



Digesteur de 500 m<sup>3</sup> utile, d'une puissance de 50-60 kW.

## Petite méthanisation en élevage de porc : il faut encore réduire les coûts

La petite méthanisation à la ferme permet de réduire de 20 à plus de 50 % les émissions directes de gaz à effet de serre d'une exploitation porcine. Les différents modèles simulés ne sont toutefois pas rentables dans les conditions économiques actuelles et hors situation particulière. Des efforts de réduction des coûts d'investissement sont notamment nécessaires.

La méthanisation peut contribuer à réduire les émissions directes de GES (Gaz à Effet de Serre) des élevages de porcs. En effet, elle limite les émissions de méthane générées par les déjections stockées et produit de l'énergie renouvelable. Les performances environnementales et économiques de cette technique ont été évaluées à l'échelle d'une exploitation porcine de taille moyenne (200 truies naisseur-engraisseur).

Le choix s'est volontairement porté sur de la petite méthanisation à la ferme, autonome en intrants. Celle-ci pourrait être diffusée à grande échelle, condition nécessaire à un impact visible de la filière porcine sur la réduction des émissions de GES. L'utilisation de déchets issus des industries et des collectivités n'a donc pas été envisagée. Cette autonomie en

intrants présente également l'avantage, en zone à forte densité d'élevages, de ne pas importer un supplément d'azote et de phosphore, source potentielle d'excédent.

### Des investissements bien trop élevés

Devis et factures ont été collectés pour estimer les coûts d'investissement de la totalité des équipements. Ceux-ci varient de 100 à presque 550 k€, surcoût du raclage des déjections non compris (Tableau 1). Aucun scénario ne s'avère rentable compte tenu des charges et recettes à envisager par ailleurs.

Le scénario avec torchère ne peut trouver de rentabilité sans rémunération de l'épar-

gne des GES. Pour le scénario avec chaudière, il serait nécessaire d'avoir conjointement une consommation d'énergie thermique rémunératrice plus élevée et une forte baisse des investissements. Enfin, dans les scénarios avec cogénération, la vente d'électricité permet d'obtenir un Excédent Brut d'Exploitation (EBE) positif mais il reste très insuffisant pour amortir les investissements. En effet, ces scénarios devraient recevoir environ 80 % de subventions pour atteindre un Taux de Rentabilité Interne (TRI) de 6 %. Cela semble difficilement envisageable et ne constitue pas un levier d'action du porteur de projet. Une réduction conjointe du coût des installations serait nécessaire : récupération d'ouvrages existants (fosse d'alimentation équipée,

*"Aucun scénario ne s'avère rentable."*

fosse de stockage couverte...), utilisation de matériaux moins coûteux, standardisation et simplification des équipements sont autant de pistes envisageables.

L'optimisation de la valorisation de l'énergie thermique apparaît également essentielle pour maximiser les recettes.

Les besoins annuels pour le chauffage du post-sevrage (32 MWh/an) et de la maison d'habitation (22 MWh/an), n'utilisent qu'une petite partie de l'énergie thermique disponible (10 % pour le scénario «Cogé-CIVE»). De plus, la substitution à du chauffage électrique n'est pas comptabilisée dans la prime à l'efficacité énergétique, ce qui n'optimise pas le prix de rachat de l'électricité.

Ainsi, pour le scénario «Cogé-CIVE», la valorisation des 500 MWh/an de chaleur résiduelle permettrait de bénéficier de l'intégralité de la prime à l'efficacité énergétique. Le kWh électrique vendu passerait alors de 0,164 à 0,205 €, et la recette annuelle serait augmentée de 14 700 €. Si en outre, cette chaleur était vendue ou valorisée à 0,03 €/kWh, cela représenterait 15 000 €/an de recettes supplémentaires. Dans ces conditions, le montant total des investissements envisageables pourrait atteindre 380 k€ (pour un objectif de TRI de 6 %), à comparer aux 95 k€ du Tableau 1.

Toutes les incertitudes sur les perspectives de rentabilité de la petite méthanisation et les marges de progrès envi-

sageables sont le reflet d'un manque de retour d'expérience. A ce titre, un appel à projets sur de la méthanisation inférieure à 75 kW de puissance électrique installée a été lancé par l'Ademe en septembre 2012. L'évaluation de leurs performances devrait permettre d'identifier les modèles envisageables et à promouvoir.

