

Premier indice d'une possible dégradation de la chlordécone dans les sols antillais en conditions naturelles (session 1)

Damien DEVAULT^{1,2}, Christophe LAPLANCHE³, Hélène PASCALINE¹,
Sébastien BRISTEAU⁴, Christophe MOUVET⁴, Hervé MACARIE⁵

¹Univ. des Antilles, EA 929 AIHP-GEODE, groupe Biospheres, Schœlcher Cedex, France.

²Univ. Paris Sud, Faculté de Pharmacie, UMR 8079, CNRS, AgroParisTech

³Univ. Toulouse, INP, UPS, CNRS ECOLAB, ENSAT, Av. de l'Agrobiopole, 31326 Castanet Tolosan, France..

⁴BRGM, 3 av. Claude Guillemin, BP6009, 45060 Orléans Cedex, France.

⁵Aix Marseille Université, Univ Avignon, CNRS, IRD, IMBE, Marseille, France et IRD-CAEC, Martinique
herve.macarie@ird.fr

La 5b-hydrochlordécone (5b-hydroCLD), qui se différencie de la chlordécone (CLD) par la présence d'un atome d'hydrogène au lieu d'un chlore sur le carbone 5b (nomenclature CAS) de la cage bishomocubane, a été recherchée et souvent détectée dans les matrices environnementales (sols, eaux de surface et eaux souterraines, sédiments, plantes, tissus animaux dont oiseaux et œufs, crustacées, mollusques et poissons) des zones contaminées par la CLD, notamment aux Antilles (Borsetti et Roach 1978; Harless et al. 1978; Stafford et al. 1978; Carver and Griffith 1979; Orndorff et Colwell 1980; Coat et al. 2011; Martin-Laurent et al. 2014; Clostre et al. 2015).

L'hypothèse avancée jusqu'à récemment pour expliquer sa présence dans ces matrices est qu'elle ne résulte pas d'une déchloration *in situ* de la CLD, mais qu'elle aurait été simplement apportée comme impuretés de synthèse dans les formulations commerciales de CLD (Curlone[®] et Kepone[®]) épandues (Borsetti et Roach 1978; Cabidoche et al. 2009; Coat et al. 2011; Martin-Laurent et al. 2014; Clostre et al. 2015)

L'objectif de cette étude était de déterminer si – et si oui dans quelle mesure – la CLD se dégrade en fait en 5b-hydroCLD dans les sols. Pour tester cette hypothèse, les rapports de concentrations de 5b-hydroCLD et CLD mesurées dans 810 échantillons de sols collectés par la DAAF 972 (Direction de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Forêt de Martinique) et le BRGM sur la période 2006-2012 en Martinique ont été comparés aux rapports mesurés dans 3 échantillons de Curlone[®] utilisées de 1982 à 1993 et un échantillon de Kepone[®] technique ayant servi à la fabrication de la Kepone[®] 5% utilisée de 1972 à 1978 dans la protection des bananeraies aux Antilles.

Les données ont été étudiées à l'aide d'une approche statistique hiérarchique Bayésienne afin de prendre en compte les aléas des mesures et les arrondis dus aux limites de quantification. Les résultats (Fig. 1) montrent une augmentation significative - facteur 25 - du rapport 5b-hydroCLD/CLD dans les sols en comparaison à celui des formulations commerciales ce qui suggère une transformation naturelle de la CLD en 5b-hydroCLD dans les sols de Martinique vu qu'aucune autre des raisons envisagées ne permet de l'expliquer : (1) les formulations commerciales analysées ne seraient pas suffisamment représentatives de l'ensemble des formulations épandues, (2) les propriétés physiques de la 5b-hydroCLD en terme de volatilité et d'hydrophobicité la rendraient moins mobile que la CLD dans la matrice sol, (3) l'excès de 5b-hydroCLD aurait pu se former à partir d'une autre source que la CLD, (4) l'augmentation du rapport serait un artefact analytique dû à des rendements d'extraction de la CLD et de la 5b-hydroCLD différents entre les sols et les formulations commerciales.

Le taux de conversion de la CLD en 5b-hydroCLD, 40 ans après sa première utilisation reste modeste (en moyenne \approx 2% par rapport à la CLD restant dans les sols), mais la 5b-hydroCLD pourrait n'être qu'un intermédiaire en équilibre dynamique dans une chaîne de dégradation et non un produit final de dégradation s'accumulant, d'où sa faible concentration.

La nature biotique ou abiotique de la déchloration ainsi mise en évidence de façon indirecte reste à identifier (voir Devault et al. 2016 pour différentes hypothèses) et une étude mettant en relation les

rapports 5b-hydroCLD/CLD dans les sols avec leurs caractéristiques pédoclimatiques et d'usage serait la bienvenue de façon à identifier d'éventuels facteurs qui pourraient être utilisés pour augmenter la cinétique de la dégradation et permettre à terme de développer peut-être un processus de remédiation.

