

MIEUX CONNAITRE LE POTENTIEL METHANOGENE DES EFFLUENTS AVICOLES

Blazy Vincent¹, Galliot Pascal², Gervais François³, Levasseur Pascal⁴

¹ITAVI, rue Maurice Le Lannou, 35000 RENNES

²ITAVI, 41 rue de Beaucemaine, 22440 PLOUFRAGAN

³IDELE- Institut de l'élevage, 42 rue Georges Morel, 49071 BEAUCOUZE

⁴IFIP-Institut du Porc, la Motte au Vicomte, 35650 LE RHEU

blazy@itavi.asso.fr

RÉSUMÉ

Les données bibliographiques relatives aux potentiels méthanogènes des effluents d'élevage renseignent peu l'itinéraire technique du système produisant les déjections. Les effluents avicoles ne font pas exception en la matière. L'incidence de facteurs de variations en lien avec les pratiques d'élevages (fraîcheur de l'effluent, incidence du matériau de litière, du type de sol, d'avoir une couverture au stockage), la saison (périodes chaude et froide) et pour différentes productions (poulet de chair, canard à rôti et gras) sur le potentiel méthanogène des effluents a ainsi été investigué dans cette étude. Les prélèvements d'effluents ont été réalisés dans des élevages commerciaux représentatifs des conditions d'élevages françaises. L'analyse du potentiel méthanogène et des propriétés physico-chimiques des échantillons a été réalisée au laboratoire de l'Inrae Transfert de Narbonne. Les résultats ont montré que le fumier de poulet de chair perd entre 9 et 3% de son potentiel méthanogène même après 42 jours de stockage. Pour tous les effluents avicoles, une forte relation linéaire a été observée entre les potentiels méthanogènes (compris entre 10 et 185 Nm³ CH₄/tonne de matière brute) et les taux de matières sèches et organiques (compris entre 30 et 600 kg/tonne de matière brute). En accord avec ce résultat général, les plus hauts potentiels méthanogènes ont été observés sur les litières et lisiers concentrant la matière organique. Pour les litières, un sol béton permet de maintenir une litière plus sèche et évite une perte de potentiel en période froide alors qu'une litière paille broyée/ copeaux de bois présente un potentiel méthanogène supérieur à celui des copeaux de bois (+7%) et de la fine de copeaux (+31%). Pour les lisiers, la couverture de fosse permet de limiter des pertes de potentiel méthanogène (+11%).

ABSTRACT

A best understanding of the methane potential of poultry manure

The literature data on the biochemical methane potential of livestock effluents provide limited information about the technical management of the system producing the manure. Poultry effluents is no exception in this respect. The impact of various factors related to farming practices (effluent freshness, litter material, soil type, cover during storage), season (hot and cold periods), and different productions (broiler chicken, roasting duck, and fatty duck) on the biochemical methane potential of effluents was investigated in this study. The effluents were sampled from representative commercial farms reflecting French breeding conditions. The analysis of the biochemical methane potential and physicochemical properties of the samples was conducted at the Inrae Transfer laboratory in Narbonne. The results showed that broiler chicken manure loses between 9 % and 3 % of its methanogenic potential even after 42 days of storage. For all poultry effluents, a strong linear relationship was established between methanogenic potentials (understanding between 10 and 180 Nm³ CH₄/ton of raw material), dry matter, and organic content (understanding between 30 and 600 kg/ton of raw material). Consistent with this general result, the highest methanogenic potentials were observed in litters and slurries concentrating dry matter. For litters, a concrete floor prevents a loss of potential during cold periods, while a crushed straw/wood shavings litter shows a higher methanogenic potential than wood shavings (+7%) and fine wood shavings (+31%). For slurries, covering the storage unit limit methanogenic potential losses (+11%).

INTRODUCTION

Le secteur de l'agriculture doit faire face à une demande double. Avec d'une part, la réduction de gaz à effet de serre, fixée par la Stratégie Nationale Bas Carbone (MTES, 2020a) de moins de 46 % en 2050 (sur la base 2015). Et d'autre part, l'accompagnement de la transition énergétique (MTES, 2020b) qui vise à doubler la puissance installée du parc de méthanisation d'ici 2028 (sur la base 2017).

