

# Maximiser l'autonomie en énergie des exploitations via la couverture de fosse : capter et valoriser le méthane au stockage grâce à la méthanisation passive

Accompagnement et suivi de 4 éleveurs porcins bretons ayant choisi de s'équiper de méthanisations passives type « Nénufar »

Anne-Sophie Langlois - Chambre d'agriculture de Bretagne. Mai 2024

**E**n autoconsommation, la méthanisation passive permet de réaliser jusqu'à 80% d'économies d'énergie sur le poste chauffage (PS + maternité) en conditions optimisées. Une configuration adéquate de l'exploitation permet d'optimiser le fonctionnement du procédé : taille de la fosse suffisamment grande par rapport à la taille de l'élevage, fosse pas trop éloignée des bâtiments d'élevage, possibilité d'apporter du lisier frais régulièrement tout au long de l'année. Lorsque ces conditions sont réunies, le temps de retour sur investissement est d'environ 6 ans par rapport à un système de chauffage tout électrique. Trois élevages porcins équipés de ce système ont été suivis par la Chambre d'agriculture de Bretagne entre 2018 et 2020. Des bilans techniques, économiques et environnementaux ont été dressés.

## Introduction

La méthanisation passive se développe depuis quelques années en France. Elle consiste en une couverture de fosse flottant à la surface des effluents liquides dans les fosses de stockage existantes et capable de récupérer le biogaz naturellement émis à température ambiante. Les intérêts et la faisabilité de ce procédé ont déjà été testés en station expérimentale (Toudic et al., 2018). Lorsqu'il est valorisé sous forme d'eau chaude, le biogaz permet de réaliser jusqu'à 80% d'économies d'énergie sur le poste chauffage (maternité + post-sevrage) en conditions de fonctionnement optimisées. Des apports de lisier frais et fréquents, un climat tempéré et une fosse enterrée ou semi-enterrée ont déjà été identifiés comme étant des facteurs d'optimisation. Dans ces conditions, l'activité des bactéries est maintenue, notamment en hiver quand les températures du lisier chutent et que les besoins en chauffage augmentent. Le temps de retour sur investissement est alors estimé entre 7 et 8 ans par rapport à un chauffage tout électrique.



Photo 1 : La méthanisation passive consiste en une couverture de fosse captant le biogaz naturellement émis au stockage des effluents.

Pour faire suite à ces premiers résultats expérimentaux, la Chambre d'agriculture de Bretagne a suivi, entre 2018 et 2021, trois élevages de porc bretons ayant choisi de mettre en place des procédés de méthanisation passive sur leurs exploitations entre 2018 et 2021. L'objectif était de faire ressortir et de préciser les facteurs de réussite et de rentabilité et les bénéfices environnementaux à travers l'étude de cas concrets.

Un 1<sup>er</sup> test concluant à la station expérimentale de Guernévez a montré que la méthanisation passive permettait de réaliser jusqu'à 80% d'économies d'énergie sur le chauffage de la maternité et du PS. Suite à ces 1<sup>ers</sup> résultats, la Chambre d'agriculture de Bretagne a suivi 3 élevages porcins bretons ayant décidé de s'équiper de méthanisation passive pour valider le procédé en élevages commerciaux.

## 1. Principe de fonctionnement

### 1.1. Principe

Une couverture de fosse étanche posée à la surface des effluents de la fosse de stockage existante capte le biogaz émis par l'effluent. Contrairement à la méthanisation classique mésophile, l'objectif de la méthanisation passive est de valoriser l'existant sans chercher à maximiser la production de biogaz. La fosse n'est pas chauffée et seul un minimum d'agitation est requis (Figure 1). Une population de bactéries dites psychrophiles capables de produire du biogaz sur de larges gammes de température se développe. La production de méthane est bien moindre qu'en méthanisation mésophile pour un temps de séjour plus long. L'investissement est également moindre et le mode de valorisation sera différent. Lorsque la production de méthane ne suffit pas à couvrir les besoins, un complément de propane permet généralement de prendre le relais.