### Lisier frais et CIVES pour augmenter la production de biogaz

Avec 95 % d'eau, le lisier de porc est peu méthanogène. Pour un élevage de 200 truies naisseur-engraisseur, les effluents issus des post-sevrage et des salles d'engraissement peuvent générer annuellement 330 MWh d'énergie primaire. C'est à peine suffisant pour faire fonctionner un cogénérateur d'une puissance électrique installée de 10 kW. Par contre, ce serait largement suffisant pour chauffer le digesteur, les salles de post-sevrage de l'élevage et une maison d'habitation via l'utilisation d'une chaudière.

Le lisier frais est plus méthanogène qu'un lisier préalablement stocké en préfosse. Ainsi, la mise en place d'un raclage en V en engraissement engendre une production supplémentaire de méthane comprise entre 3 et 5,5 m<sup>3</sup> par porc charcutier produit. A l'échelle de l'élevage étudié, cela représente une majoration d'énergie de l'ordre de 170 MWh/an. Avec un total de 500 MWh/an d'énergie primaire, la puis-

sance électrique du cogénérateur reste encore peu élevée, soit 17 kW (scénario «V-cogé»).

L'apport de 700 t/an de Cultures Inter-calaires à Vocation Energétique (CIVE) et de 100 t/an de menues pailles procure un supplément d'énergie bien plus important, de l'ordre de 840 MWh/an. Leur ajout au lisier permet alors d'alimenter un cogénérateur de 45 kW (scénario «Cogé-CIVE»). La puissance est portée à 53 kW avec l'utilisation de la fraction solide issue du raclage en V des salles d'engraissement. De telles installations restent encore dans le domaine de la (très) petite méthanisation. Les cogénérateurs de puissance réduite demeurent très coûteux au kW installé et sont pénalisés par des rendements électriques peu élevés, voisins de 30 %.

### De fortes réductions des émissions de gaz à effet de serre sont possibles

Sans unité de méthanisation, les émissions directes de GES d'un élevage de 200 truies naisseur-engraisseur, s'élèvent à 800 t eq CO<sub>2</sub>/an, de l'aliment distribué au porc jusqu'à l'épandage du lisier. 42 % des émissions totales proviennent du stockage en préfosse 33 % du stockage en fosse extérieure et 10 % de l'épandage. Les 15 % restants proviennent d'autres sources qui ont été regroupées car globalement peu élevées et peu contrastées entre scénarios (Figure 1). Le

*“Le lisier frais est plus méthanogène qu'un lisier stocké.”*

**Tableau 1 : Investissement et rentabilité des différents scénarios de méthanisation**

|   | Torchère                       | Chaudière | Cogé-CIVE | V-cogé | V-cogé-CIVE |
|---|--------------------------------|-----------|-----------|--------|-------------|
| Puissance du cogénérateur (kW électrique) ou de la chaudière (kW thermique) | -                              | 30        | 45        | 17     | 53          |
| Investissement méthanisation (k€)   | 100                            | 207       | 500       | 296    | 543         |
| Raclage en V (k€) <sup>(1)</sup>  | -                              | -         | -         | 120    | 120         |
| Investissement total projet (k€)  | 100                            | 207       | 500       | 416    | 663         |
| Excédent brut d'exploitation (k€/an)  | < 0                            | < 0       | 15        | 12     | 21          |
| TRI sans subvention <sup>(2)</sup>  | < 0 dans toutes les situations |           |           |        |             |
| Pour atteindre un TRI de 6 % :  |                                |           |           |        |             |
| - Taux de subvention nécessaire <sup>(3)</sup>                              | >100                           | >100      | 82        | 81     | 78          |
| - Ou montant max. investissement (k€)                                       | -                              | -         | 95        | 110    | 230         |

(1) Surcoût du raclage en V (hors hangar de reprise du solide) pour des bâtiments d'engraissement neufs

