

Bénéfices d'une supplémentation en microorganismes vivants et dérivés sur le pouvoir méthanogène d'un fumier bovin

L'efficacité de la digestion anaérobie (DA) dans les unités de méthanisation est aujourd'hui un des objectifs principaux de la filière. Plusieurs techniques non exhaustives peuvent être citées pour avoir montré leur efficacité : (i) les prétraitements de la matière par voie chimique et thermique [1] ou mécanique pour des substrats fibreux [2]. (ii) L'ajout d'additif *in-situ* dans le méthaniseur : par des micronutriments afin de stimuler l'activité des microorganismes indigènes dans le digestat [3], ou par l'ajout d'additifs dit de bio-augmentation comprenant enzymes et/ou souches microbiennes identifiées [4].

LESAFFRE, acteur mondial de la fermentation, a sélectionné plusieurs souches de micro-organismes dans le but d'améliorer l'efficacité de la DA notamment dans les unités de méthanisation agricole. La présente étude vise à évaluer l'impact de l'ajout de ces souches microbiennes ainsi qu'un dérivé de fermentation sur la production de biogaz à partir d'un fumier bovin et d'un lisier issu de la Ferme Expérimentale de la Bouzule.

Matériels et Méthodes

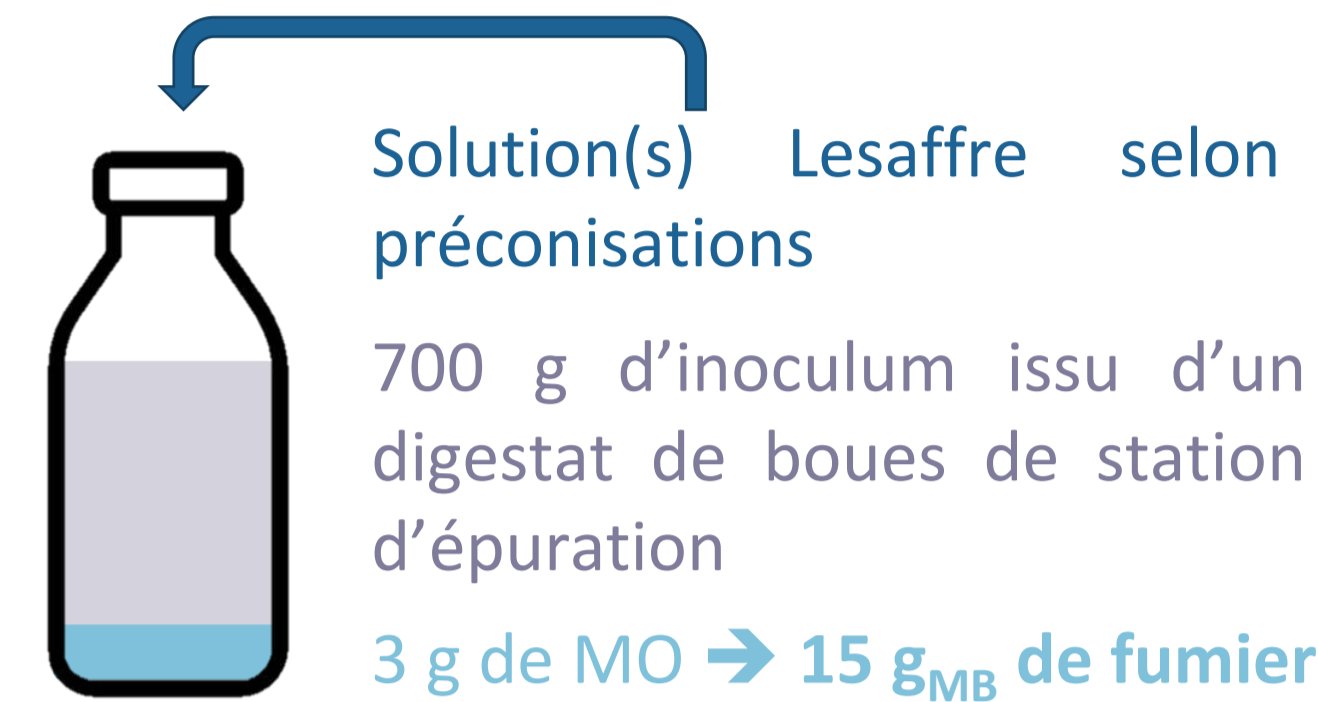
I. Micro-organismes et issus de fermentation

