

JRI
2024

26 – 28 mars 2024 PAU

JOURNÉES RECHERCHE INNOVATION

Biogaz Méthanisation



ARVALiS





Potentiel des microalgues à capter le CO₂ du biogaz

F. DELRUE^{1,*}, T. FOREST¹, D. CHEVRIER², D. FAIVRE², G. COURTECUISSÉ³, L. BENICHOUS³, J-F. SASSI¹

¹ CEA, CEA Tech Région Sud, 13108 Saint Paul lez Durance, France

² CNRS, CEA, BIAM, Université Aix-Marseille, 13108 Saint-Paul-lez-Durance, France

³ GRDF, Direction Biométhane, 75436 Paris, France

Contact : florian.delrue@cea.fr

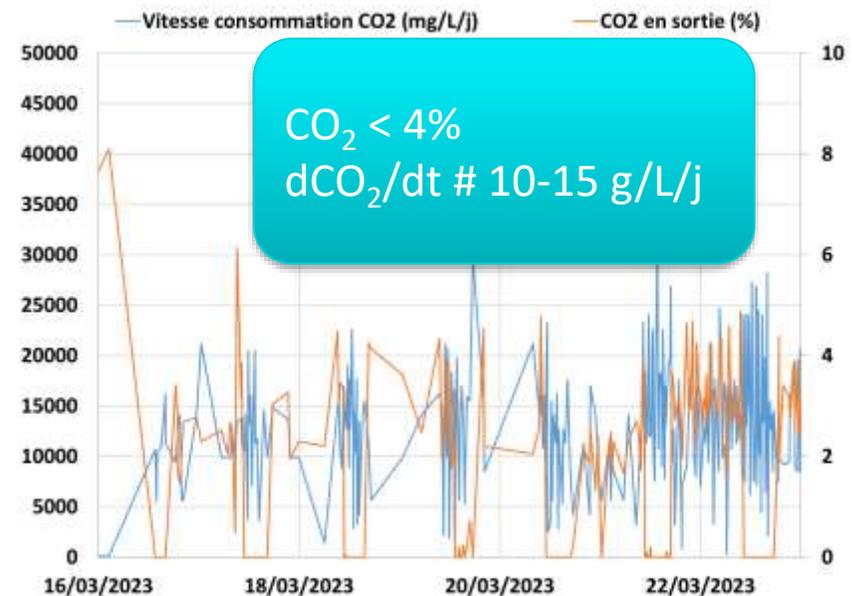
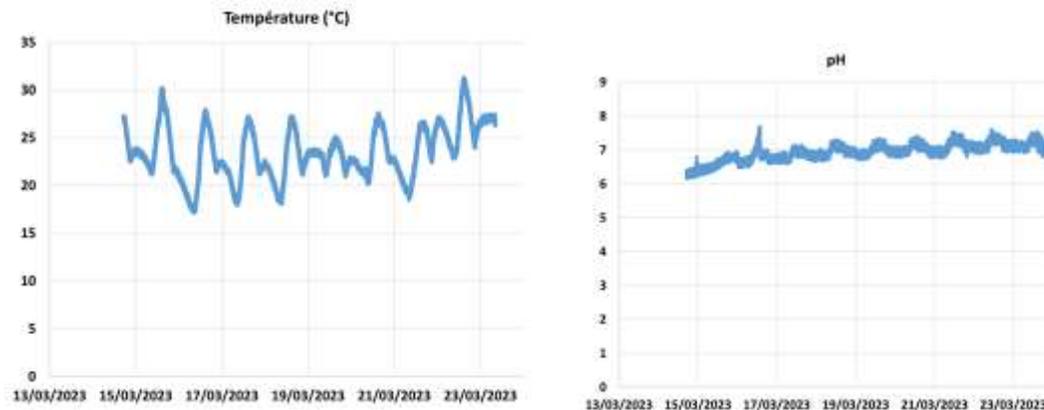
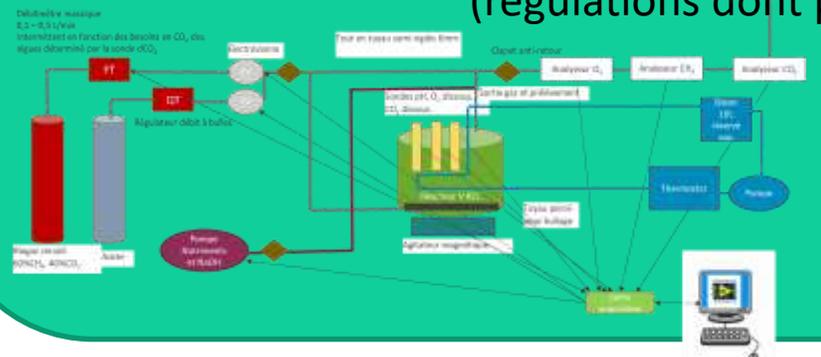