(2) Taux de Rentabilité Interne

(3) Pourcentage par rapport au montant total des investissements

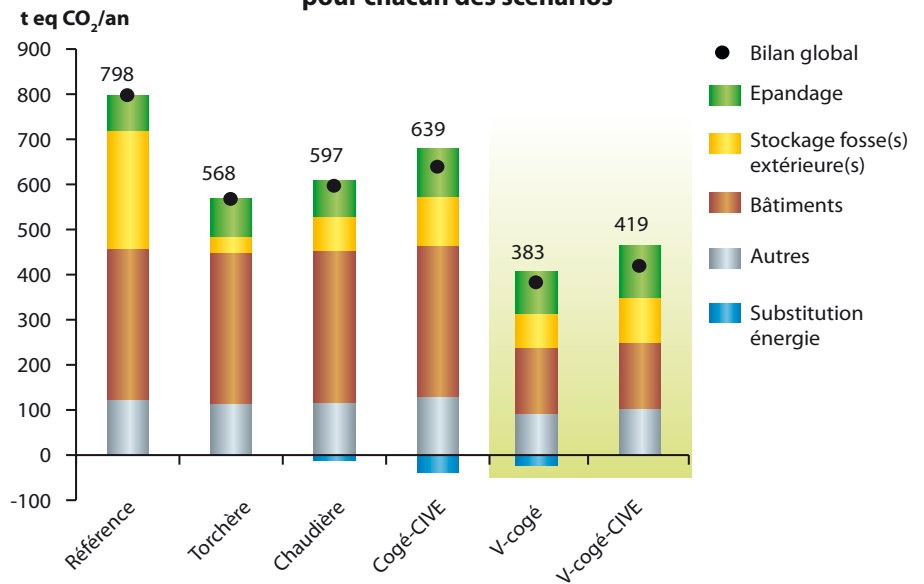
Les coûts d'investissement devraient être notablement réduits.

biogaz émis par la fosse contenant les lisiers de porcelets et porcs charcutiers peut être capturé et brûlé. Cela permet, pour le scénario «Torchère», une épargne de 29 % des émissions directes de GES par rapport au scénario de référence.

Les scénarios avec raclage des lisiers d'engraissement et méthanisation de la fraction solide (scénario «V-cogé» et «V-cogé-CIVE») permettent de réduire en outre le méthane émis au niveau du bâtiment (fermentation dans les préfosse). Les émissions directes de GES de l'ensemble de l'élevage sont alors réduites de plus de 50 %.

Dans tous les cas, la baisse des émissions de GES provient très majoritairement de la capture et la combustion du méthane. Les économies de GES découlant de la production d'énergies renouvelables sont d'importance moindre (Figure 1). Le

**Figure 1 : Emissions annuelles de gaz à effet de serre par poste pour chacun des scénarios**



*La petite méthanisation réduit les émissions de GES d'un élevage de porc de 20 à plus de 50 % selon les options retenues.*

## Description des scénarios et de la méthode de travail

Les simulations sont basées sur le cas d'un élevage standard naisseur-engraisseur de 200 truies présentes. Pour les scénarios «Torchère», «Chaudière» et «Cogé-CIVE», les lisiers de post-sevrage et d'engraissement sont méthanisés après stockage classique en préfosse. Le lisier de truie n'est pas méthanisé. Pour les deux derniers scénarios, les salles d'engraissement sont équipées d'un système de raclage en V permettant de ne méthaniser que la fraction solide fraîche. Une partie du lisier de truie est alors méthanisée à des fins de dilution.

Les scénarios comprenant «CIVE» dans leur intitulé prévoient l'emploi de Cultures Intercalaires à Vocation Energétique et les menues pailles produites sur l'exploitation, à raison de 700 et 100 t/an respectivement. L'exploitation comporte une SAU de 100 ha principalement consacrée aux cultures céréalières.

Le scénario «Torchère» a pour seul objectif de réduire les émissions de méthane dans l'atmosphère. Dans les autres cas, le digesteur est chauffé et brassé afin de maximiser la production de biogaz. L'énergie thermique produite est utilisée pour le chauffage des salles de post-sevrage et la maison de l'éleveur. La fosse de stockage du digestat est systématiquement couverte pour limiter les émissions d'ammoniac, mais elle ne capte pas le méthane résiduel produit.

Les émissions directes de GES, depuis la consommation de l'aliment par les porcs jusqu'à l'épandage du lisier, ont été évaluées, essentiellement par les méthodes IPCC (2006) et DIGES (2009). La rentabilité économique des scénarios a été déterminée sur la base des coûts d'investissement observés sur les premières unités de petite méthanisation à la ferme, complétée par des devis réalisés auprès de constructeurs. Les associations Aile et Trame ont été mobilisées à cet effet. Les charges et produits annuels sont issus de chiffrages moyens et des tarifs d'achat en vigueur pour l'électricité issue du biogaz (Solagro *et al.*, 2010 ; Arrêté du 19 mai 2011).