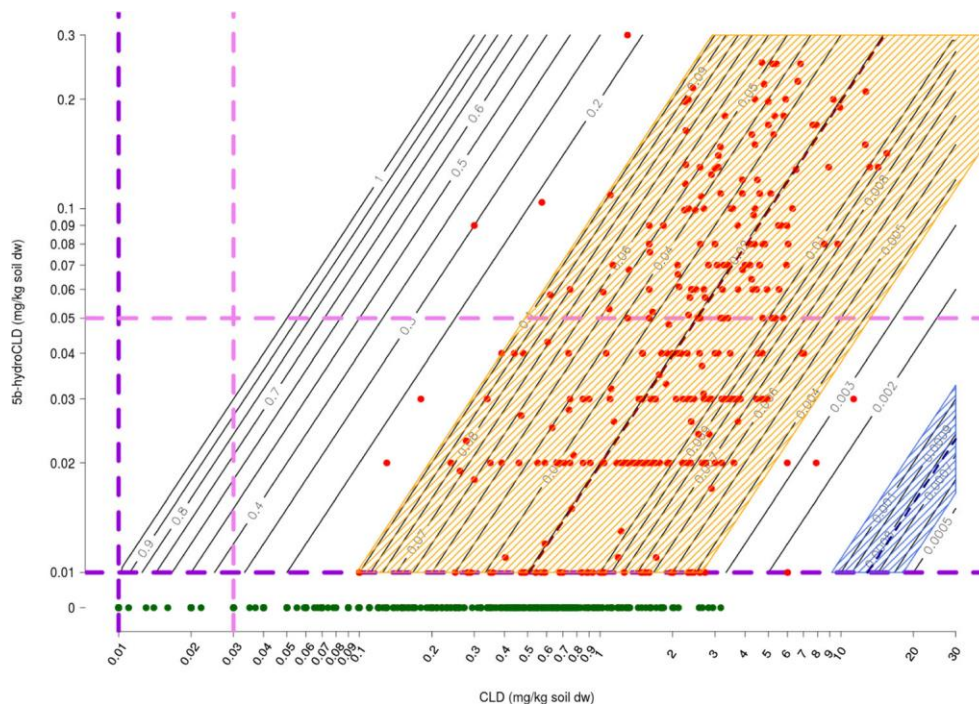


Fig. 1. Concentration en CLD et 5b-hydroCLD (points rouges 5b-hydroCLD quantifiée; points verts non-quantifiée) dans les sols analysés. Ligne oblique = rapport massique 5b-hydroCLD/CLD ; zone hachurée en bleu = intervalle de confiance à 95% de ce rapport dans les formulations commerciales de CLD ; zone hachuré en orange = intervalle de confiance à 95% pour le même rapport dans les sols. La limite de quantification est présentée sous la forme de lignes hachurées (roses pour sols BRGM, violettes pour sols DAAF)

Références

- Borsetti AP, Roach JAG (1978) Identification of Kepone alteration products in soil and mullet. *Bull Environ Contam Toxicol* 20: 211–247
- Cabidoche Y-M, et al. (2009) Long-term pollution by chlordecone of tropical volcanic soils in the French West Indies: a simple leaching model accounts for current residue. *Environ Pollut* 157:1697–1705
- Carver RA, Griffith FD (1979) Determination of Kepone dechlorination products in finfish, oysters and crustaceans. *J Agric Food Chem* 27: 1035–1037
- Clostre F, et al. (2015) Comparative fate of an organochlorine, chlordecone, and a related compound, chlordecone-5b-hydro, in soils and plants. *Sci Total Environ* 532: 292-300.
- Coat S, et al. (2011) Organochlorine pollution in tropical rivers (Guadeloupe): role of ecological factors in food web bioaccumulation. *Environ Pollut* 159:1692–1701
- Devault et al. (2016) Natural transformation of chlordecone into 5b-hydrochlordecone in French West Indies soils: statistical evidence for investigating long-term persistence of organic pollutants. *Environ Sci Pollut Res* 23: 81-97.
- Martin-Laurent F, et al. (2014) Detection and quantification of chlordecone in contaminated soils from the French West Indies by GC-MS using the $^{13}\text{C}_{10}$ -chlordecone stable isotope as a tracer. *Environ Sci Pollut Res* 21: 4928–4933
- Orndorff SA, Colwell RR (1980) Microbial transformation of Kepone. *Appl Environ Microbiol* 39: 398–406
- Stafford CJ, Reichel WL, Swineford DM, Prouty RM, Gay ML (1978) Gas-liquid chromatographic determination of Kepone in field-collected avian tissues and eggs. *J Assoc Official Anal Chem* 61: 8–14