

Influence des procédés de traitement sur les composés traces organiques

Dominique PATUREAU¹, Quentin AEMIG^{1,2}, Gwenaëlle LASHERMES², Marjolaine DESCHAMPS², Sabine HOUOT²

¹ INRA, LBE, 11100 Narbonne

² INRA, UMR ECOSYS, INRA-AgroParisTech, Université Paris-Saclay, 78850 Thiverval Grignon

Mots clefs : Procédés de traitement, Compostage, Méthanisation, Composés traces organiques

Les PRO épandus en agriculture pour recycler les éléments nutritifs qu'ils contiennent et contribuer à l'entretien humique des sols peuvent être porteurs de différents types de contaminants organiques, inorganiques et biologiques. Les composés traces organiques (CTO) appartiennent à de nombreuses familles chimiques et présentent des propriétés physico-chimiques et des réactivités biologiques différentes. De par leur nature organique, ils sont potentiellement dégradables plus ou moins rapidement. Ce critère de persistance conduit à distinguer [1] :

- les contaminants dits persistants, dont la dégradation est très lente (temps de demi-vie au bout duquel la concentration des contaminants à diminuer de moitié, DT50, de plusieurs mois). Appartiennent à cette catégorie : les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et polychlorobiphenyls (PCB), seuls CTO retenus dans les réglementations qui cadrent les épandages agricoles, les dioxines et furanes, les retardateurs de flammes, des composés fluorés et certains produits pharmaceutiques (triclosan, triclocarban, fluoxétine, carbamazépine)
- les contaminants dits non persistants, qui se dissipent rapidement : leurs demi-vies sont de quelques jours. Relèvent de cette catégorie : des surfactants (LAS), pharmaceutiques (ibuprofène, diclofenac, sulfaméthazine), les hormones.
- Entre ces deux classes, certains contaminants sont considérés comme moyennement persistants : c'est le cas d'antibiotiques (triméthoprime, ciprofloxacine, sulfaméthoxazole, tétracyclines), des nonylphenols, de phtalates.

L'intense activité biologique qui se développe au cours des traitements des PRO par compostage ou méthanisation, peut s'accompagner d'une évolution des concentrations en CTO. Lorsque la concentration diminue, on parle de **dissipation** des molécules. Cette diminution des concentrations peut être due à plusieurs processus qui sont très rarement différenciés: **volatilisation**, véritable **dégradation** de la molécule, mais également développement de fortes interactions entre le contaminant et la matrice organique des PRO qui le rend inextractible par les réactifs utilisés pour l'analyse. On parle alors de **résidus liés**. Par ailleurs la dégradation peut être partielle, avec formation de **produits de transformation** ou complète (on parle alors de **minéralisation** complète des contaminants sous forme de CO₂).

Quand la dégradation des matières organiques se fait plus vite que la dissipation des CTO, on peut observer une augmentation des concentrations en CTO. La figure 1 présente une synthèse de résultats collectés dans la bibliographie concernant la mesure de dissipation de HAP et de PCB au cours du compostage. On observe le plus souvent la dissipation des HAP mais plutôt un phénomène d'augmentation des concentrations pour les PCB.

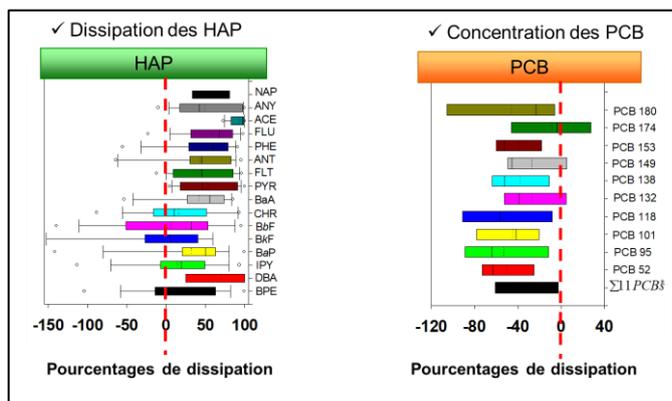


Figure 1 : Synthèse de résultats bibliographiques sur l'évolution des concentrations en HAP et PCB au cours du compostage. Globalement, on observe une dissipation des HAP mais plutôt un phénomène d'augmentation des concentrations pour les PCB [2].