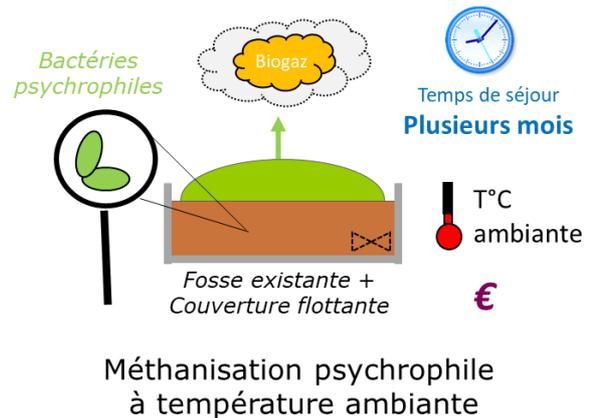
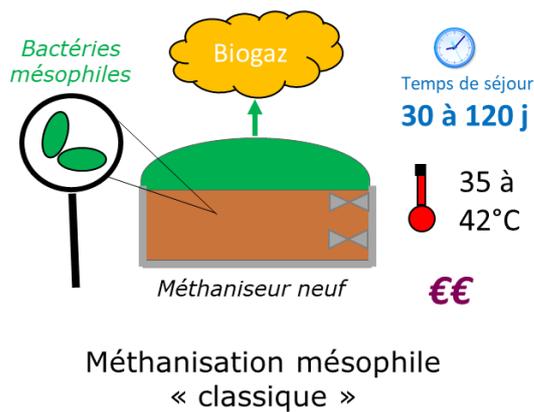


Figure 1 – Comparaison de la méthanisation passive avec la méthanisation mésophile

## 1.2. Intérêts et applications

La méthanisation passive présente les mêmes atouts qu'une couverture de fosse souple classique. Elle réduit les odeurs au stockage. Elle évite en partie le stockage et l'épandage des eaux de pluie et diminue aussi les émissions d'ammoniac au stockage, tout en augmentant le pouvoir fertilisant de l'effluent épandu. Elle présente aussi des atouts spécifiques. Le biogaz capté peut être brûlé par une chaudière dans l'objectif de produire de l'eau chaude et chauffer les bâtiments d'élevage. La rentabilité provient alors des économies d'énergie réalisées sur la facture de chauffage. Placée sur une fosse de stockage de lisier ou de digestat en amont ou en aval d'un digesteur mésophile, le biogaz capté est envoyé vers le système de valorisation existant. Dans ce cas, la rentabilité provient de l'augmentation de la recette de revente d'énergie.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Etat des lieux des pratiques de gestion des effluents

L'objectif était de suivre les différentes étapes des travaux, d'identifier les éventuelles contraintes techniques et les conditions de réussite de mise en route de l'installation. Un questionnaire permettant de dresser l'état des lieux des pratiques de gestion des effluents a été rempli avec chaque éleveur. Il comportait 5 rubriques à renseigner pour identifier d'éventuelles pistes d'optimisation de l'installation de méthanisation passive et réaliser les bilans techniques, économiques et environnementaux :

- Caractéristiques générales de l'exploitation
- Objectif de la méthanisation passive/description du poste énergie de l'exploitation
- Description de la fosse
- Description et coût de l'installation de méthanisation passive

Une installation supplémentaire associant méthanisation passive et station de traitement biologique du lisier a été visitée une fois. Les consommations de biogaz et de propane annuelles recueillies sont également présentées dans cet article.

### 2.2. Suivi de la production de biogaz

Les compteurs de temps de fonctionnement du surpresseur qui envoie le biogaz vers l'unité de valorisation (chaudière ou moteur de cogénération) ont permis aux éleveurs de relever les consommations de biogaz et du complément de propane ou de fioul. Les résultats des analyses de biogaz réalisées par les éleveurs ont aussi été récupérés dans l'objectif de réaliser les bilans techniques, économiques et environnementaux. Les incidents techniques et les diverses observations des éleveurs ont aussi été partagés lors des échanges téléphoniques et des visites de chantier.

