

Dégradation microbienne anaérobie du chlordécone dans des microcosmes provenant de sol de Guadeloupe

Line Lomheim, Andrei Starostine, Robert Flick, Amy Li, Luz A. Puentes Jácome, Elizabeth A. Edwards (Département de génie chimique et de chimie appliquée, BioZone, Université de Toronto)
line_lomheim@hotmail.com elizabeth.edwards@utoronto.ca

Suly Rambinaising, Laurent Laquitaine, Corine Jean-Marius, Ronald Ranguin, Sarra Gaspard (Département de Chimie, Laboratoire COVACHIMM2E, pôle Guadeloupe, Université des Antilles)
ramb.suly@gmail.com, sarra.gaspard@univ-ag.fr

L'utilisation de la chlordécone, en tant que matière active entrant dans la composition de pesticides, pour la lutte contre le charaçon noir du bananier, a entraîné une pollution importante des zones agricoles dans les Antilles françaises. Bien que son utilisation soit interdite, depuis 1993, des concentrations importantes de chlordécone, peuvent être mesurées dans certains sols, dans les zones de production de bananes. En effet, la molécule est fortement adsorbée du fait de sa grande hydrophobicité liée à sa structure complexe en bis-homocubanes lui conférant ainsi, une forte persistance. Cependant, dans des conditions réductrices, une réaction chimique abiotique avec la vitamine B₁₂ dégradant la chlordécone en composés apolaires C₉ a été mise en évidence (Schrauzer et al., 1978; Ranguin et al., 2017). La structure de ce dernier est supposée être une «cage ouverte». Plus récemment, ces composés C₉, sous forme de polychloroindènes, ont également été observés comme produits issus de la transformation biologique anaérobie en présence de consortia bactériens isolés et de bactéries du genre *Citrobacter* (Chaussonnerie et al., 2016).

Afin d'étudier la biodégradabilité de la chlordécone, des microcosmes ont été préparés en conditions anaérobies à partir de sols et sédiments contaminés, de Guadeloupe. Les microcosmes ont été incubés et amendés à plusieurs reprises avec de la chlordécone et des donneurs d'électrons (éthanol et acétone) sur une période de 7 ans. Des transferts ont été effectués. La concentration en chlordécone et les produits de dégradation ont été analysés régulièrement en utilisant par LC-MS, montrant dans les microcosmes biologiquement actifs (Figure 1), la formation des mono A1 et di-hydrochlordécone A2 (C₁₀H_{10-n}O₂H_{n+1} n= 1,2), de produits polychloroindènes B1 et B2 (C₉Cl_{5-n}H_{3+n} n=0,1) et polychloroindène carboxylés C1 à C14 (C₁₀Cl_{4-n}O₂H_{4+n}, n=0-4), parallèlement à la diminution de la concentration en chlordécone. Les dérivés de type indène sont issus de la perte de 5 à 9 atomes de chlore. Ces produits de dégradation de la chlordécone, similaires à ceux déjà identifiés lors des transformations biologiques et réductrices par la vitamine B₁₂ (Ranguin et al, 2017; Ranguin, 2015; Chevallier et al., 2018), sont observés au bout de 8 mois et leur concentration augmente au cours de plusieurs années d'incubation. Par contre, ils ne sont pas présents dans les contrôles stériles. Les concentrations en méthane ont aussi régulièrement été suivies en utilisant une GC-FID. Ces métabolites ont aussi été identifiés dans des échantillons de sols contaminés indiquant une possible biodégradation de la chlordécone sur ces parcelles. Les résultats de l'analyse des communautés microbiennes montrent l'enrichissement de plusieurs organismes potentiellement impliqués dans la biodégradation de la chlordécone. L'ADN a été extrait des microcosmes, et les communautés microbiennes ont été analysées par séquençage de l'ARN ribosomique 16S (Illumina MiSeq). Dans deux microcosmes sans méthanogenèse, on observe une abondance forte de *Desulfovibrio* et *Sporomusa*, tandis que dans deux des microcosmes avec production de méthane, on observe l'enrichissement de deux espèces d'*Anaerolineaceae* très similaires (*Pelolinea* et *Leptolinea*), *Bathyarchaeota* et deux méthanogènes (*Methanoregula* et *Methanosaeta*). A la lueur des résultats de cette étude des perspectives en vue d'une possible dépollution par des bactéries issues des sols contaminés de Guadeloupe, peuvent être envisagées.