### Les scénarios d'étude se caractérisent en outre par les options suivantes :

| Intitulés     | Options techniques mises en œuvre   |
|---------------|---|
| «Référence»   | Elevage sans méthanisation  |
| «Torchère»    | Couverture étanche de la fosse à lisier principale (non chauffée) et destruction du biogaz par une torchère |
| «Chaudière»   | Digesteur de 230 m <sup>3</sup> , chaudière de 30 kW  |
| «Cogé-CIVE»   | Digesteur de 700 m <sup>3</sup> alimenté par les lisiers et des CIVE, cogénérateur de 45 kW électrique      |
| «V-cogé»      | Raclage en V, digesteur de 230 m <sup>3</sup> , cogénérateur de 17 kW électrique                            |
| «V-cogé-CIVE» | Raclage en V, lisier et CIVE, digesteur de 700 m <sup>3</sup> , cogénérateur de 53 kW électrique            |



Les scénarios avec raclage des lisiers d'engraissement et méthanisation de la fraction solide permettent de réduire le méthane émis au niveau du bâtiment.

« En bref »

La petite méthanisation à la ferme réduit notablement les émissions de GES d'un élevage porcin : 29 % avec la mise en torchère du biogaz et jusqu'à plus de 50 % lorsqu'elle est associée à l'utilisation d'un lisier frais. Elle est par contre sans effet sur les émissions d'ammoniac.

Son autonomie en intrant lui permettrait d'être aisément répliquable en élevage, même en Zone d'Excédent Structurel, car il n'y a pas d'apport supplémentaire en azote et phosphore. Toutefois, elle ne peut trouver de rentabilité et donc se généraliser, qu'en cumulant les atouts : baisse significative des coûts d'investissement et/ou subventions très élevées, valorisation maximale de l'énergie thermique produite...

bilan peut être amélioré avec une plus forte valorisation de l'énergie thermique et une substitution à des énergies fossiles (plutôt que venir en substitution à de la consommation électrique).

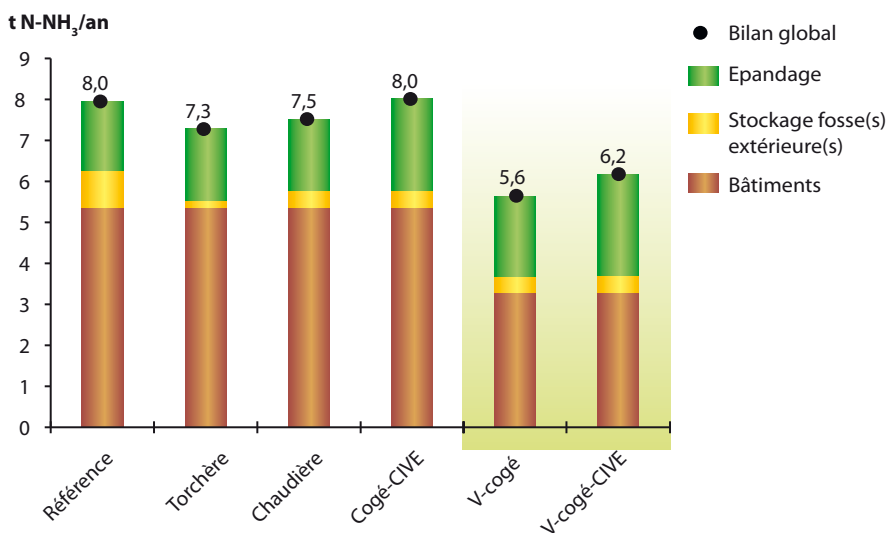
**Impacts plus limités sur les émissions d'ammoniac**

Pour l'élevage de référence, les émissions d'ammoniac dans l'atmosphère sont de 8 t N-NH<sub>3</sub>/an. Elles proviennent principalement des porcheries (68 %) et

de l'épandage (21 %), bien que l'usage d'une tonne à lisier avec pendillard ait été retenu dans les simulations. La méthanisation n'élimine pas d'azote, mais modifie la composition de l'effluent. L'augmentation du pH et la présence d'une plus forte proportion d'azote ammoniacal dans les digestats augmentent les risques de perte par volatilisation. Dans les scénarios envisagés, la couverture des fosses de stockage du digestat a donc été intégrée. Ce poste étant peu émetteur (11 % du total), l'impact global est limité.

Le raclage en V permet une baisse plus significative. En effet, cette technique réduit de 40 % les pertes d'ammoniac au niveau des salles d'engraissement. Ainsi, le couplage du raclage en V en engraissement et la méthanisation conduisent à une baisse globale des émissions de 30 % par rapport au scénario de référence.

**Figure 2 : Emissions annuelles d'ammoniac par poste pour chacun des scénarios**



La méthanisation ne permet pas de réduire les émissions d'ammoniac.

Pascal LEVASSEUR, Thomas COOREVITS,  
Sandrine ESPAGNOL  
IFIP - Institut du porc  
pascal.levasseur@ifip.asso.fr

Pierre QUIDEAU  
Chambre d'agriculture de Bretagne