Face à ces enjeux, le secteur de l'aviculture a rôle à jouer. Il dispose d'élevages répartis sur une grande partie du territoire qui vont produire des effluents en grandes quantités, de manière régulière en volume et stable sur le plan physico-chimique. La méthanisation est en effet un levier qui peut se révéler pertinent à saisir (Santonja et al., 2017). Comme toutes technologies, son implantation doit être bien conçue ; notamment en ayant une bonne connaissance du potentiel méthanogène (PM) des intrants. Le recettage des matières organiques introduites dans un méthaniseur doit tenir compte de leur propriétés physico-chimiques afin de maintenir des équilibres propices à l'expression des flores méthanogènes.

Au-delà de la connaissance du potentiel méthanogène, il paraît cohérent de chercher à le conserver en intégrant cet objectif dans les choix d'itinéraires techniques de l'élevage. Cette approche intégrée plaide pour une meilleure connaissance des facteurs de variations ayant une incidence sur le PM des effluents avicoles. Afin de répondre à ces objectifs, les instituts techniques animaux (Ifip, Idele, Itavi) ont collecté plus de 160 déjections représentatives des gisements disponibles dans les différentes filières d'élevage. Ces effluents ont fait l'objet d'une analyse physico-chimique et de leur PM par Inrae Transfert de Narbonne afin d'élaborer une base de données libre d'accès (<https://ifip.asso.fr/base-de-donnees-abile/>). Cet article présente les principaux résultats obtenus pour les effluents avicoles.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Effluents et variables d'influence

Le plan de sélection des effluents a été établi de manière à couvrir une diversité de typologie d'effluent et de situation d'élevage pouvant avoir une incidence sur leur PM. Le tableau 1 présente l'ensemble des prélèvements réalisés ainsi que les éléments de variation et d'itinéraires techniques retenus. L'étude intègre 42 prélèvements répartis entre trois espèces et types d'effluents associés i.e. fumier de poulet de chair, lisier de canard à rôtir et fumier de canards prêt à l'engraissement (PAE). Des échantillons ont été réalisés au niveau du bâtiment pour les trois systèmes et au niveau du stockage (à l'exception du système canard PAE). Pour le poulet de chair, les variables appréhendées lors des prélèvements au bâtiment sont le type de matériaux de litière, la période (chaude,

comprise entre mai et octobre, vs froide, comprise entre novembre et mars) et le type de sol (béton vs terre battue). Pour cette même production, deux tas stockés ont été suivis au cours du temps en période chaude et froide avec des prélèvements à $t=21$ et 42 jours. Pour les canards à rôtir, des prélèvements ont été réalisés au bâtiment sous les caillebotis à mi-lot (40 jours) et en fin de lot (80 jours) (tous deux en période froide). Au stockage, les prélèvements ont été réalisés dans des fosses couvertes et non couvertes sur des effluents âgés de 120 et 140 jours (également en période froide). Enfin pour les canards PAE, les variables suivies au bâtiment sont le type de sol et la période.

1.2. Modalités de prélèvements et d'analyses

Les prélèvements ont été réalisés dans des élevages commerciaux représentatifs des conditions de production française. Le secteur géographique des exploitations couvrait la Bretagne (22,35), les Pays de la Loire (85) et l'Occitanie (32). Des protocoles de prélèvement distincts ont été appliqués entre les fumiers et les lisiers. Pour ces types d'effluents, les modalités de prélèvement ont été respectivement adaptées des procédures de l'ITAVI (Ponchant et al., 2018) et de l'Inrae Transfert-Environnement (2014). La méthode générale employée consiste à réaliser des sous-échantillons élémentaires (entre 20 et 30) en différents points de surface et de profondeur (au bâtiment, au tas de stockage ou dans une fosse). Ces échantillons sont ensuite mélangés pour suivre une succession de quartage (séparation en 2 tas après homogénéisation) et ce jusqu'à arriver au volume/poids de prise d'essai souhaité (3 x environ 2 kg de fumier ou 1 L de lisier). Le protocole a toujours été réalisé à deux reprises de manière distincte pour valider la répétabilité de la procédure de prélèvement. Les échantillons ont ensuite été transportés en glacière sous un froid positif (5 ± 3 °C) avant d'être congelés. Les échantillons ont ensuite été acheminés (en moins de 24h) vers le laboratoire d'analyses d'Inrae Transfert. Les mesures de potentiel de production de méthane (CH_4) sont décrites par Cresson et al. (2014). Concernant les analyses physico-chimiques, la méthode MI LCA17- ECH-IT-011 (méthode interne au laboratoire) a été utilisée pour la matière sèche (MS) et organique (MO).