### 2.3. Réalisation des bilans techniques, économiques et environnementaux

Les bilans comportent 9 rubriques :

- Objectifs initiaux
- Présentation générale de l'élevage
- Estimation des besoins en chauffage
- Description de l'installation de méthanisation passive
- Apports d'effluents dans la fosse : Les volumes apportés ont été estimés à partir des références de l'IFIP (Levasseur et al., 2019).
- Valorisation du biogaz : Cette partie regroupe différents indicateurs : la consommation de biogaz et l'énergie thermique valorisée annuelles, les productions de méthane et de biogaz journalières, la composition moyenne en méthane du biogaz et une représentation graphique des variations annuelles de cette composition lorsque suffisamment d'analyses ont été réalisées. Ce graphique montre les éventuelles fluctuations saisonnières de biogaz et met en évidence,

le cas échéant, d'éventuels incidents techniques ponctuels.

- Production d'eau chaude : La répartition des différentes sources d'énergie est représentée annuellement et mois par mois en fonction de la température extérieure locale. Le taux de couverture des besoins en chauffage par rapport aux besoins théoriques est regardé mois par mois.
- Temps de retour sur investissement : Le temps de retour sur investissement est estimé par rapport à un scénario de référence de chauffage en tout électrique.
- Bilan technique : Difficultés rencontrées à la mise en route, au fonctionnement en routine, temps de suivi,...

### 3. Résultats

#### 3.1. Description et état des lieux des pratiques de gestion des effluents des installations porcines :

##### *Elevage 1 :*

L'« élevage 1 » est un élevage naisseur-engraisseur partiel de 300 truies. La méthanisation passive flotte sur une fosse enterrée de 1 200 m<sup>3</sup>. L'eau chaude produite par la chaudière bi-gaz de 70 kW sert à chauffer les 1 300 places de post-sevrage et 10 places de maternité. Une cuve de propane prend le relai lorsque le lisier de la fosse ne produit plus assez de méthane. La fosse est uniquement alimentée par le lisier des 1 999 places d'engraissement, plus méthanogène que le lisier de truies ou de porcelets. Les apports de lisier ont lieu deux fois par mois en hiver et une fois par mois le reste de l'année. Le trop-plein de lisier de cette fosse est pompé vers une deuxième fosse de 1 000 m<sup>3</sup> à proximité. Ainsi la fosse équipée de méthanisation passive peut recevoir régulièrement du lisier frais tout au long de l'année.

##### *Elevage 2 :*

L'« élevage 2 » est un élevage de 420 truies naisseur-engraisseur partiel, où 20% des porcs sont engraisés à façon. La couverture de méthanisation passive flotte sur sa fosse enterrée de 2 400 m<sup>3</sup>. Le biogaz sert à chauffer les 1 800 places de post-sevrage de cet élevage. Une cuve de propane prend le relai lorsque le lisier de la fosse ne produit plus assez de méthane.



Photo 2 – Container renfermant les équipements de pilotage et de valorisation du biogaz : chaudière bi-gaz, ballon d'eau chaude et armoire électrique

##### *Elevage 3 :*

L'« élevage 3 » correspond à un élevage naisseur-engraisseur multiplicateur de 600 truies. La couverture de méthanisation passive est installée sur une fosse aérienne de 1 800 m<sup>3</sup> en amont d'une unité de traitement biologique de lisier. La chaudière de 120 kWh permet de produire l'eau chaude destinée à chauffer les 2 528 places de post-sevrage et des 98 places de maternité de l'élevage. Une cuve de propane prend le relai lorsque le lisier de la fosse ne produit plus assez de méthane. Pour cet élevage, seule une visite a été faite pour établir le bilan environnemental.

##### *Elevage 4 :*

La méthanisation passive de l'« élevage 4 » a été placée sur une fosse semi-enterrée de 500 m<sup>3</sup> positionnée en amont d'un digesteur mésophile. L'ensemble du lisier mixte de l'élevage de 350 truies naisseur engraisseur y transite avant d'être envoyé vers le digesteur mésophile. Le biogaz capté est valorisé par cogénération.