Lors de **compostage** expérimentaux au laboratoire, le marquage isotopique des contaminants organiques permet de préciser les processus de dissipation des contaminants organiques. Ainsi la dissipation de CTO facilement dégradables comme des LAS (alkylbenzene sulfonate linéaire) correspond véritablement à la minéralisation en CO₂ de la molécule alors que la dissipation du nonylphénol est due à la formation de résidus liés associés à la matière organique au cours du compostage. Se pose alors la question du relargage de ces molécules lors de la dégradation des matières organiques après apport au sol. Sur des plateformes de compostage industrielles, le criblage entre phases de fermentation et de maturation peut également contribuer à la dissipation qui n'est plus biologique mais liée à l'élimination physique des phases porteuses des contaminants lors du criblage.

Au cours de la **méthanisation**, on observe plutôt une augmentation des concentrations en CTO. Ceci est lié à la dégradation plus lente des CTO par rapport à la matière organique totale en conditions anaérobies lors de la méthanisation. Ainsi le suivi des teneurs en pharmaceutiques sur une filière de méthanisation puis compostage de boue d'épuration urbaine montre une augmentation des teneurs pendant la méthanisation puis une très nette diminution lors du compostage (Figure 2). Dans ce cas, l'addition de déchets verts lors de la constitution du mélange initial avant compostage explique en grande partie la dissipation des pharmaceutiques.

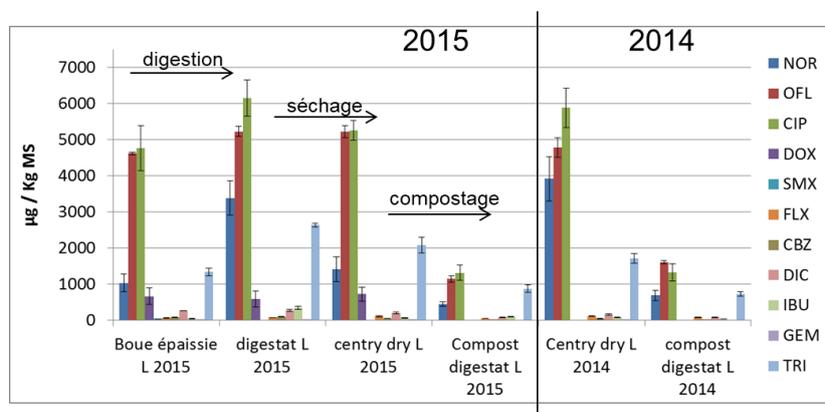


Figure 2 : Evolution des concentrations en pharmaceutiques au cours d'une filière de traitement de boue d'épuration urbaine : Boue épaisse puis méthanisée, puis séchée puis compostée. Les analyses ont été effectuées en 2014 et 2015. ¹

Comme pendant le compostage, on observe une évolution conjointe de la matière organique et des CTO au cours du procédé biologique. Au cours du traitement, la matière organique labile est dégradée pour produire du biogaz. La matière organique résiduelle évolue vers des formes plus stabilisées. Parallèlement, un CTO tel que le fluoranthène (ex de HAP) reste plutôt associé à des formes plutôt accessibles et biodégradables. Le HAP reste donc accessible à l'activité biologique de dégradation. En revanche au cours du compostage, le HAP est associé aux formes stabilisées de la matière organique et donc *a priori* peu disponible [3].

Dans le site **PRO'spective**, les teneurs en CTO sont en général plus faibles dans les PRO compostés par rapport aux mêmes PRO non compostés. En revanche, si les teneurs en pharmaceutiques sont très faibles dans le digestat, on a plutôt tendance à observer une augmentation des teneurs en pharmaceutiques par rapport au substrat initial, comme classiquement observé.

[1] Patureau et al. (2014) . *Expertise scientifique Collective. Rapport. INRA-CNRS-Irstea. Coordination Houot S. et al.* 930 p.

[2] Lashermes (2010). Thèse de Doctorat AgroParisTech, ABIES, soutenue le 16 avril 2010, 204 p.

[3] Aemig (2014). Thèse de Doctorat, SPSA (Université Montpellier II), soutenue le 15 décembre 2014.

¹ Patureau et al. : Projet ONEMA RisquPRO (2013-2015)