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Matière organique et potentiel méthanogène

La figure 1 représente le PM rapporté à la masse de matière brute (MB) pour les 42 effluents avicoles analysés. Le PM moyen des effluents avicoles est de $88 \text{ Nm}^3\text{CH}_4/\text{t MB}$, mais montre une forte disparité avec des valeurs allant de 10 à $185 \text{ Nm}^3\text{CH}_4/\text{t MB}$. Ce résultat est plutôt élevé, car le potentiel moyen des 160 effluents (ruminant, porc et volaille) était de $48 \text{ Nm}^3\text{CH}_4/\text{t MB}$ (Levasseur et al., 2022). La teneur en MO des effluents avicoles est un critère de

détermination fort ($R^2=0.96$) du PM qui démarque nettement les typologies d'effluents produites par espèces avicoles (Figure 1). Quel que soit l'effluent avicole, 1 kg de MO dispose d'un PM d'environ 0.29 Nm^3 de CH_4 . Ce lien est également valable avec le taux de MS des déjections (Levasseur *et al.*, 2022). Au sein d'une même typologie d'effluent, les écarts observés sont multifactoriels (typologie du matériel de litière, le type de sol, la période climatique, le niveau de fraîcheur des effluents...).

2.2. Fumier de poulet de chair en sortie bâtiment

La figure 2 compare les PM de fumiers en sortie de bâtiment de poulet de chair. Les prélèvements ont tous été réalisés dans des bâtiments sur dalle béton et en période chaude. Le fumier à base d'une litière mélangeant paille et copeaux présente un taux de MS (entre +11 et +20 %) et un PM supérieur aux autres substrats (entre +7 et +31 %) pour respectivement le copeau et la fine de copeaux. Plusieurs hypothèses peuvent être émises pour expliquer ce résultat : i) une meilleure gestion de la litière et de l'ambiance dans le bâtiment sur paille-copeaux qui conduit à une meilleure concentration de la MO ; ii) une densité animale réduite (-18 %) qui implique un niveau de déjection moindre pour le prélèvement sur fine de copeaux ; iii) une biodégradation plus prononcée de la fine de copeaux comparée aux autres litières au cours du lot (grâce à la présentation du substrat, plus accessible aux micro-organismes). Plus largement, un autre point de vigilance peut être porté sur l'appréciation de ces résultats. Les échantillons, en amont de l'analyse de leur PM, font l'objet d'un broyage qui vient rendre accessible une plus grande part de la MO de substrats ligneux tel que la paille (surévaluant la production de CH_4).

La figure 3 compare les PM de fumiers en sortie de bâtiment de poulet de chair élevé sur un mélange de paille-copeaux. L'incidence du type de sol sur le PM est assez limitée puisque pour un sol béton, il est de 172 ± 5 contre $160 \pm 23 \text{ Nm}^3 \text{ CH}_4 / \text{t MB}$ (soit 7 % d'écart) pour un sol en terre battue (moyenne toutes périodes confondues). Pour ce dernier type de sol, un effet période est plus prononcé avec une diminution du PM de 22 % en période froide. Cet écart peut s'expliquer par une l'humidité de la litière plus élevée, favorisant la biodégradation de cette dernière et donc la perte de PM. A contrario, sur sol béton, le PM de la litière semble être plus stable d'une période à l'autre. Cela s'explique par le maintien d'un taux de MS supérieur à 60 % de la litière en période chaude et froide. Dans ces conditions, le manque d'eau vient limiter les processus de biodégradation.

2.3. Fumier de poulet de chair au stockage

La figure 4 représente les résultats de PM de deux tas de fumiers au stockage. L'installation dispose d'une dalle béton et est non couverte (en général les fumiers avicoles sont stockés au champ). Les suivis ont été

réalisés au sein de la même exploitation et sur deux lots distincts en période chaude (de mai à octobre) et froide (de novembre à mars). En période chaude, le fumier stocké devient de plus en plus sec (figure 4) ce qui traduit une forte perte en eau par évaporation. Au cours des 42 jours de stockage, les pertes de PM sont respectivement de 9 et 3 % sur les périodes froides et chaudes. La faible perte observée en période chaude peut s'expliquer par le taux de MS qui atteint plus de 70 % et amplifie la limitation des processus biologiques de dégradation de la MO (Mustin, 1987) déjà recherchée au niveau des litières en bâtiment d'élevage. Le coefficient de régression linéaire est respectivement de -0.67 et $-0.22 \text{ Nm}^3 \text{ CH}_4 / \text{t MO/j}$ pour les périodes froide et chaude ($R^2 = 0.91$). Éviter la reprise en humidité des fumiers avicoles au stockage semble donc être un bon levier pour conserver son PM. À noter que les pertes ne correspondent pas forcément qu'à une émission de CH_4 . Des processus de dégradation aérobie ont aussi lieu, de la MO est également perdue sous forme de CO_2 .