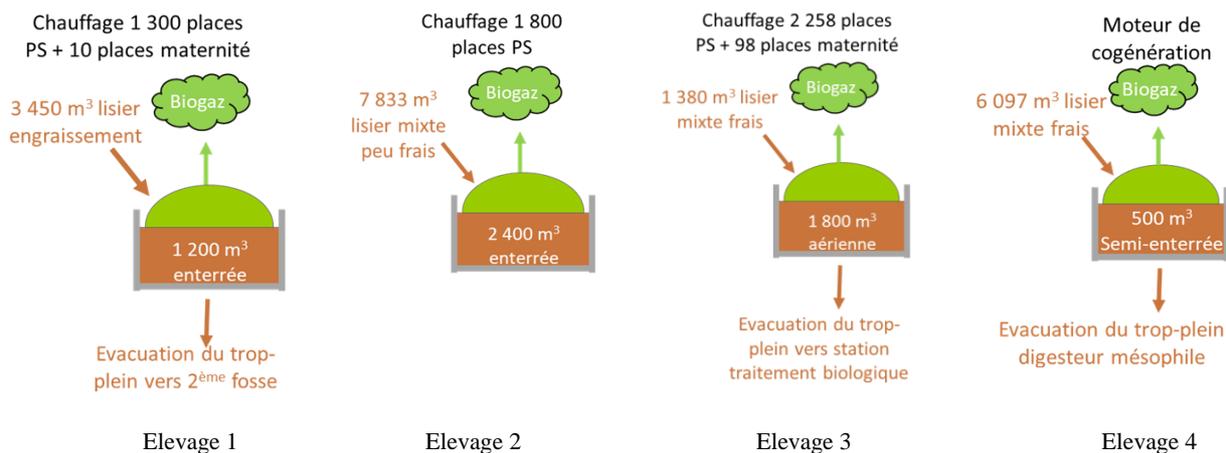


Figure 2 : Description des installations de couverture de fosse captant le biogaz dans les élevages porcins

### 3.2. Bilans environnementaux :

#### Elevage 1 :



Figure 3 : Taux de méthane dans le biogaz après filtre à charbon actif - 70 mesures/an

D'après la figure 3, le taux de méthane dans le biogaz est resté relativement stable à l'année (57,2 % en moyenne), hormis durant la période estivale et à la fin du mois de mars, suite à des problèmes de réglage du capteur de tension.

D'après le bilan annuel, 78% des besoins en eau chaude ont été couverts par le biogaz (117 572 kWh) et 22% par le propane (37 039 kWh). La consommation de méthane suit l'évolution des températures extérieures. La période critique correspond à la période hivernale, lorsque les températures extérieures baissent, diminuant de fait l'activité des bactéries (Figure 4).

A partir de l'été 2019, la température de consigne du post-sevrage a été augmentée d'un degré afin d'améliorer les conditions d'ambiance. Cela se traduit par des besoins en chaleur réels supérieurs aux besoins théoriques estimés sur la base de l'étude IFIP (2008) (Figure 4). Cela pourrait s'expliquer par des conditions d'ambiance différentes de celles considérées dans l'étude de l'IFIP, par exemple une température de consigne de chauffage plus élevée, un chauffage

continu lors du vide sanitaire,... Une dérive naturelle du capteur de tension responsable du déclenchement du surpresseur a toutefois provoqué une augmentation de la consommation de propane en été. D'après ces résultats, la méthanisation passive couvre 100 % des besoins théoriques en chauffage hors équipements de réduction des consommations d'énergie de 1 300 places de post-sevrage et 10 places de maternité (IFIP, 2008). Par rapport à ces mêmes références, elle couvrirait 94 % des besoins théoriques en chauffage de 1 300 places de post-sevrage et de 52 places de maternité, soient la totalité des besoins en eau chaude de ces deux stades.

