jour
Digesteur	60 m ³ utiles
Stockage du gaz.....	40 m ³ en ballon souple
Utilisation	Chaudière - Radiants.

• **Installation 8**

Effectif	Néant
Production lisier traité	3 m ³ /jour
Digesteur	Volume utile : 3 × 30 m ³
Stockage du gaz.....	Ballon souple : 55 m ³
Utilisation	Chaudière Groupe électrogène.

• **Installation 9**

Effectif	1 000 porcs engrais
Production lisier traité	4 m ³ /jour
Digesteur	200 m ³
Stockage du gaz.....	30 m ³ à 3,9 bars
Utilisation	Groupe électrogène. Récupération d'eau chaude Electricité pour la fabrique d'aliment

III. Caractéristiques des lisiers traités

1. Composition physico-chimique

Le protocole de suivi prévoit la détermination de plusieurs paramètres. Dans le cadre de cet article, nous ne retiendrons que ceux ayant une action directe ou indirecte sur le déroulement de la méthanisation. L'ensemble des résultats est regroupé dans le tableau 1.

a) Précision des mesures

La grande dispersion des résultats pour un même site s'explique par la difficulté de procéder à un échantillonnage représentatif du lisier, compte tenu de la configuration des circuits. En outre, la composition du lisier est variable au cours du temps.

Ainsi, sur l'installation 5 qui a bénéficié d'un suivi systématique pendant un mois, on note les résultats suivants :

	Matière sèche (g/l)	Matière organique (g/l)
1 ^{er} jour	11	6,7
2 ^e jour	72	53,3
15 ^e jour	75	54,8
24 ^e jour	30	19,2
31 ^e jour	53	38,2

Les variations journalières de la qualité du lisier sur 1 mois sont du même ordre que celles observées à travers les 12 prélèvements du suivi technique. Ainsi pour la matière organique :

Matière organique en g/l :

Total suivi : n = 11

Moyenne = 31

Ecart-Type = 16,9

Prélèvements journaliers : n = 30

Moyenne = 33

Ecart-Type = 13,2

Les analyses entre installations sont comparables, car tous les laboratoires ont utilisé les mêmes méthodes normalisées AFNOR, pour lesquelles ils annoncent les précisions suivantes :

Matière Sèche.....	± 3 %
Matière organique.....	± 5 %
Azote Kjeldhal	± 5 %
DCO.....	± 10 %

b) Commentaire sur les résultats (Tableau 1)

L'analyse de variance effectuée sur la totalité des résultats (n = 73) montre qu'il y a une différence significative au seuil $\alpha = 0,05$ entre les installations pour le critère DCO sur le lisier brut.

$$F = 17,2 \gg F_{8,72} = 2,4$$

• Commentaires sur les installations N° 3, 8 et 9

N° 3 : La DCO de 22,2 g/l correspond à un lisier particulièrement dilué. En effet, il s'agit d'une station expérimentale où les lavages des bâtiments sont fréquents. Ainsi, le volume théorique de lisier produit pour ce type d'élevage, calculé par rapport aux animaux présents et à la quantité d'aliment distribuée, devrait être de 7 m³/jour. Il y a donc cohérence avec la concentration qui correspond à une dilution de moitié.

N° 8 : Le lisier est particulièrement concentré. Le propriétaire de l'unité biogaz n'est pas un éleveur : il se fournit chez un voisin. Il prélève le lisier sédimenté en fond de fosse, donc un produit souvent âgé.

N° 9 : Le lisier de l'installation 9 est issu d'un bâtiment de porcs à l'engrais évacué par raclage hors de la porcherie. Dans cet atelier, les animaux sont nourris avec un aliment fabriqué

à la ferme et distribué en soupe. La préfosse de collecte en bout de bâtiment est couverte : c'est donc un circuit court exempt de risques de décantation ou dilution extérieure.