3 solutions à base de micro-organismes et un dérivé ont été spécifiquement sélectionnés pour leur capacité à optimiser la production de méthane :

Type	Identification	Impact attendu sur la dégradation de la MO
Levure vivante <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	BG1	Permet de réduire l'oxygène résiduel du milieu et favoriser l'acidogénèse
Champignon <i>Trichoderma atroviride</i>	TAA	Action sur la phase d'hydrolyse facilitant la digestion de matériaux complexes
Complexe de Bacillus <i>Bacillus licheniformis</i> (x2) <i>Bacillus megaterium</i> <i>Bacillus pumilus</i> <i>Peribacillus butanolivorans</i> <i>Bacillus velezensis</i>	BG6	Mix de Bacillus avec compétences complémentaires; interaction entre espèces du consortium de DA
Dérivé de betterave sucrière	P1	Solution nutritionnelle

Au-delà de la sélection de la souche, les doses ont été rigoureusement sélectionnées pour atteindre le bénéfice attendu.

2. Test Biochemical Methane Potential (BMP)

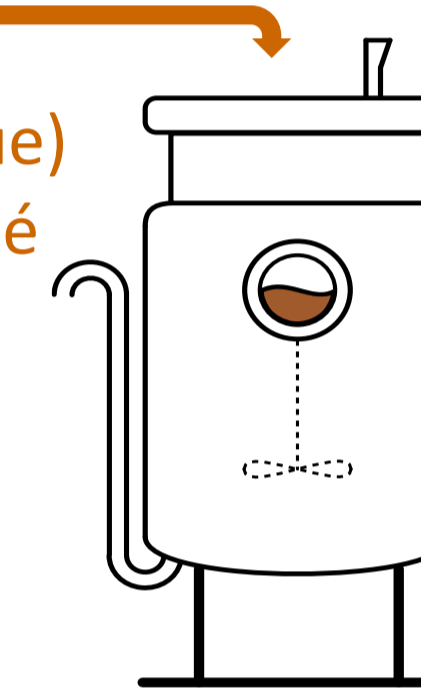


Dosages solutions	3 Screenings
Température _{DA}	37,5 °C
Durée du test	30 j
Paramètres suivis du biogaz produit	Qualité
	Volume