2.4 Fumier de palmipèdes gras prêt à engraisser

La figure 3 représente les PM de fumiers de canard prêt à engraisser en fin de lot. Des séries de prélèvement ont été réalisées en périodes chaude et froide et sur des sols béton et en terre battue. Sur sol béton, le prélèvement en période froide a été réalisé sur un lot mis à l'abri (i.e sans accès au parcours). Un faible taux de MS a été observé en dépit d'ajouts importants de litière de la part de l'éleveur entraînant une dilution de la MO. Sur la même période, il n'a pas été possible de réaliser un prélèvement sur sol terre battue à cause de restrictions sanitaires liées à l'influenza aviaire. Concernant la période chaude, un contraste très élevé est également observé entre les types de sols. Sur terre battue, un haut niveau de MS est observé et peut s'expliquer par une plus grande fréquentation des parcours (recevant une part de déjection importante) sur cette période. Au niveau des PM, le fumier sur sol béton en période froide présente la plus haute valeur, bien qu'il soit le moins intéressant à transporter, car très chargé en eau. L'incidence du type de sol (béton ou terre battue) sur le PM reste à clarifier, mais semble être moins influente que la mise en claustration. La forte fréquentation des parcours par les palmipèdes se traduit par une litière pauvre en déjection or celle-ci constitue un apport de MO source du PM.

2.5 Lisier de palmipèdes à rôtir

La figure 5 présente les PM de lisiers frais qui disposent de plus de MO. L'âge des animaux (40, 80 jours) ne semble pas avoir une incidence forte. La couverture au stockage contribue à conserver la MO en protégeant l'effluent de l' O_2 ambiant et des précipitations (qui entraîne plutôt une dilution du PM). Une augmentation du PM de +17,6 % a ainsi été observé. À l'inverse de nombreux autres effluents, le lisier de canards à rôtir semble perdre peu de PM au fil du temps. L'hypothèse privilégiée serait liée à son pH

acide (pH = 5,9, d’après Levasseur *et al.*, 2019). Ces conditions pourraient favoriser une inhibition de l’expression des flores microbiennes méthanogènes (actives à des pH de 7-8, d’après Moletta, 2015).

CONCLUSION

En conclusion, l’intégration de l’aviculture dans les systèmes de méthanisation représente une opportunité significative pour la valorisation des déchets organiques et la production d’énergie renouvelable. Les futures recherches devraient se concentrer sur l’optimisation des conditions de méthanisation, l’évaluation de l’impact environnemental et la mise en place de bonnes pratiques pour maximiser les bénéfices de cette approche durable. Pour ce dernier point, les présents travaux montrent que pour les fumiers, le sol béton est préférable (surtout en période froide). La

nature du matériel de litière semble avoir une incidence avec un PM plus important avec l’utilisation d’un mélange de paille et de copeaux. Toutefois, ces résultats restent à valider avec un protocole analytique n’impliquant pas de prétraitement par broyage des effluents avant la mesure de leur PM. Les fumiers avicoles perdent peu de PM au stockage surtout s’ils restent protégés de l’humidité. Cela est également vrai pour les lisiers dont la dilution est évitée en fosse couverte.