TABLEAU 1
COMPOSITION DES DÉJECTIONS TRAITÉES

	n	Matière Sèche		Matière Organique		Azote Kjeldhal		D C O	
		Moyenne	C.V. %	Moyenne	C.V. %	Moyenne	C.V. %	Moyenne	C.V. %
1 Entrée Sortie	6	31,0 19,7	13 23	22,2 13,2	13 25,4	4,0 3,5	11,4 6,5	49,2 17,3	116,4 14,4
2 Entrée Sortie	7	38,0 19,1	21,6 7,1	28,4 13,3	23,0 7,4	3,4 3,0	11,2 5,0	43,6 17,6	18,6 8,3
3 Entrée Sortie	6	18,5 17,1	18 13	12,4 10,9	21 14	2,5 2,4	8,4 3,5	22,1 11,5	14 11
4 Entrée Sortie	6	26,6 25,9	16 16	20,4 17,1	18 17,5	2,5 2,6	4,6 8	37,8 24,6	5 10
5 Entrée Sortie	11	45,3 30,2	16 9	31,0 18,0	15 10	3,7 3,8	9 7	46,7 27,1	18 10
6 Entrée Sortie	11	57,8 40,8	5 3,5	39,8 24,4	6 6	4,9 4,8	8 5	63,5 38,6	7 9
7 Entrée Sortie	12	46,5 26,0	32 15	32,1 18,1	30 16	3,8 3,4	12 7	49,5 28,2	20,2 9,7
8 Entrée Sortie	16	119,8 82,6	5,7 6,6	83,3 54,9	5,8 6,5	5,8 5,0	3,9 3,9	128,2 89,5	6,4 7,4
9 Entrée Sortie	9	72,8 77,9	20,2 15,3	51,4 51,5	18,7 15,1	5,0 4,6	11,1 4,0	98,3 83,5	15,9 21,1
MOYENNE		51,3		35,75		3,9		49,7	

Rapports Moyens : Matière Organique/Azote : 8,5 $\begin{matrix} \nearrow 4,9 \\ \searrow 14,4 \end{matrix}$
 DCO/Azote : 14,6 $\begin{matrix} \nearrow 8,8 \\ \searrow 22,1 \end{matrix}$

• **Commentaires sur les autres installations**

Les lisiers des 6 autres installations ne présentent pas de différences significatives dans leur composition. Ils correspondent à une alimentation sèche avec abreuvoirs (J.R.P. 1977). Les circuits d'évacuation et de reprise sont souvent longs avec des risques de décantation dans les caniveaux et les préfosses.

Dans ce groupe, il faut isoler 1 et 2 qui sont des élevages naisseurs-engraisseurs et pour lesquels les compositions sont identiques.

III. Les Performances observées

Les résultats présentés dans le tableau 2 correspondent à la moyenne du suivi obtenue à partir des moyennes mensuelles enregistrées.

TABLEAU 2
PRODUCTION DE GAZ

N° instal- lation	DCO (g/l)		T.R.H.	θ F.(°C) Moyenne	% CH ₄	Vol/m ³ j ⁻¹		Vol/m ³ Lisier int.		Vol/kg DCO	Vol/kg M.Org.
	Moyenne	C.V. %				Moyenne	C.V. %	Moyenne	C.V. %	Moyenne	Moyenne
1	49,2	16,4	8,5	36	73	1,22	13	10,3	11	0,20	0,45
2	43,6	18,6	11	34	71	1,3	3,6	14,4	3,6	0,33	0,5
3	22,1	13,6	12	33	72	0,5	2	5,6	6,6	0,26	0,45
4	37,9	5,4	10	35	65	1,0	5,5	10,2	5,3	0,27	0,50
5	55,6	18	14	35	71	0,7	6,5	9,3	7,3	0,20	0,30
6	63,5	7,1	14	35	69	0,8	6	11,2	4,7	0,18	0,28
7	49,5	20	20	33	65	0,4	18,4	7,6	15	0,15	0,28
8	128,2	6,4	27	27	65	0,7	12	17,1	9,7	0,13	0,21
9	98,3	16	48	30	64	0,6	5,2	29,1	5	0,30	0,57

T.R.H. : Temps de Rétention Hydraulique

θ F. : Température de Fermentation

Vol/m³ j⁻¹ : m³ de biogaz par m³ de digesteur par jour

Vol/kg DCO : m³ de biogaz par kg de DCO introduite.

La production de gaz est dépendante de la température de fermentation, du temps de rétention ainsi que de la qualité du lisier. Le volume produit est assez constant pour une installation, mais des fluctuations de $\pm 10\%$ de la valeur moyenne sont observées même en régime stationnaire.

1. Productivité du réacteur

Le volume de biogaz/volume de réacteur/jour est le critère le plus sûr pour lequel on estime l'erreur inférieure à 5 % correspondant à l'erreur sur la mesure du gaz produit.