Objectif : Etudier la capacité des microalgues à capter le CO₂ issu du biogaz

Développement d'un banc expérimental



3L de culture
scenedesmus obliquus
Biogaz simulé (40% CO₂,
60% CH₄)
Automate sous Labview
(régulations dont pH)



Le CH₄ est peu retenu et surtout relargué lors de l'arrêt du bullage

Objectif : Etudier la capacité des microalgues à capter le CO₂ issu du biogaz

Etude technico-économique préliminaire

3 scénarios réaliste/optimiste/très optimiste basés sur la littérature¹

	Productivité (g/L/j)	Coût de production associé (€/kg)	Coût d'épuration du CO ₂	
			€/kg	€/Nm ³
Scénario réaliste	1	2	1.05	1.24
Scénario optimiste	2	1	0.53	0.62
Scénario très optimiste	4	0.5	0.26	0.31

En comparaison :
Entre 0.18 et 0.7€/Nm³ selon les technologies²
Voir 0.05€/Nm³ pour PSA³

Technologie plus chère mais dans le bon ordre de grandeur

1) Acien, F. G., J. M. Fernández, J. J. Magán, et E. Molina. 2012. « Production Cost of a Real Microalgae Production Plant and Strategies to Reduce It ». *Biotechnology Advances*, Special issue on ACB 2011, 30 (6): 1344-53. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2012.02.005>.

Acien Fernández, F. G., José María Fernández Sevilla, et Emilio Molina Grima. 2019. « Chapter 21 - Costs Analysis of Microalgae Production ». In *Biofuels from Algae (Second Edition)*, édité par Ashok Pandey, Jo-Shu Chang, Carlos Ricardo Soccol, Duu-Jong Lee, et Yusuf Chisti, 551-66. *Biomass, Biofuels, Biochemicals*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64192-2.00021-4>.

Delrue, F., P. -A. Setier, C. Sahut, L. Cournac, A. Roubaud, G. Peltier, et A. -K. Froment. 2012. « An Economic, Sustainability, and Energetic Model of Biodiesel Production from Microalgae ». *Bioresource Technology* 111 (mai): 191-200. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.02.020>.

2) Deng, Liyuan, et May-Britt Hägg. 2010. « Techno-Economic Evaluation of Biogas Upgrading Process Using CO₂ Facilitated Transport Membrane ». *International Journal of Greenhouse Gas Control* 4 (4): 638-46. <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2009.12.013>.

3) Kohlheb, Norbert, Mathias Wluka, Alberto Bezama, Daniela Thrän, Andreas Aurich, et Roland Arno Müller. 2021. « Environmental-Economic Assessment of the Pressure Swing Adsorption Biogas Upgrading Technology ». *BioEnergy Research* 14 (3): 901-9. <https://doi.org/10.1007/s12155-020-10205-9>.

Conclusions

Il est possible d'utiliser des microalgues pour capter du CO₂ sélectivement
 Le coût est supérieur aux autres méthodes de captation du CO₂ de biogaz mais est du même ordre de grandeur
 ET la biomasse produite peut être valorisée :

Valorisation possible	Prix de vente (€/kg)	Procédés nécessaires	Intérêt
Charge pour le méthaniseur	/	Aucun	Fort contenu énergétique des algues et bon pouvoir méthaniseur : BMP#400 TMP#550 mLCH ₄ /gVS, (Klassen et al. 2016)
Biofertilisant, biostimulant	10-100	Conditionnement	Forte valeur ajoutée. Peu de post-traitement. Nécessite une autorisation.
Nutrition animale	5-20	Conditionnement	Nécessite une culture contrôlée, compliqué du point de vue réglementaire.
Huile de microalgues riches en EPA/DHA (omégas 3)	>100	Extraction, purification, conditionnement	Très forte valeur ajoutée mais procédés complexes
Pigments pour la cosmétique (astaxanthine, lutéine, fucoxanthine, ...)	>1000	Extraction, purification, conditionnement	Très forte valeur ajoutée mais procédés complexes

Cependant, principal défi surface nécessaire, en effet : pour une unité de méthanisation produisant 50 GWh/an de méthane (soit environ 5 tonnes de CO₂ par jour), il faudrait 25 ha de culture de microalgues



Merci de votre attention

F. DELRUE^{1,*}, T. FOREST¹, D. CHEVRIER², D. FAIVRE², G. COURTECUISSÉ³, L. BENICHOUS³, J-F. SASSI¹

¹ CEA, CEA Tech Région Sud, 13108 Saint Paul lez Durance, France

² CNRS, CEA, BIAM, Université Aix-Marseille, 13108 Saint-Paul-lez-Durance, France

³ GRDF, Direction Biométhane, 75436 Paris, France

Contact : florian.delrue@cea.fr

