

Caractérisation du Pouvoir Méthanogène (BMP) des différentes fractions d'un grain de maïs

Introduction

Le maïs est la première céréale cultivée dans le monde, avec une production annuelle moyenne de 1 137 millions de tonnes, sur 197 millions d'hectares de terre (Erenstein et al., 2022). Au-delà de son utilisation traditionnelle, le maïs représente également un matériau de choix pour la production de biocarburants et d'amidons. Il fournit plus de 85 % de l'amidon produit dans le monde. Les co-produits de l'amidonnerie de maïs sont bien connus en alimentation animale, mais leur utilisation énergétique a été peu étudiée.

En France, le maïs est souvent utilisé en méthanisation sous forme d'ensilage de la plante entière immature. Le pouvoir méthanogène se situe entre 312 et 365 L_{CH_4} / kg_{MS} , selon les variétés et le stade de récolte (Amon et al, 2007).

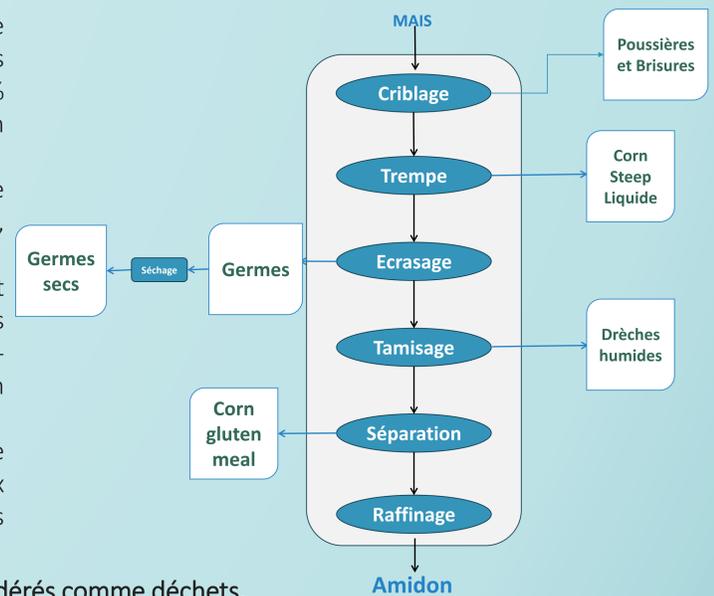
Lors du fractionnement du grain de maïs par voie humide, différents flux de matières sont générés : Poussières et Brisures de maïs, Eaux de trempage (Corn Steep), Germes de maïs, Drêche humide, Protéines de maïs et Amidon de maïs (voir schéma ci-contre). L'amidon représente jusqu'à 70 % du grain mis en œuvre et le reste est constitué par les co-produits. Pour une amidonnerie de taille classique en Europe, avec 1 000 tonnes de grain par jour, la ressource en coproduits représente environ 300 tonnes de matière sèche par jour.

L'amidon peut ensuite être transformé en glucose pur, par hydrolyse enzymatique, avec un rendement proche de 100%. Les co-produits sont destinés principalement à l'alimentation animale, mais il est fréquent que certains flux soient orientés vers la production de biogaz, pour des raisons de qualité ou de bonne gestion des excédents des formes humides.

La méthanisation agricole, à proximité des usines, est une technique de choix pour valoriser ces flux déclassés, considérés comme déchets.

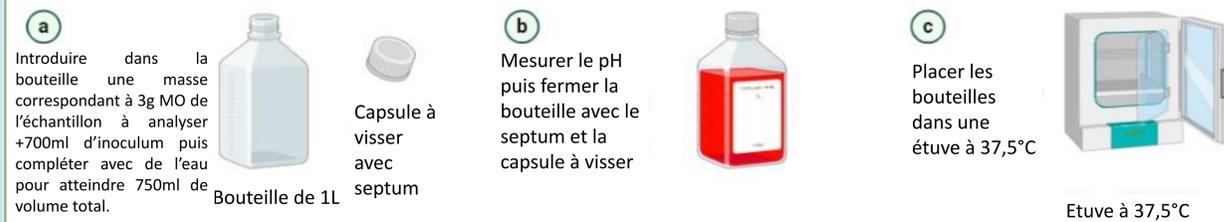
La plateforme de recherche sur la Méthanisation de l'ENSAIA, en partenariat avec ROQUETTE, a étudié le Pouvoir Méthanogène de ces fractions du grain de maïs, en comparaison avec le grain entier et du glucose pur.