Les différences observées entre les installations sur ce critère sont très significatives. Les paramètres de fermentation respectifs expliquent en partie ces différences.

L'installation 3 a une production moitié moindre de celle de l'installation 4, mais il faut noter que la concentration du lisier varie dans le même sens. Ces deux installations fonctionnent suivant le même procédé et dans les deux cas, le gaz produit par kg de matière organique introduite est identique.

Sur les sites 5 et 6 : la faible productivité est expliquée par le temps de rétention hydraulique plus long et par un lisier dont les potentialités de production semblent inférieures (0,18 et 0,20 m³ biogaz/kg DCO introduit en 14 jours).

L'effet « temps de rétention hydraulique » est encore plus marqué pour les lisiers 7, 8 et 9 pour lesquels la productivité du réacteur se situe entre 0,4 et 0,7.

2. Productivité biologique (Tableaux 2 et 3)

La production de biogaz par m³ de lisier traité obtenue sur l'installation N° 9 s'explique par la concentration en matière organique élevée du lisier et le temps de rétention important.

L'association des deux paramètres de fermentation principaux : temps de rétention hydraulique et température est optimisée pour l'installation N° 8. Cependant, le lisier traité est souvent âgé, ce qui peut expliquer les faibles productions par rapport à la matière organique introduite.

L'installation N° 7 est volontairement conduite de manière très irrégulière : il s'agit de méthaniser le lisier de porcs élevés en bande unique cycliques, avec les inconvénients suivants :

- charge volumique variable,
- utilisation d'un aliment médicamenteux en début de bande,
- lisier âgé stocké sous les bâtiments : ce système de collecte est préjudiciable à une bonne fermentation méthanique à cause de la variation plus marquée de la composition du lisier (coefficient de variation très élevé : 30 % pour la matière organique et 20 % pour la DCO) et d'un épuisement du substrat avant méthanisation.

L'analyse de variance met en évidence une différence significative pour les critères de gaz produit, entre les installations 1, 2, 4, 5 et 6.

Mais, compte tenu du protocole mis en place, il n'est pas possible de dissocier un effet qualité des lisiers d'un éventuel effet process. En s'appuyant sur des résultats de pilotes conduits de même façon, on espère expliquer certaines déviations des unités grandeur réelle.

3. Potentialité des systèmes

Ce suivi a toujours porté sur la première année de fonctionnement de digesteurs prototypes, année pendant laquelle certains incidents sont survenus.

Les principaux problèmes technologiques rencontrés sur les installations de biogaz se situent au niveau des circuits lisier. En l'absence de normes plus précises sur l'hydraulique de ces produits, ils sont résolus par les précautions suivantes :

- surdimensionnement de canalisations et pompes,
- circuits courts et simples,
- utilisation de coudes à grands rayons de courbures ou raccords souples.

Les irrégularités de fonctionnement peuvent être l'expression des problèmes technologiques apparus et résolus durant notre campagne de mesures. Afin de juger les installations, il est intéressant de se pencher sur les meilleurs résultats obtenus en périodes de fonctionnement stabilisé (tableau 3).

La différence entre les performances de la meilleure période et la moyenne du suivi pour les installations 2 et 4 est faible ; il s'agit d'installations très fiables qui ont pu être alimentées très régulièrement.

Pour l'installation N° 1, les résultats obtenus sur 70 jours consécutifs sont très intéressants. Ils correspondent à une période de fonctionnement régulier, après modification du circuit hydraulique, permettant d'exprimer l'effet du procédé contact sans qu'il soit masqué par des problèmes de tuyaux.

Sur l'installation N° 8, les bons résultats obtenus au tout début du suivi n'ont jamais pu être reproduits. Il semblerait que la qualité du lisier soit différente, mais l'exploitant ne maîtrisant

pas l'élevage, il est difficile de retrouver une explication satisfaisante à ce phénomène même si plusieurs hypothèses ont pu être émises.