3. Méthanisation en voie liquide continue : Chémostat 10 L

Conditions opératoires

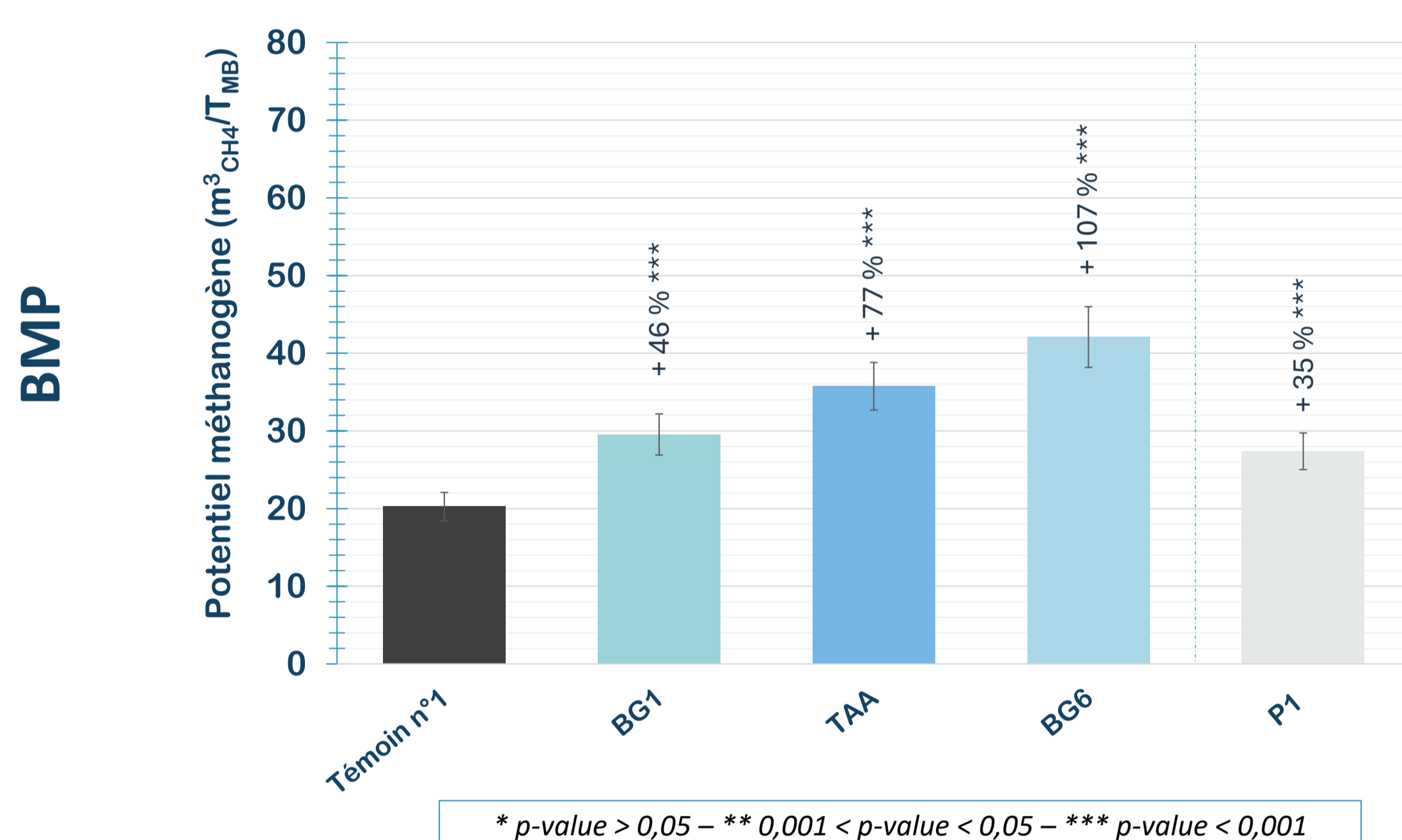
Ration : 250 g/j (apport unique)
 - 8 g de fumier bovin lyophilisé et broyé
 - 50 g de lisier bovin (T20+)
 - 192 g d'eau
 - Mix BG1 /BG6