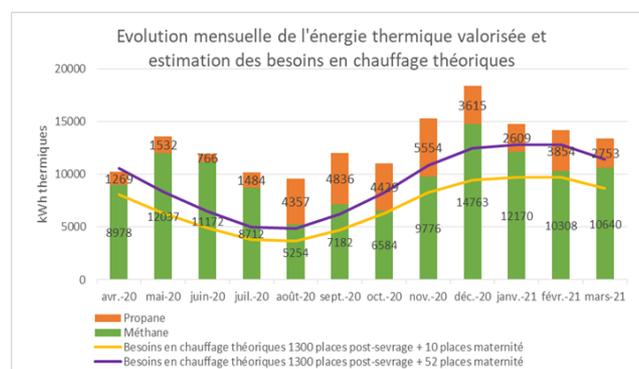


Figure 4 - Production d'eau chaude et besoins en chauffage théoriques : Répartition des sources d'énergie entre avril 2020 et mars 2021 - Elevage 1

#### Elevage 2 :

Le taux de méthane dans le biogaz est resté relativement stable à l'année (57,2 % en moyenne), hormis en juillet et en période hivernale où ce taux est descendu en-dessous de 55 %, seuil en-dessous duquel le fonctionnement de la chaudière est perturbé.

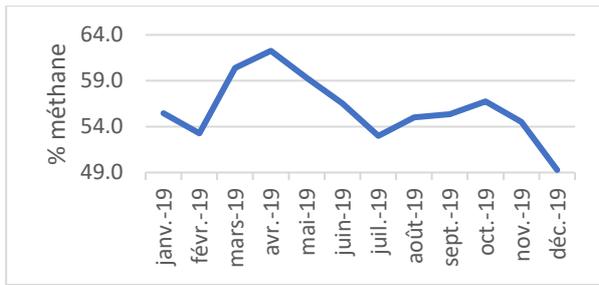


Figure 5 – Production d'eau chaude et besoins en chauffage théoriques : Répartition des sources d'énergie entre avril 2019 et mars 2020 – 37 mesures

La fosse se situant loin des bâtiments et de l'autre côté d'une route, le suivi n'est pas aisé. Par ailleurs, le lisier mixte qui arrive dans la fosse a préalablement transité par des fosses intermédiaires et a perdu une partie de son pouvoir méthanogène lorsqu'il arrive dans la fosse finale couverte par la méthanisation passive. La part élevée d'énergie issue du propane peut aussi s'expliquer par une surconsommation de certains bâtiments anciens. Dans cette configuration seulement 40 % des besoins annuels en eau chaude ont été couverts par le biogaz et 60 % l'ont été par le propane (Figure 6). Le défaut de suivi est particulièrement visible en été, lorsqu'une dérive du capteur de tension est également survenue. La consommation de méthane par jour de l'élevage 3 est cinq fois moins élevée par rapport à l'élevage 1 (Tableau 1).

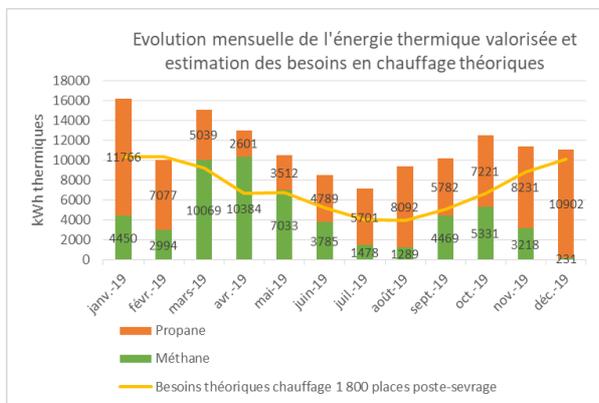


Figure 6 – Production d'eau chaude et besoins en chauffage théoriques : Répartition des sources d'énergie entre avril 2019 et mars 2020 – Elevage 1