TABLEAU 3
PERFORMANCES OBTENUES EN PÉRIODE DE FONCTIONNEMENT STABILISÉ

Installat.	T.R.H.	θ °C	m ³ /Vol.D	m ³ /m ³ Lis.	Durée (j)
1	7,7	36	1,9	14,3	69
2	11	33	1,4	15,3	120
3	11,4	39	0,57	6,6	46
4	10	37	1,2	12,2	91
5	11	35	0,9	9,3	35
6	12	35	1	12,7	59
7	29	33	0,56	11	41
8	23	26	1	21,2	65
9	43	32	0,75	32,5	56

4. Bilans énergétiques

CONSOMMATION D'ÉNERGIE EN % DE LA PRODUCTION

Installations	Réchauffage %			Disp./V.J. (hors Fonct. Elect.)
	Hiver	Été	Moyenne Annuelle	
1	50	43	49	0,62
2	46	38	47	0,69
3	79	64	77	0,12
5	57	44	59	0,29
6	53	42	56	0,35
8	42	21	37	0,44
9	25	15	23	0,46

Il apparaît que la consommation d'énergie nécessaire au chauffage des digesteurs est très importante : environ 40-50 %. Cette autoconsommation est encore plus forte pour l'installation N° 3, qui traite un lisier à 20 g/l de DCO et faible pour les installations 8 et 9 qui bénéficient de lisiers à forte concentration.

Par comparaison avec l'énergie théorique nécessaire pour monter la température du lisier, nous avons pu vérifier que le réchauffage du lisier représente 80 % de la dépense totale de chauffage et 20 % seulement sont nécessaires au maintien en température du digesteur.

5. Valorisation du gaz

La saturation en eau et la présence de CO₂ et H₂S rendent le biogaz issu de la méthanisation du lisier de porc très corrosif. Sa composition est la suivante :

0,2 à 0,5 % H₂S
2 à 3 % H₂O
25 à 25 % CO₂
73 à 63 % CH₄

La condensation de l'eau en sortie de digesteur permet d'atténuer considérablement cette corrosion dans les canalisations métalliques (Cu et acier) et dans les appareils de combustion.

Production d'eau chaude

L'utilisation du biogaz ne pose pas de problèmes dans les chaudières fontes à brûleurs à air pulsé et les rendements des chaudières mesurés sur P.C.I. sont très bons : supérieurs à 80 %.

L'utilisation dans des radiants peut également se pratiquer sans une épuration préalable du biogaz.

Par contre, les corps de chauffe en cuivre étamé des chaudières murales ordinaires sont très sensibles à la corrosion et sont à proscrire en l'absence d'épuration. Sur l'installation N° 1, l'utilisation de ce type de matériel non adapté a limité la valorisation du biogaz pendant l'hiver au point que la consommation de gaz pour le chauffage des porcheries s'est révélée supérieure en été.

Production d'électricité

Les groupes électrogènes contrôlés sont munis d'un dispositif permettant de récupérer la chaleur sur le circuit de refroidissement du moteur. Lorsque la consommation d'électricité permet le fonctionnement à pleine charge de l'alternateur, le rendement observé est conforme aux données du constructeur.

Rendement électrique \approx 25 %

Rendement chaleur \approx 65 %

L'utilisation en sous-charge de ce type de matériel se traduit par une perte de rendement électrique importante.

Ainsi, sur deux installations équipées de mêmes groupes électrogènes, on obtient respectivement 0,17 et 0,23 de rendement électrique calculé par rapport au P.C.I. du gaz brûlé. De fait, le groupe de la première installation est surdimensionné par rapport à la puissance électrique demandée.

6. Bilan Economique

Le critère retenu est le temps de retour (T.R.). Il est calculé à partir du montant de l'investissement rapporté à l'économie annuelle d'énergie permise.

Les investissements mentionnés comprennent les aménagements et les matériels nécessaires à l'utilisation du gaz.

I = Investissements H.T.

F = Frais de fonctionnement électrique H.T. au tarif moyen heure pleine, heure creuse, basse tension : 0,35 F/kWh.

E = Economie en kWh pondérée par les tarifs des vecteurs déplacés.

F.O.D. = 0,27 F/kWh
électricité = 0,45 F/kWh

$$T.R. = \frac{I}{E - F}$$

Suivant le site et la filière choisie pour valoriser le biogaz, tout le gaz disponible peut ne pas être utilisé. Nous distinguerons donc l'énergie disponible après autoconsommation d'une

partie de la production pour le chauffage du fermenteur et l'énergie valorisée en substitution d'un vecteur énergétique acheté. Sur l'installation N° 8, une partie de l'électricité produite est revendue à l'E.D.F.

Le calcul du temps de retour sur le gaz disponible permet de caractériser l'installation de méthanisation ; sur le gaz valorisé, il permet de juger globalement la cohérence de la chaîne de production et d'utilisation de l'énergie sur un site particulier.