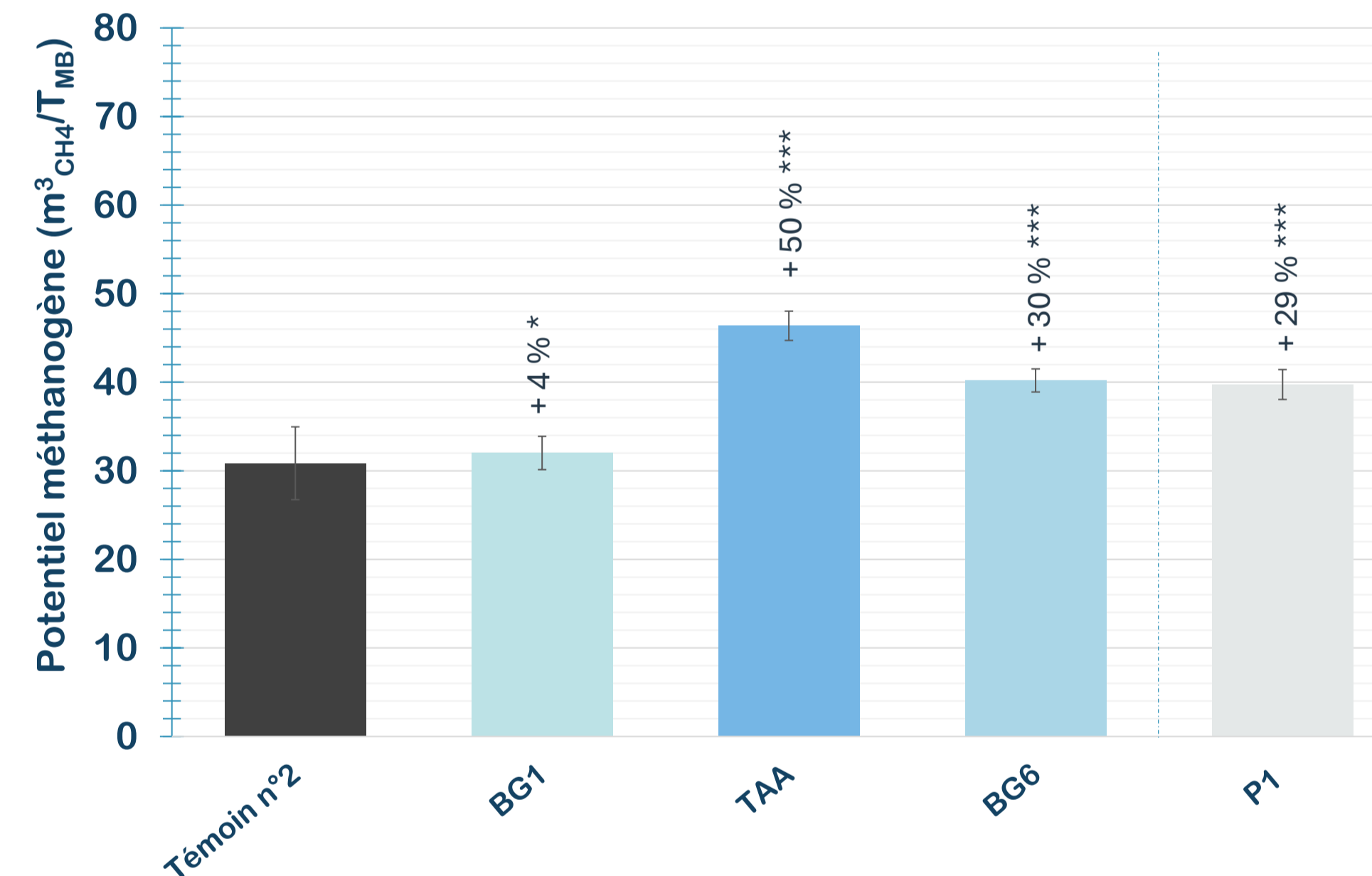
Température _{DA}	40 °C
Temps de séjour	40 j
Durée du test	60 j
Paramètres suivis du biogaz produit	Qualité
	Volume