### Elevage 3 :

Les fosses de stockage de lisier placées en amont de systèmes de traitement du lisier tels qu'un digesteur mésophile ou une station de traitement biologique par boues activées peuvent être équipées de méthanisation passive. En effet, elles reçoivent quotidiennement ou hebdomadairement un volume de lisier très frais quand un volume équivalent est envoyé vers l'unité de traitement. C'est le cas de l'élevage 3 où la méthanisation passive a permis de couvrir 72 % des besoins annuels en chauffage des 2 528 places de post-

sevrage et des 98 places de maternité de l'élevage. La fosse couverte reçoit quotidiennement du lisier très frais trois semaines sur quatre. De plus, son volume important semble contribuer à créer une certaine inertie thermique même en hiver. Les résultats sont comparables à ceux de l'élevage 1. Les configurations des élevages 1 et 2 permettent d'apporter du lisier frais ou à fort potentiel méthanogène fréquemment tout en conservant une certaine inertie thermique dans la fosse, permettant ainsi d'optimiser le procédé.

### Elevage 4 :

La fosse de l'élevage 4 reçoit un volume de lisier de 8 à 10 m<sup>3</sup>/j remplaçant un volume identique envoyé vers le digesteur. Le lisier mixte qui arrive dans cette fosse est comparable à celui de l'élevage 3 en termes de fraîcheur. Toutefois, la bêche de la méthanisation passive de l'élevage 4 a probablement été endommagée par l'agitateur placé en fond de fosse suite à une vidange trop importante. A cela s'est ajoutée la présence d'une croûte à la surface du lisier qui a perturbé l'étanchéité de la méthanisation passive nécessaire à son bon fonctionnement. Ces défauts qui n'ont pas été repérés tout de suite ont affecté la récupération journalière de méthane. Le tableau 1 fait ainsi état d'une production de méthane presque quatre fois moins élevée pour cet élevage que pour les élevages 1 et 3.

### 3.3. Bilans techniques :

Le temps de suivi est relativement limité : environ 30 minutes par semaine. Il correspond à une analyse hebdomadaire de biogaz et à une inspection visuelle globale de l'installation (gonflement de la bêche, suivi des compteurs de temps de fonctionnement, réglage de l'injection d'air dans le gazomètre). A cela s'ajoute le temps supplémentaire passé en cas d'incidents ponctuels. Cette inspection hebdomadaire est importante. On a ainsi observé dans l'élevage 1 une augmentation de 30% de la consommation de propane suite à une dérive du capteur de tension. Le déclenchement du surpresseur permettant l'envoi du biogaz jusqu'à la chaudière a été perturbé ce qui a favorisé le basculement de la chaudière vers le propane. Ce défaut n'a pas été détecté tout de suite et les effets se sont prolongés sur plusieurs mois.

Il est nécessaire de maintenir un inoculum bactérien minimal pour le bon fonctionnement de la méthanisation passive. Dans un élevage, le fond de fosse vidé a été entièrement nettoyé à l'occasion de la pose du Nenufar. Le chauffage des bâtiments au biogaz a été retardé de 2 mois pour permettre à la population bactérienne de se reconstituer et de produire suffisamment de biogaz.

Lorsqu'il y a des arbres à feuilles caduques à proximité de la fosse, le ramassage des feuilles mortes nécessite un ramassage manuel. Une personne doit monter sur le Nenufar pour enlever les feuilles mortes accumulées sur le pourtour de la couverture.

