

RESUME

Les activités industrielles sont à l'origine d'un grand nombre de sites et sols pollués en France. Parmi les polluants retrouvés, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), notamment ceux de haut poids moléculaire, posent un réel problème environnemental et de santé publique en raison de leur toxicité et de leur persistance dans les sols. Les techniques biologiques de remédiation qui stimulent la dégradation microbienne des HAP en utilisant des plantes (phyto/rhizoremédiation), des nutriments (biostimulation), ou encore des microorganismes (bioaugmentation), apparaissent comme des stratégies intéressantes car elles sont plus respectueuses de l'environnement et moins onéreuses que les méthodes physico-chimiques. Dans ce contexte, la capacité de la plante *Miscanthus x giganteus* (MxG) à améliorer la dissipation du benzo(a)anthracène (BaA), un HAP de haut poids moléculaire peu étudié en remédiation, a été évaluée par une approche pluridisciplinaire en réalisant deux types d'expérimentations à partir d'un sol artificiellement contaminé. La première a consisté à analyser l'influence rhizosphérique de la plante (phyto/rhizoremédiation) au cours d'une période de 12 mois. Les résultats ont montré que la présence de MxG conduisait en fin d'exposition à une réduction 3 fois plus importante de la teneur en BaA dans le sol grâce à une augmentation de la biodisponibilité du contaminant et à un effet positif sur les communautés microbiennes *via* une modification de leur diversité et une augmentation de leur densité de gènes ARNr 16S et PAH-RHD α GP. Afin d'améliorer la compréhension de ce phénomène, une deuxième expérimentation a été mise en place sur une durée de 105 jours dans le but d'étudier spécifiquement l'influence de certaines molécules exsudées au niveau du système racinaire de la plante (biostimulation) et de microorganismes spécifiques, associés à sa rhizosphère, ayant la capacité de dégrader le BaA (bioaugmentation). Ces essais ont témoigné de la complexité des mécanismes rhizosphériques et de la nécessité d'approfondir ce type d'analyses afin d'améliorer la compréhension des processus de biodégradation dans la rhizosphère de la plante. L'ensemble de ces résultats a alors montré que MxG était une candidate idéale pour la phyto/rhizoremédiation de sols contaminés par des HAP de haut poids moléculaires mais que des études supplémentaires étaient encore nécessaires pour comprendre les processus intervenant dans sa rhizosphère.

Mots clés : *phyto/rhizoremédiation, bioaugmentation, biostimulation, Miscanthus x giganteus, benzo(a)anthracène, sol, écologie microbienne*

ABSTRACT

Industrial activities result of a large number of contaminated sites and soils in France. Among the pollutants found, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), and especially those of high molecular weight, are a real environmental and public health problem because of their toxicity and persistence in soils. Biological remediation techniques which stimulate microbial degradation of PAHs using plants (phyto/rhizoremediation), nutrients (biostimulation), or microorganisms (bioaugmentation), appear as interesting strategies because they are more environmental friendly and less expensive than physico-chemical methods. In this context, the ability of the plant *Miscanthus x giganteus* (MxG) to improve benzo(a)anthracene (BaA) dissipation, a high molecular weight PAH few studied in remediation, was assessed with a multidisciplinary approach through two types of experimentations using an artificially contaminated soil. The first one was to analyze the rhizospheric influence of the plant (phyto/rhizoremediation) over a period of 12 months. Results showed that the presence of MxG led to a 3-fold reduction in BaA concentration in soil at the end of exposure thanks to an increase in pollutant bioavailability, and a positive effect on microbial communities due to a modification of their diversity and an increase in their 16S rRNA and PAH-RHD α GP genes density. In order to improve the understanding of this phenomenon, a second experiment was carried out for 105 days to study specifically the influence of certain molecules exuded in the plant's root system (biostimulation), and specific microorganisms associated with its rhizosphere having the capacity to degrade BaA (bioaugmentation). These tests demonstrated the complexity of rhizospheric mechanisms, and the necessity to explore this type of analysis to improve the understanding of biodegradation processes in plant rhizosphere. All these results showed that MxG was an ideal candidate for phyto/rhizoremediation of soils contaminated with high molecular weight PAH, but that further studies were still needed to understand processes involved in its rhizosphere.

Keywords: *phyto/rhizoremediation, bioaugmentation, biostimulation, Miscanthus x giganteus, benzo(a)anthracene, soil, microbial ecology*