Résultats et discussions

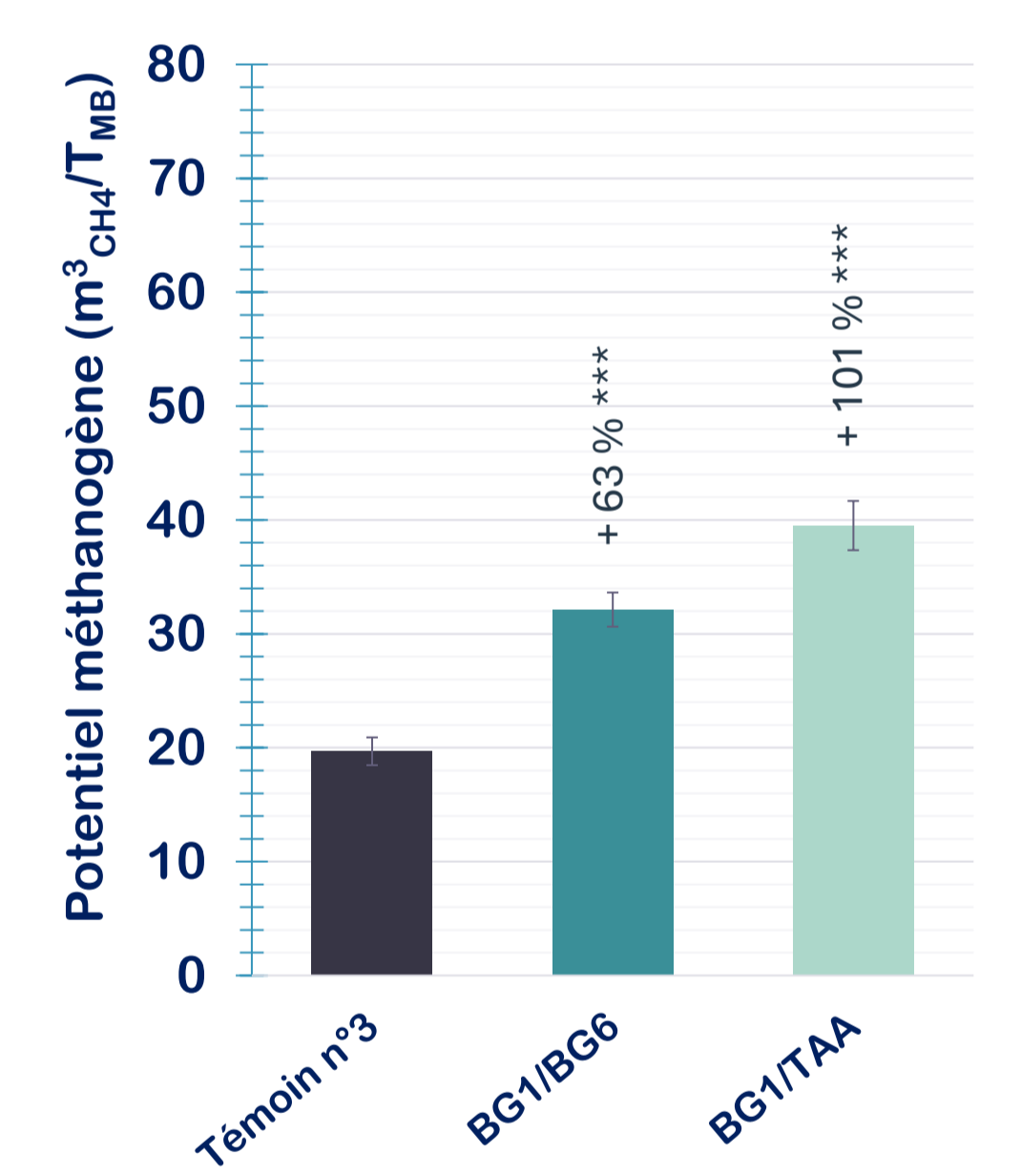
Essai BMP sur fumier bovin n°1



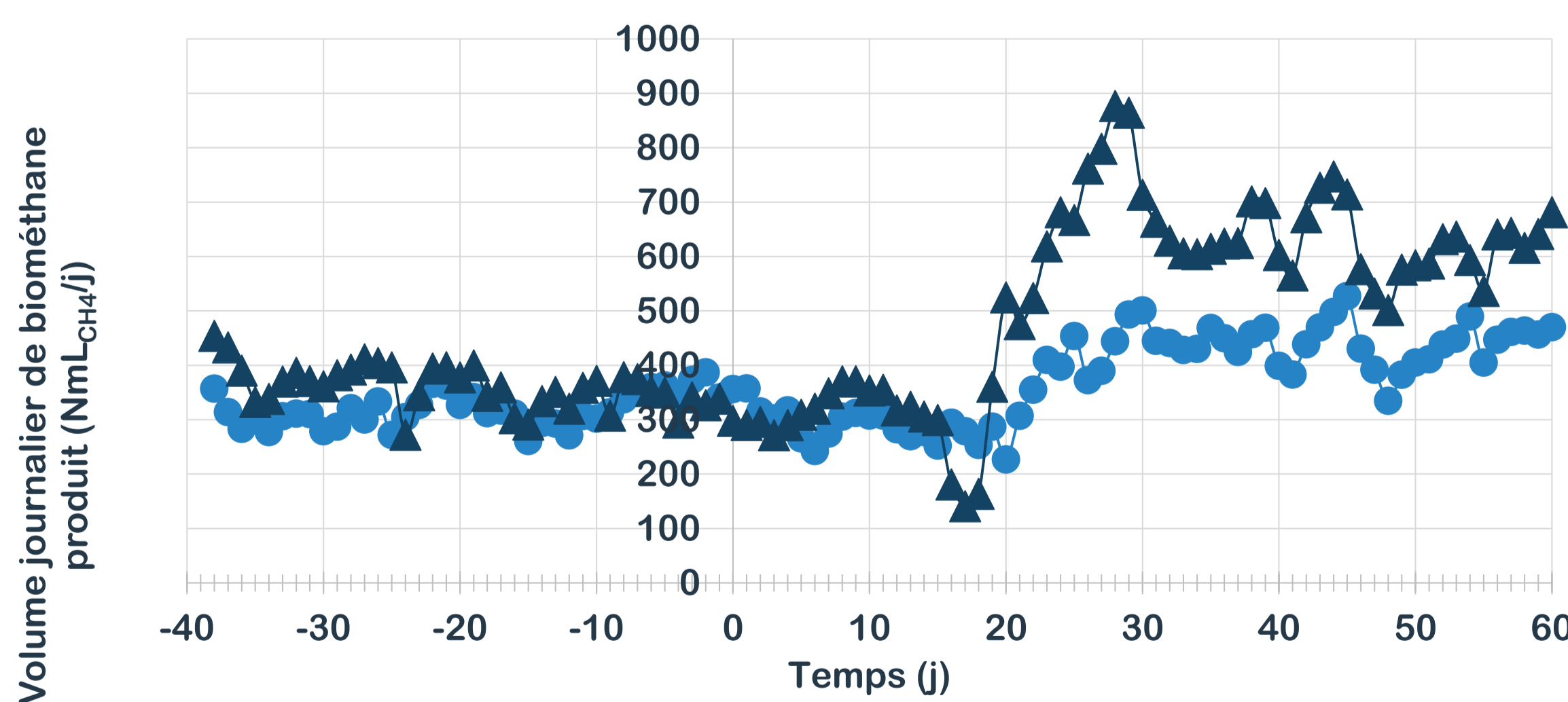
Essai BMP sur fumier bovin n°2



Essai d'un mix de solutions sur fumier bovin n.3



Méthanisation continue



- Début de l'addition du mix à T0
- Période de stabilisation de 40 jours
- Changement de ration de base à T20
 ➤ faible BMP exprimé du fumier lyophilisé dans le digesteur ➔ Ajout de 50 g/j de lisier dans la ration
- Après une transition rapide, augmentation du BMP exprimé de la ration dans le digesteur additivé : + 52 %

- Plusieurs solutions augmentent significativement le BMP des fumiers bovins d'un facteur 2 confirmant l'hypothèse d'une action positive de ces solutions et de leur dose d'apport sur le processus de méthanisation
- Résultats validés sur deux fumiers de bovin différents ayant un BMP faible à moyen

Conclusions

✓ Ces résultats démontrent l'intérêt de ces nouveaux biocatalyseurs sur la production de biométhane d'un fumier bovin à pouvoir méthanogène modéré. Cette amélioration statistiquement significative s'exprime par :

- ↑ Multiplication par 2 du BMP du fumier en batch sur plusieurs modalités : TAA ; BG6
- ↑ Augmentation de 52 % du BMP du fumier en continu avec un mix BG1 + BG6

Perspectives

