



**HAL**  
open science

## La méthanisation thermophile permet de dégrader la chlordécone

Perla Alnajjar, Déborah Martin, Delphine Muselet, Claire Soligot-Hognon, Stéphane Pacaud, Cyril Feidt, Pierre-Loïc Saaidi, Yves Le Roux

### ► To cite this version:

Perla Alnajjar, Déborah Martin, Delphine Muselet, Claire Soligot-Hognon, Stéphane Pacaud, et al.. La méthanisation thermophile permet de dégrader la chlordécone. Rencontres Chlordécone 2022 - Chlordécone, Connaître pour Agir, Dec 2022, Le Gosier, Guadeloupe, France. hal-04410136

**HAL Id: hal-04410136**

**<https://hal.science/hal-04410136>**

Submitted on 22 Jan 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# La méthanisation thermophile permet de dégrader la chlordécone

Perla ALNAJJAR<sup>1</sup>, Déborah MARTIN<sup>2</sup>, Delphine MUSELET<sup>2</sup>, Claire SOLIGOT-HOGNON<sup>1</sup>, Stéphane PACAUD<sup>3</sup>, Cyril FEIDT<sup>1</sup>, Pierre-Loïc SAAIDI<sup>2</sup>, Yves LE ROUX<sup>1,3</sup>

- 1 URAFPA, Université de Lorraine, 2 Avenue de la Forêt de Haye, 54505 Vandœuvre-Lès-Nancy, France – [perla.alnajjar@univ-lorraine.fr](mailto:perla.alnajjar@univ-lorraine.fr)
- 2 UMR 8030 Génomique Métabolique, CEA, Institut de Biologie François Jacob, Genoscope, Université d'Evry Val d'Essonne, Université Paris-Saclay, Evry, France
- 3 Agrométhé, Chaire industrielle-ENSAIA, 54280 Champenoux, France

## Résumé :

La présence avérée de la chlordécone (CLD) dans la biomasse végétale et dans les déjections des animaux pose un problème supplémentaire dans la gestion de la pollution. Il faut en effet veiller à ne pas déplacer ces matrices contaminées sur des zones non polluées tout en les valorisant. Dans cet objectif, nous avons étudié une synergie potentielle entre la valorisation énergétique de ces biomasses, avec retour au sol de la matière organique, et la dégradation de la CLD.

Les études de dégradation de la CLD ont montré que la transformation biotique de la CLD est possible et se traduit par la production de plusieurs familles de produits de transformation (PTs). Ces études mettent en évidence l'importance des conditions particulières suivantes : conditions réductrices, absence d'oxygène, ainsi que présence de micro-organismes capables de dégrader la CLD, notamment ceux produisant des corrinoïdes<sup>1</sup> et/ou le coenzyme F430<sup>2</sup>. Ces observations nous ont amenés à supposer que le procédé de méthanisation, qui nécessite principalement un potentiel redox inférieur ou égal à -300 mV<sup>3</sup>, l'absence d'oxygène et la présence de consortia de microorganismes pourrait se révéler une stratégie efficace pour dégrader la CLD et traiter les déchets organiques contaminés.

Afin de valider notre hypothèse, des digestats d'origine animale et végétale issus de méthaniseurs ont été supplémentés à 20 mg.L<sup>-1</sup> de CLD et incubés en conditions mésophiles (37,5°C) et thermophiles (55°C), respectivement. Une approche sacrificielle avec différents temps d'incubation (T0, T5, T20 et T40 jours) a été mise en place pour suivre la dégradation de la CLD et l'apparition de ses PTs. Le suivi de la CLD et de ses principaux PTs dans les digestats a été réalisée via un protocole d'extraction QuEChERS optimisé pour ces matrices suivi d'une double analyse en GC-MS et LC-HRMS.