REMERCIEMENTS

Les auteurs souhaitent remercier le CASDAR ainsi que les interprofessions des volailles de chair ANVOL pour leur soutien financier. Les éleveurs ayant participé à l’étude sont remerciés pour avoir permis la réalisation de prélèvements au sein de leur exploitation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Cresson R., Pommier S., Béline F., Bouchez T., Bougrier C., Buffière P., Cacho J., Camacho P., Mazéas L., Pass A., Pouech P., Ribeiro T., Rouez M., Torrijos M., 2014. Étude inter laboratoires pour l’harmonisation des protocoles de mesures de potentiel bio-méthanogène des matrices solides hétérogènes. Ademe, pp 121.
Inrae Transfert, 2014. Fiche pratique échantillonnage, Version 2.2. Octobre 2014, pp 5.
Levasseur P., Blazy V., Gervais F., Zennaro B., Azam O., Kabakian S., Carrere H., 2022. Potentiel méthanogène et composition chimique des déjections porcines, avicoles, bovines, ovines et caprines - Élaboration d’une base de données. Cahiers IFIP, 8(1), pp 17-24.
Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire (MTES), 2020a. Stratégie Nationale Bas-Carbone – La transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone, Mars 2020, pp 192.
Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire (MTES), 2020b. Décret du 21 avril 2020, relatif à la programmation pluriannuelle de l’énergie, ministère de la transition écologique et solidaire, pp 4.
Moletta R., 2015. La méthanisation (3° Éd.), éditions Lavoisier- Paris, pp 528.
Mustin M., 1987, Le compost, édition François Dubusc – Paris, pp 933.
Ponchant P., Godfrain B., Galliot P., Souchet C., Charpiot A., 2018. Caractérisation des effluents de volailles. TéMa n°47, pp7.
Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; pp 898.

Tableau 1. Typologie des effluents prélevés, éléments d’itinéraires techniques et facteurs de variation

Fumiers de poulet de chair prélevés en fin de lot (après le départ des animaux)						
Matériaux de litière	Mélange paille-copeaux			Copeaux		Fine de copeaux
Type de sol (nombre prélèvements)	Terre battue (n=4)/ Béton (n=4)			Béton (n=2)		Béton (n=2)
Période (nombre prélèvements)	Chaude (n=4)/ Froide (n=4)			Chaude		Chaude
Densité animale au m²	22			22		18
Quantité litière (kg/ m²)	3.55-2.24			0.66		3.5
Fumiers de poulet de chair au stockage						
Matériaux de litière du fumier	Paille-copeaux					
Période	Chaude			Froide		
Âge du fumier (nombre prélèvements)	Sortie Bâtiment (n=2)	Après 21j (n=2)	Après 42j (n=2)	Sortie Bâtiment (n=2)	Après 21j (n=2)	Après 42j (n=2)
Lisiers de canards à rôtir						
Point de prélèvement	Lisier frais sous caillebotis			Lisiers stockés en fosse		
Âge du lisier (nombre prélèvements)	Mi-bande 40j (n=4)	Fin de bande, 80j (n=4)		Couvert (140j) (n=4)	Non couvert (140j) (n=4)	
Fumiers de canards prêts à engraisser						
Matériaux de litière	Pailles longues					
Type de sol	Sol béton			Sol terre battue		
Période (nombre prélèvements)	Période chaude (n=2)			Période froide (n=2)		
Densité animale au m²	5-10 (en période froide)			5		
Accès au parcours	Oui en période chaude/ Non en période froide			Oui		

Figure 1. Potentiel méthanogène d'effluents avicoles en fonction de leur teneur en matière organique

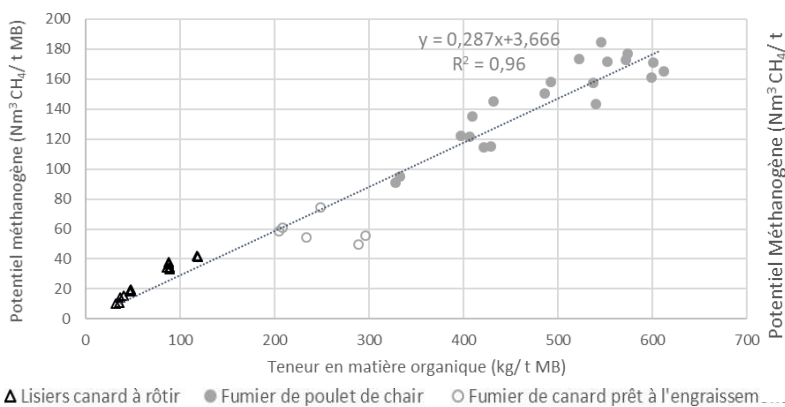


Figure 2. Potentiel méthanogène de fumiers de poulet de chair en sortie de bâtiment selon différentes litières