- ➔ Plusieurs mix de solutions et différents niveaux de concentrations restent à tester
- ➔ Effluents d'élevage testé ➔ Effet sur d'autres substrats (ensilage) ?
- ➔ Continu : temps de séjour court (40 jours) et faible volume de digestion
 Validation nécessaire sur unités de méthanisation échelle 1 (en cours)
- ➔ Valider les hypothèses de mode d'action de ces solutions (en cours)

Références

- [1] S. Bolado-Rodríguez, C. Toquero, J. Martín-Juárez, R.Travaini, P. A. García-Encina, 2016., *Bioresource Technology*, 201, pp 182-190, ISSN 0960-8524, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.11.047>.
 [2] E. A. Cazier, S. Brethauer, P. C. Bühler, M. Hans-Peter Studer, 2025., *Waste Management*, 193, pp 180-189, ISSN 0956-053X, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2024.11.037>.
 [3] S. Juntupally, S. Begum, S. Kumar Allu, S. Nakkasunchi, M. Madugula, G. Rao Anupoju, 2017., *Bioresource Technology*, 238, pp 290-295, ISSN 0960-8524, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.04.049.7>
 [4] M.S. Romero-Güiza, J. Vila, J. Mata-Alvarez, J.M. Chimenos, S. Astals, 2016., 58, pp 1486-1499, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.094>.

Remerciements

La chaire Agrométha et la plateforme méthanisation de l'ENSAIA remercient LESAFFRE pour le financement de cette étude.