Les mêmes calculs sont effectués pour l'installation à partir des résultats des meilleures périodes de fonctionnement afin de juger les potentialités des systèmes proposés lorsque aucun problème technologique ne perturbe l'alimentation du digesteur ou la valorisation du biogaz. Ces calculs ne portent que sur l'énergie produite.

TABLEAU 4
TEMPS DE RETOUR DE L'INVESTISSEMENT (ANNÉE)

Installation	Investissement H.T.	Moyenne du suivi		Meilleure période	
		Disponible	Valorisé	Disponible	Valorisé
1	550 000,00	10,2	18,2	5,8	13
2	440 000,00	4,7	8,3	4,9	8,2
4	610 000,00	10,9	10,9	9,2	9,2
8	250 000,00	12,3	12,3	5,6	5,6
9	250 000,00	5,3	5,3	3	3
3	450 000,00		44		
5	225 000,00		63		

Installation N° 4 :

Les besoins en électricité pour le fonctionnement de deux turbines d'aération du lisier absorbent la totalité de l'électricité dans de bonnes conditions (rendement = 23 %).

Sur les sites 1 et 2, la différence entre disponible et valorisé s'explique par l'utilisation saisonnière du gaz.

Les installations 8 et 9 ont été réalisées en autoconstruction partielle, ce qui explique leurs faibles investissements comparés aux autres unités. Dans les deux cas, il a été impossible de chiffrer la main-d'œuvre de l'exploitant.

Les résultats économiques de l'installation N° 3 fait apparaître de façon cruelle les conséquences d'un lisier trop dilué (à comparer avec l'installation n° 4 fonctionnant selon le même schéma).

Le dernier met en évidence que l'effet d'échelle est très important : 225 000,00 F pour 30 m³ de digesteur alors que l'installation N° 2 seulement deux fois plus chère, correspond à un digesteur sept fois plus grand.

Ces résultats sont encourageants dans la mesure où l'on peut considérer que l'on approche, pour des réalisations prototypes de la rentabilité économique.

Lorsqu'elles sont « en régime », le fonctionnement de ces installations ne nécessite pas de travail important de l'ordre d'une demi-heure par jour en moyenne.

La méthanisation permet, par ailleurs, une excellente désodorisation des lisiers. Sur les installations 9 et 4, elles s'inscrivent dans une chaîne complète d'épuration, pour les installations 1

et 4, la désodorisation a été le facteur primordial dans la motivation des exploitants. Pour tenir compte de cet aspect, nous avons retenu un coût forfaitaire de 5,00 F/m³ de lisier traité. Ce chiffre est inférieur au coût réel d'une désodorisation équivalente par un procédé d'aération, mais cependant plus proche du prix que sont prêts à payer les éleveurs pour un traitement de lisier. Dans ce cas, lorsque l'on ajoute ce prix de désodorisation à l'économie réalisée sur la facture énergétique, les temps de retours deviennent :

N° 1 : 9,2 ans au lieu de 18,2.

N° 2 : 4,9 ans au lieu de 8,3.

N° 4 : 6 ans au lieu de 11.

Par ailleurs, la méthanisation n'affecte pas la concentration en azote du lisier : en l'absence de renseignements plus précis, quant à l'efficacité agronomique du lisier méthanisé, on peut considérer que ce dernier conserve sa valeur fertilisante.

Conclusion

Sans être la technique à préconiser systématiquement, la méthanisation peut s'inscrire dans une chaîne de traitement des lisiers et de production d'énergie.

Ces premiers résultats sont obtenus sur des installations prototypes :

— des constructeurs n'ont pas toujours pu optimiser le choix du site pour la valorisation d'énergie,

— des problèmes technologiques à ce jour résolus ont pu limiter dans des proportions importantes les performances au cours de la première année de fonctionnement.

Il ressort de cette campagne de mesures que :

1) Les conditions de la rentabilité de ce type d'investissement sont telles qu'une étude préalable très soignée est indispensable.

Elle devra porter les points suivants :

— examen des économies réalisables sur les factures d'énergie et de désodorisation,

— appréciation des risques de vieillissement, de décantation et de dilution des lisiers en amont des digesteurs : en dessous de 20 g/l de DCO, l'énergie produite est à peine suffisante au maintien en température du système.

2) Il existe sur le marché des constructeurs maîtrisant la technique et pouvant proposer des matériels fiables, à des prix acceptables pour les volumes importants.