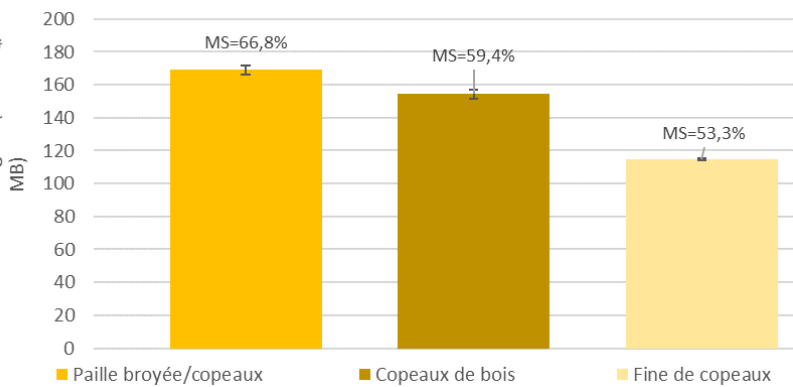


Figure 3. Potentiel méthanogène de fumiers de poulet de chair et de canard prêt à l'engraisement en sortie de bâtiment selon le type de sol et la période

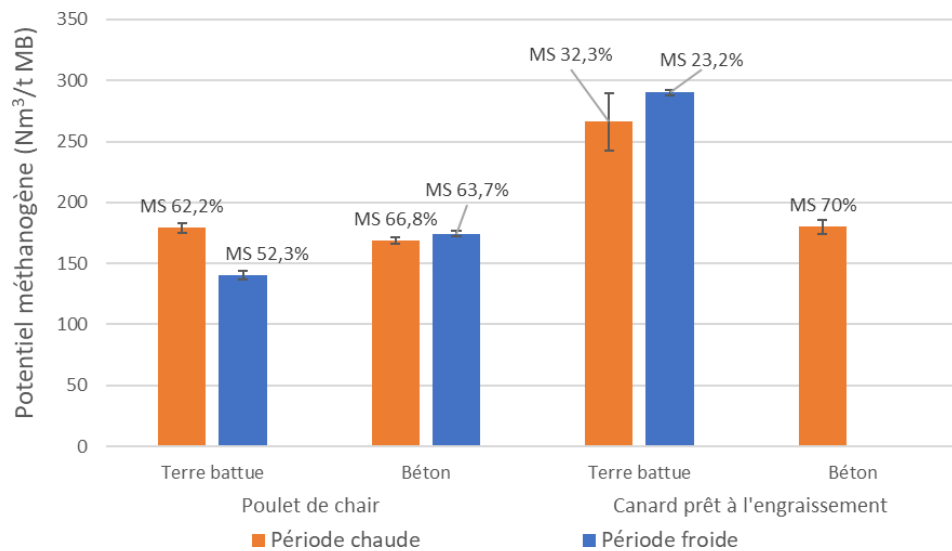


Figure 4. Potentiel méthanogène de fumiers de poulet de chair au stockage et sur différentes périodes

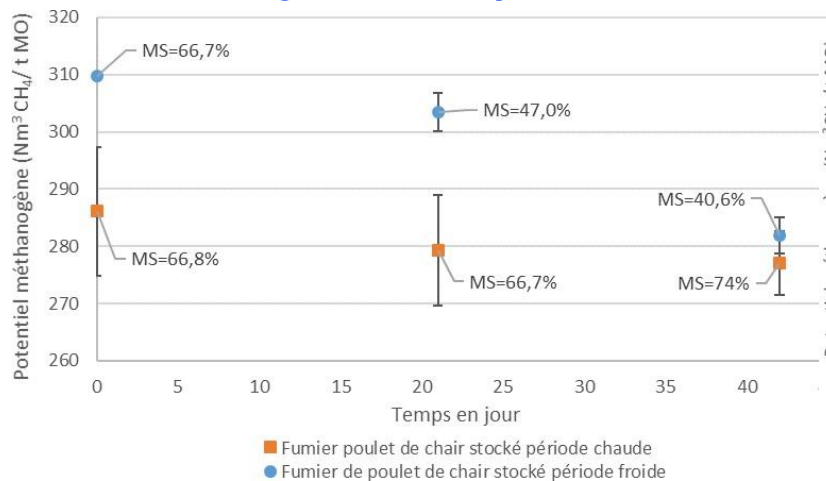


Figure 5. Potentiel méthanogène de lisier de canard à rôti au bâtiment selon l'âge de l'effluent et au stockage selon la présence d'une couverture de fosse