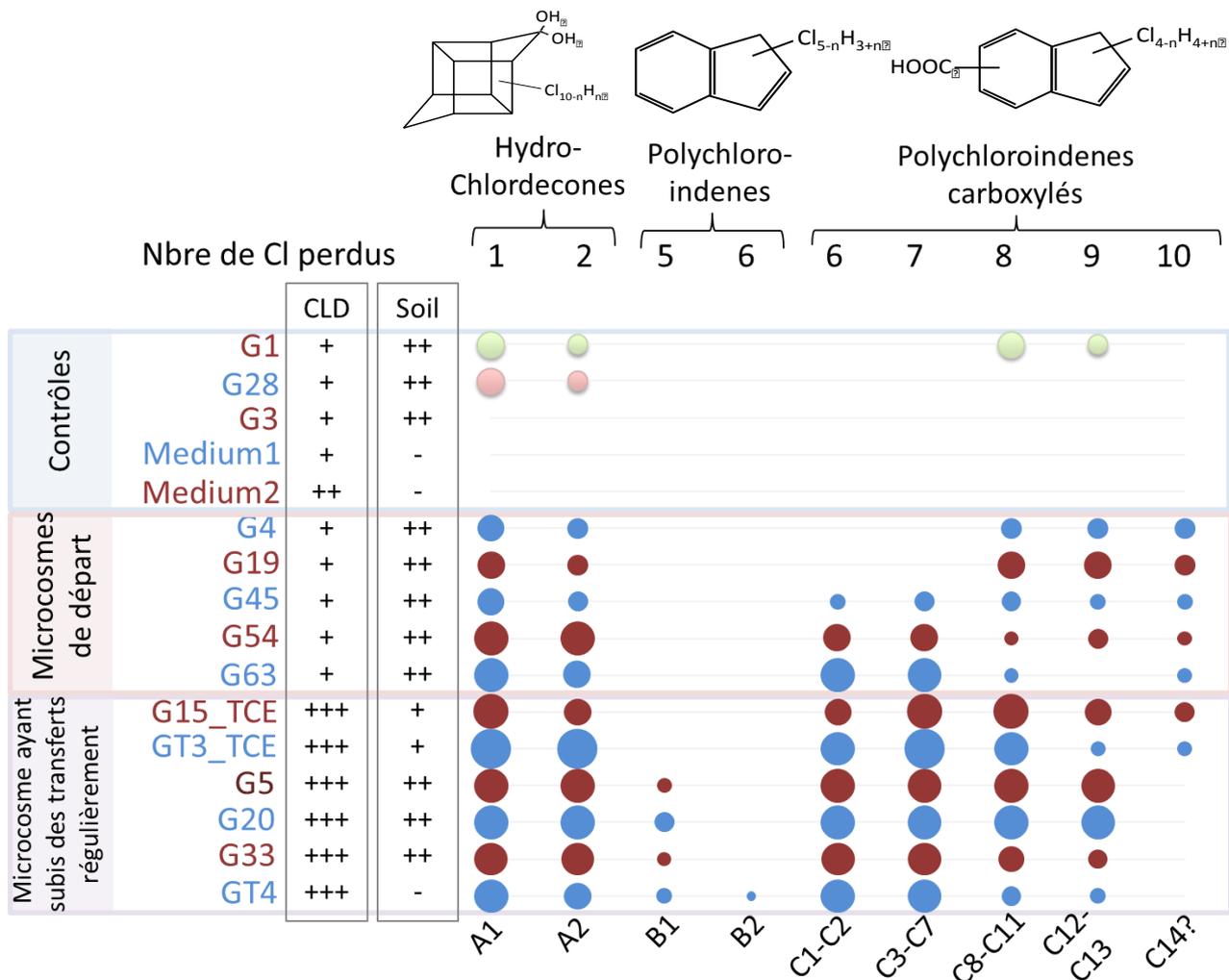


Figure 1 : Produits de dégradation obtenus dans les microcosmes, la taille des cercles correspondant aux aires normalisées des pics obtenus par LC-MS

Bibliographie

- Chaussonnerie, S., Saaidi, P.L., Ugarte, E., Barbance, A., Fossey, A., Barbe, V., Gyapay, G., Brûls, T., Chevallier, M., Couturat, L., Fouteau, S., Muselet, D., Pateau, E., Cohen, G.N., Fonknechten, N., Weissenbach, J., Le Paslier, D., 2016. Microbial degradation of a recalcitrant pesticide: Chlordecone. *Front. Microbiol.* 7.
- Chevallier, M.L., Cooper, M., Kümmel, S., Barbance, A., Le Paslier, D., Richnow, H.H., Saaidi, P.-L., Adrian, L., 2018. Distinct Carbon Isotope Fractionation Signatures during Biotic and Abiotic Reductive Transformation of Chlordecone. *Environ. Sci. Technol.* acs.est.7b05394.
- Chevallier, M. "Etude de la dégradation biologique et chimique d'un pesticide persistant : la chlordécone". Unpublished thesis. PhD thesis (NNT 2017SACLE033). Université Paris-Saclay, France, 2017.
- Ranguin, R. "Optimisation de la quantification de la chlordécone et mise au point d'un procédé de dégradation par des matériaux hybrides carbons actifs-cobalamine. PhD thesis, Université des Antilles".
- Ranguin, R., Durimel, A., Karioua, R., Gaspard, S., 2017. Study of chlordecone desorption from activated carbons and subsequent dechlorination by reduced cobalamin. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 24, 25488–25499.
- Schrauzer, G.N., Nathan Katz, R., 1978. Reductive Dechlorination and degradation of Mirex and Kepone with Vitmain B₁₂.

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