Les résultats obtenus ont montré que les concentrations en CLD introduites n'ont pas eu d'impact sur la production de biogaz, comme en témoigne une production similaire de méthane entre les digestats dopés en CLD et les témoins sans CLD. Après 40 jours d'incubation, des taux d'abattement de la CLD compris entre 30 et 40% en conditions mésophiles et entre 85 et 90% en conditions thermophiles ont été obtenus. En parallèle, différents PTs ont été détectés et/ou quantifiés, notamment la mono-hydrochlordécone A1 et deux di-hydrochlordécones, appartenant à la famille des hydrochlordécones (C<sub>10</sub>Cl<sub>10-n</sub>O<sub>2</sub>H<sub>2+n</sub>), le pentachloroindène B1 et les deux régio-isomères B3-B4, appartenant à la famille des polychloroindènes (C<sub>9</sub>Cl<sub>6-n</sub>H<sub>2+n</sub>). Des polychloroindènegarboxyliques (famille C, C<sub>10</sub>Cl<sub>5-n</sub>H<sub>3+n</sub>O<sub>2</sub>) ont été également identifiés. Ce profil de PTs ressemble à celui observé dans le cadre des dégradations microbiologiques<sup>4,5</sup>.

La présente étude montre qu'un digestat anaérobie produisant du biogaz peut simultanément induire une transformation efficace de la CLD en différentes familles de PTs. Une deuxième expérience est en cours pour étudier le devenir du chlordécol, également présent dans les déjections des animaux contaminés, et des principaux PTs obtenus (A1 et B1). Le traitement de la biomasse contaminée par un procédé de méthanisation émerge donc comme une solution possible aux problématiques environnementales et énergétiques des Antilles.

Messages-clés :

- 1- Cette étude a fait la preuve de concept de l'intérêt de la méthanisation dans la dégradation de la chlordécone et le traitement de la biomasse contaminée
- 2- La concentration de chlordécone ajoutée n'a pas affectée la production de biogaz
- 3- Une dégradation plus importante a été observée en conditions thermophiles (55°C) avec un taux d'abattement entre 85 et 90%, qu'en conditions mésophiles (37,5°C) avec un taux d'abattement entre 30 et 40%.
- 4- Plusieurs produits de transformation appartenant à différentes familles (A, B et C) sont apparus en conditions mésophiles et thermophiles

Mots-clés :

Chlordécone, produits de transformation, méthanisation, biodégradation, biomasse

Références bibliographiques :

- 1** : Barbance, A., Della-Negra, O., Chaussonnerie, S., Delmas, V., Muselet, D., Ugarte, E., Saaidi, P.-L., Weissenbach, J., Fischer, C., Le Paslier, D., & Fonknechten, N. (2020). Genetic Analysis of *Citrobacter* sp.86 Reveals Involvement of Corrinoids in Chlordecone and Lindane Biotransformations. *Frontiers in Microbiology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.590061>
- 2** : Jablonski, P. E., Pheasant, D. J., & Ferry, J. G. (1996). Conversion of Kepone by *Methanosarcina thermophila*. *FEMS Microbiology Letters*, 139(2–3), 169–173. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.1996.tb08198.x>
- 3** : Moletta, R. (1993) La digestion anaérobie : du plus petit au plus grand, *Biofutur*, janvier, pp. 16-25.
- 4** : Chevallier, M. L., Della-Negra, O., Chaussonnerie, S., Barbance, A., Muselet, D., Lagarde, F., Darii, E., Ugarte, E., Lescop, E., Fonknechten, N., Weissenbach, J., Woignier, T., Gallard, J.-F., Vuilleumier, S., Imfeld, G., Le Paslier, D., & Saaidi, P.-L. (2019). Natural Chlordecone Degradation Revealed by Numerous Transformation Products Characterized in Key French West Indies Environmental Compartments. *Environmental Science & Technology*, 53(11), 6133–6143. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b06305>
- 5** : Lomheim, L., Laquitaine, L., Rambinaising, S., Flick, R., Starostine, A., Jean-Marius, C., Edwards, E. A., & Gaspard, S. (2020). Evidence for extensive anaerobic dechlorination and transformation of the pesticide chlordecone (C<sub>10</sub>Cl<sub>10</sub>O) by indigenous microbes in microcosms from Guadeloupe soil. *PLoS One*, 15(4), e0231219.

Préciser le thème de session scientifique :

- Session 1 : Les apports de la recherche pour caractériser, mesurer et réduire l'exposition
- Session 2 : Les apports des sciences humaines et sociales pour la co-construction de dispositifs d'action publique et leur mise en œuvre
- Session 3 : Les apports de la recherche pour contribuer à la durabilité des filières et des territoires

Préciser s'il s'agit d'une proposition de communication pour :

- Une communication orale
- Un poster