Procédé d'extraction de l'amidon de maïs par voie humide



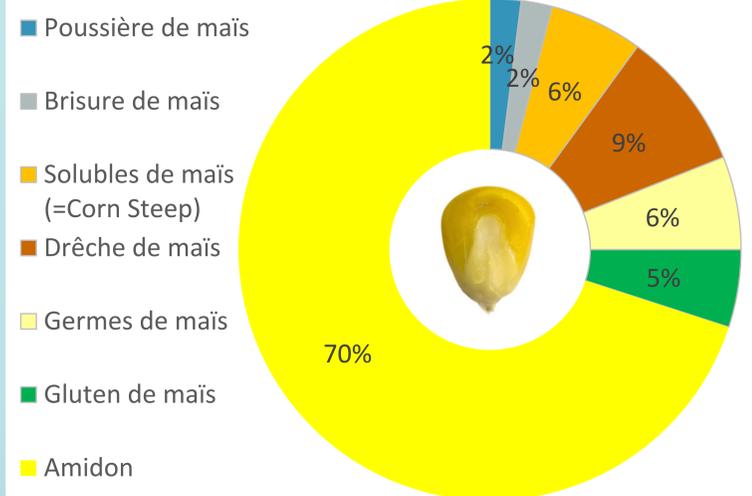
Matériels et méthodes

Test BMP (Biochemical Methane Potential) classique

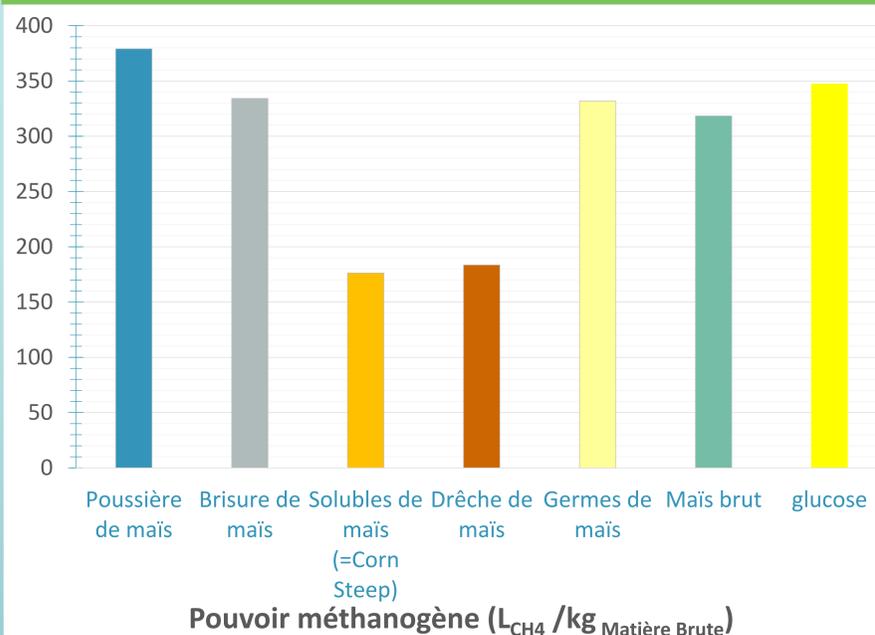


Les tests sont réalisés en mode batch dans des bouteilles de 1 L comme illustré sur le schéma ci-dessus. Deux témoins dits négatifs renfermant que de l'inoculum et 2 témoins positifs contenant du glucose (Dextrose Anhydre), substrat totalement méthanisé, ont été réalisés. Le volume et la qualité du gaz produit sont mesurés toutes les 24h (ratio CH_4/CO_2) jusqu'à l'épuisement total de la MO (environ 21 jours). Chaque substance est testée en 5 répétitions. Le pouvoir méthanogène est exprimé en volume moyen de CH_4 rapporté à la masse de la matière brute (L/kg_{MB}).

Répartition massique du grain (% de MS)



Résultats



Substrats	Potentiel méthanogène		Teneur en MS	Teneur en MO	Protéine	Amidon	Lipides	Fibres	Potassium	Phosphore
	L_{CH_4} / kg_{MS}	L_{CH_4} / kg_{MO}	(%MB)	(%MS)	N*6,25 %MS	%MS	%MS	NDF %MS	K g/kg MS	P g/kg MS
Poussière de maïs	433	459	87,49	94,49	7,2	65,1	3,4			
Brisure de maïs	478	516	69,92	92,64	8	66,7	3			
Corn Steep	410	557	42,98	73,65	40,3	0	0	0	52,6	32,9
Drêche de maïs humide	493	505	37,27	97,51	11,6	10,7	0,8	28,6	1,3	2,4
Germes humides de maïs	659	673	52,03	97,94	12,1	11,2	22,3	6	1,9	3
Glucose	348	348	100	100	0	0	0	0	0	0
Maïs grain brut	363	384	87,67	94,62	9,3*	74,2*	4,2*	12*	3,7*	3*

* Données de l'INRA 2002

Conclusions

- Les brisures et poussières de maïs évaluées dans cette étude présentent un bon pouvoir méthanogène, proche de celui du maïs grain brut.
- Les germes de maïs sont riches en lipides, ce qui explique le très fort pouvoir méthanogène de ce substrat.
- Le Corn Steep Liquide est pénalisé par sa teneur élevée en eau et en minéraux, mais le pouvoir méthanogène sur MO est correct. C'est un substrat riche en azote, phosphore, potassium et autres minéraux, qui peut avoir un impact positif sur la valeur agronomique du digestat, ou pour rééquilibrer une ration de méthaniseur pauvre en azote.
- La drêche de maïs humide, malgré sa teneur élevée en fibres, présente un pouvoir méthanogène élevé. C'est un substrat peu lignifié, facilement fermentescible dans un méthaniseur.

Références

Amon, Thomas, et al. « Biogas Production from Maize and Dairy Cattle Manure—Influence of Biomass Composition on the Methane Yield ». Agriculture, Ecosystems & Environment, vol. 118, no 1-4, janvier 2007, p. 173-82. DOI.org (Crossref),
Erenstein, Olaf, et al. « Global Maize Production, Consumption and Trade: Trends and R&D Implications ». Food Security, vol. 14, no 5, octobre 2022, p. 1295-319. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1007/s12571-022-01288-7>.

Remerciements

La chaire AgrométhA et la plateforme méthanisation de l'ENSAIA remercient Roquette pour cette opportunité de publication commune de ces résultats sur des produits du maïs. D'autres données sont disponibles sur des produits de pomme de terre, de pois et des dérivés d'amidon.
Contacts : christian.delporte@roquette.com – serigne-cheikh.niang@sayens.fr