**Tableau 1 – Synthèse des configurations et des consommations de méthane des méthanisations passives**

	Elevage 1	Elevage 2	Elevage 3	Elevage 4
<b>CONFIGURATION DE L'ÉLEVAGE</b>				
Volume lisier + eaux de lavage, m <sup>3</sup>	3 450	7 833	13 380	6 097
Taille fosse avec méthanisation passive, m <sup>3</sup>	1 200	2 400	1 800	500
Présence 2 <sup>ème</sup> fosse pour évacuation du trop-plein de lisier	Oui	Non	Oui (station de traitement biologique)	Oui (digesteur mésophile)
Type et fraîcheur de lisier	Engrais	Mixte	Mixte frais	Mixte frais
Utilisation de l'énergie issue de la méthanisation passive	Chauffage 1 300 places PS + 10 places maternité	Chauffage 1 800 places PS	Chauffage 2 258 places PS + 98 places maternité	Cogénération
<b>VALORISATION DU BIOGAZ</b>				
Volume moyen de CH <sub>4</sub> valorisé, m <sup>3</sup> /an	12 184	5 672	40 764	4 132
Volume moyen de CH <sub>4</sub> valorisé, m <sup>3</sup> /j	33	16	112	11
Volume moyen de CH <sub>4</sub> valorisé, m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> de lisier ayant transité par la fosse	3,5	0,7	3,0	0,7
Energie valorisée, kWh/an	117 572	54 731	621 747	41 158
Autonomie en chauffage (%)	78 %	40 %	72 %	<sup>1</sup> NC

<sup>1</sup> NC : non concerné.

### 3.4. Bilans économiques :

#### 3.4.1 Installations en autoconsommation :

En conditions optimisées, le temps de retour sur investissement est inférieur à 5 ans pour une valorisation du biogaz par la production d'eau chaude (cas de l'élevage 1, Tableau 2) avec 40% de subventions en comparaison à une facture initiale tout électrique à un tarif de 0,20 €/kWh. Lorsque le fonctionnement n'est pas optimisé, le temps de retour sur investissement double pour une taille de fosse deux fois plus grande (cas de l'élevage 2).

#### 3.4.2 Installations avec valorisation par cogénération :

Le temps de retour sur investissement peut être inférieur à 7 ans, malgré des conditions de fonctionnement non optimisées. Ces types de projet sont les plus rapides à rentabiliser. L'investissement initial ne comprend pas la chaudière, ni les équipements de chauffage eau chaude. De plus, il n'y a pas de pertes de biogaz en été, puisque l'intégralité du biogaz capté sous le gazomètre est brûlée par le moteur de cogénération. Le lisier qui transite par ces fosses est très frais. Ces facteurs compensent le rendement moindre du moteur de cogénération (70%) comparé à celui des chaudières bi-gaz (95%).

**Tableau 2 – Temps de retour sur investissement des installations de méthanisation passive**

		<b>Elevage 1</b>	<b>Elevage 2</b>	<b>Elevage 4</b>
<b>Investissement, €</b>	Couverture de fosse et équipements	41 800	<sup>1</sup> 17 055	<sup>1</sup> 28 283
	Ligne biogaz et chaudière mixte biogaz/propane	39 800	39 500	8 000
	Agitateur(s)	15 000	25 000	5 500
	Equipements chauffage eau chaude	30 000	92 000	0
	Total hors aides	126 600	173 555	41 783
	Montant des aides	32 640	22 622	2 200
	<b>TOTAL aides incluses</b>	93 960	150 933	39 583
<b>Consommations énergétiques, kWh/an</b>	Méthane	117 572	54 731	58 797
	Propane	37 059	80 713	0
	<b>TOTAL</b>	154 631	135 444	58 797
<b>Facture chauffage de référence tout électrique, €/an</b>		30 034	16 253	2 646
<b>Nouvelle facture chauffage, €/an</b>		1 742	3 794	0
<b>Charges de fonctionnement, €/an</b>	Electricité	<sup>2</sup> 480	<sup>2</sup> 288	<sup>2</sup> 288
	Main d'œuvre	203	1 063	177
	<sup>3</sup> Charbon actif	700	0	0
	<sup>3</sup> Entretien analyseur biogaz	300	0	0
	<sup>3</sup> Maintenance chaudière	600	250	0
	<b>TOTAL</b>	2 283	1 601	465
<b>Gains, €/an</b>	Epargne épandage eaux de pluie	478	0	0
	Recette de revente d'énergie	0	0	3 822
<b>Economie réalisée sur nouvelle facture chauffage, gains et charges inclus, €/an</b>		26 487	10 859	6 003
<b>Temps de retour sur investissement aides incluses, années</b>		4,8	13,9	6,6

<sup>1</sup>Seul le surcoût de la méthanisation passive par rapport à une couverture de fosse souple classique est compté du fait de l'obligation réglementaire de couvrir la fosse. Coûts d'une couverture de fosse classique : 70 €/m<sup>3</sup> pour une grande fosse et 100 €/m<sup>3</sup> pour une petite fosse.

