

Oui, la chlordécone est biodégradable : caractérisation de la structure chimique des principaux métabolites issus de la transformation microbologique ou chimique de la chlordécone.

Pierre-Loïc SAAIDI¹, Marion CHEVALLIER¹, Oriane DELLA-NEGRA¹, Sébastien CHAUSSONNERIE¹, Edgardo UGARTE¹, Agnès BARBANCE¹, Delphine MUSELET¹, Loïc COUTURAT¹, Thierry WOIGNIER^{2,3}, Gwenaël IMFELD⁴, Jean WEISSENBACH¹, Nuria FONKNECHTEN¹, Denis LE PASLIER¹

¹ UMR 8030 Génomique métabolique / CEA / Institut de Biologie François Jacob / Genoscope / Université d'Evry Val d'Essonne / Université Paris-Saclay

² Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale (IMBE), Aix Marseille Université, CNRS, IRD, Avignon Université

³ IRD, UMR IMBE, Campus Agro Environnemental Caraïbes B. P. 214 Petit Morne, 97235, Le Lamentin, Martinique

⁴ UMR 7517, Laboratoire d'Hydrologie et de Géochimie de Strasbourg (LHyGeS), Université de Strasbourg/EOST, CNRS

[mail : denis@genoscope.cns.fr](mailto:denis@genoscope.cns.fr)

- Session 1 : Comprendre le devenir et les impacts de la contamination dans l'environnement

La chlordécone (C₁₀Cl₁₀O ou C₁₀Cl₁₀H₂O₂ sous forme hydratée) a une structure polycyclique bishomonocubane. L'étude de la dégradation de la chlordécone est une étape essentielle à toute entreprise de remédiation. Nous avons obtenu plusieurs consortia bactériens capables de transformer la chlordécone en conditions anaérobies et réductrices. Une approche métagénomique des consortia obtenus n'a pas révélé l'existence de bactéries connues ni même de gènes connus pour réaliser une déhalogénéation réductive. Puis, nous avons réussi à isoler plusieurs bactéries anaérobies facultatives du genre *Citrobacter* capables de transformer la chlordécone (1). Nous avons récemment isolé un *Desulfovibrio*, anaérobie strict, qui transforme la chlordécone de la même façon que les *Citrobacter*.

L'utilisation de réactions chimiques biomimétiques de dégradation de la chlordécone (en présence de vitamine B₁₂ par exemple et de réducteurs) ont permis d'obtenir les mêmes métabolites que ceux observés lors de la dégradation microbologique avec les consortia microbiens ou les bactéries isolées. De plus, le développement de protocoles de purification et l'utilisation d'outils analytiques tels que la spectrométrie de masse et la résonance magnétique nucléaire ont permis l'obtention des principaux métabolites purs et l'identification de la structure chimique d'un certain nombre d'entre eux.

Finalement, trois familles de métabolites ont été décrites (2). La famille A correspond à des hydrochlordécones (ayant perdu de un à trois chlores), la famille B à des polychloroindènes (ayant perdus 5 ou 6 chlores) et la famille C comprend les acides polychloroindène-carboxyliques (ayant perdu jusqu'à 8 des 10 chlores de la chlordécone). L'obtention des familles B et C est particulièrement intéressante car leur composés ont une structure qui comporte un

noyau indène attestant de l'ouverture de la cage bishomocubane de la chlordécone. Nous avons montré que l'ensemble des composés B et C sont en équilibre deux à deux. Un mécanisme moléculaire d'ouverture de cette cage basé sur les données expérimentales et théoriques sera proposé.

Une étude du fractionnement isotopique du carbone de la chlordécone a été réalisée en comparant des transformations microbiologiques (consortium bactérien et *Citrobacter* isolé) et des réactions chimiques (en présence de vitamine B₁₂ et de réducteurs ou de fer zéro valent). Cette étude a montré que les mécanismes mis en jeu lors des transformations biologiques ou chimiques sont différents. Nous avons également comparé le rapport isotopique de quatre lots historiques de Kepone® et de Curlone®. Ils s'avèrent être très similaires et suggèrent que la méthode développée pourrait être une façon d'évaluer si une transformation de la chlordécone a lieu dans les sols contaminés (3).

L'obtention des métabolites de la chlordécone avec une très grande pureté est très importante. Elle permet d'étudier la toxicité de ces métabolites. Ces métabolites (marqués ou non à partir de ¹³C chlordécone) sont très utiles car peuvent servir de standards lors de dosages et pour leur détection dans différentes matrices. Des études visant à dégrader ces différents métabolites sont en cours et impliquent divers consortia bactériens et bactéries isolées. Le but ultime est d'obtenir une minéralisation complète de la chlordécone et de comprendre les mécanismes impliqués dans ces transformations.

1. Chaussonnerie S, Saaidi PL, Ugarte E, Barbance A, Fossey A, Barbe V, Gyapay G, Bruls T, Chevallier M, Couturat L, Fouteau S, Muselet D, Pateau E, Cohen GN, Fonknechten N, Weissenbach J, Le Paslier D (2016) Microbial Degradation of a Recalcitrant Pesticide: Chlordecone. *Frontiers in microbiology* 7: 2025.
2. Chevallier M (2017) Etude de la dégradation d'un pesticide persistant: la Chlordécone. Thèse soutenue le 17 novembre 2017. <https://www.biblio.univ-evry.fr/theses/2017/2017SACLE033.pdf>.
3. Chevallier ML, Cooper M, Kummel S, Barbance A, Le Paslier D, Richnow HH, Saaidi PL, Adrian L (2018) Distinct Carbon Isotope Fractionation Signatures during Biotic and Abiotic Reductive Transformation of Chlordecone. *Environmental science & technology*.