<sup>2</sup>Consommation électrique : référence issue du projet Promethis (Toudic et al., 2018)

Références de coût : Coût du kWh électrique : 20 cents/kWh HT ; tarif propane : 4.7 cents/kWh ; Coût main d'œuvre : 2\*SMIC horaire brut 2023 : 2 \* 11.52 = 23.04 €/h ; rendement chaleur valorisable d'un moteur de cogénération : 37,5% ; rendement électricité vendue d'un moteur de cogénération : 32,5% ; tarif de rachat de l'électricité issue de la cogénération : 0,20 €/kWh HT

<sup>3</sup>Ces 3 postes de charges sont estimés en moyenne à 700 €/an, 300 €/an et 600 €/an respectivement (Toudic et al., 2018).

## CONCLUSION

Le suivi d'élevages équipés de méthanisation passive confirme les résultats obtenus par Toudic et al. (2018). Différents facteurs sont à prendre en compte avant d'investir. La configuration de l'élevage doit permettre des apports de lisier frais et fréquents et une inertie thermique minimale du lisier dans la fosse.

L'installation doit être pilotée quotidiennement pour être optimisée. Cette étude montre que la méthanisation passive peut être placée sur une fosse en amont d'un procédé de traitement du lisier (station de traitement biologique, digesteur mésophile). Des économies d'énergie et des bénéfices environnementaux peuvent être tirés de la méthanisation passive lorsque les conditions sont réunies.

## SYNTHÈSE – ANGLAIS :

Passive anaerobic digestion consists of recovering the biogas naturally emitted by animal waste at ambient temperature using a cover that floats on the surface of storage pits. The energy captured can be used to heat water to ultimately heat livestock buildings. Biogas can also be captured from storage pits upstream or downstream of a mesophilic anaerobic digestion unit to improve the unit's efficiency. Three equipped pig farms were monitored by the Regional Chamber of Agriculture of Brittany from 2018-2020. Technical, economic and environmental assessments were performed. The results confirmed those obtained from the monitoring of passive anaerobic digestion at the Guernévez station (Finistère department) obtained during the Promethis project (2016-2018). Frequent fresh slurry inputs maintained minimum biogas production, even in the middle of winter under a semi-temperate climate and for a buried or semi-buried pit. The monitoring time, ca. 30 min/week, is short, but necessary to optimise the process. A suitable farm configuration allows the process to be optimised: size of the pit sufficiently large in relation to the size of the farm, pit not too far from the farm buildings, and the ability to input fresh manure regularly throughout the year. When these conditions are met, the payback time is ca. 5 years compared to an all-electric heating system.

## Références bibliographiques

- Toudic A., Lavenan K., Dabert P., Lendormi T., 2018. Méthanisation passive des lisiers de porcs en hiver : résultats de l'installation « Nénufar » de Guernévez et Temps de retour sur investissement du procédé « Nénufar ». Journées Rech. Porcine, 50, 45-46.
- IFIP, Chambres d'agriculture de Bretagne et Pays de la Loire, 2008. Consommations d'énergie des bâtiments porcins : comment les réduire ? Edition IFIP, 20 p.

### CONTACT

**Chambre d'Agriculture de Bretagne**

**Anne-Sophie Langlois**

**Téléphone : 06 77 89 88 45**

**Mail : [anne-sophie.langlois@bretagne.chambagri.fr](mailto:anne-sophie.langlois@bretagne.chambagri.fr)**

### PARTENAIRES FINANCIERS

Soutenu par :

Et en collaboration avec :

