

Les résidus de bauxite de Provence : propriétés physico-chimiques et influence sur la formation et le fonctionnement des sols

Résumé : Les résidus de bauxite, plus communément appelés boues rouges, sont des sous-produits générés lors de l'extraction de l'alumine à partir du minerai de bauxite via le procédé Bayer. En France, ces résidus ont été et sont toujours produits en grande quantité depuis la fin du XIX^{ème} siècle. En raison de l'utilisation de soude, ces résidus présentent des caractéristiques physico-chimiques extrêmes, à savoir de fortes valeurs de pH, de salinité et de sodicité. Leur texture très fine, composée principalement d'oxy-hydroxydes de fer et d'aluminium, leur structure argileuse et leur pauvreté en éléments nutritifs (C, N, P, K, Mg etc.) en font un substrat hostile à l'implantation de la vie. De plus, la présence en concentrations parfois fortes de certains éléments traces métalliques et métalloïdes est une source d'inquiétude quant à leurs potentiels effets néfastes sur l'environnement et la santé humaine. L'objectif principal de ces travaux a été de caractériser certains résidus de bauxite provençaux ainsi que leurs effets sur les communautés végétales et microbiennes édaphiques. Les résultats issus d'approches écosystémiques et d'expériences de laboratoire en conditions contrôlées ont permis d'établir que la conductivité électrique, et donc la teneur en sodium, étaient les principaux facteurs responsables de la toxicité des résidus de bauxite sur la structure et les fonctions des communautés microbiennes, mais aussi sur la capacité de ces résidus à être colonisés par des végétaux. De plus, il a été montré que certains résidus étaient plus toxiques que d'autres, en fonction du procédé industriel mis en œuvre, de la provenance du minerai, mais aussi du mode de gestion des résidus. Lors de l'approche écosystémique, une biodiversité particulière a pu être observée sur un crassier colonisé par de la végétation, tant à du point de vue des plantes que des microorganismes. Ainsi, des espèces halo/alcalophiles, généralement inféodées à des milieux salés et/ou alcalins, notamment littoraux, ont pu être inventoriées. Ces espèces n'étaient pas observables dans les environnements situés à proximité immédiate du crassier étudié, et souligne le caractère atypique des écosystèmes se développant sur ce type de substrat. Fort de ces observations, et dans le but d'optimiser la formation de technosols à partir de ces résidus miniers, leur modification à l'aide de gypse a été choisie pour réduire les valeurs de pH, de salinité et de sodicité. En complément, des intrants organiques issus de l'économie circulaire locale ont été utilisés pour constituer un apport en nutriments. Cette démarche a permis d'obtenir des résultats encourageants pour la remédiation des résidus et initier leur transformation en sols fonctionnels. Toutefois, certains intrants se sont avérés plus efficaces que d'autres pour permettre la mise en place de biocénoses. Certaines espèces utilisées lors de cette expérience, issues de la banque de graine provenant de sols de crassiers, se sont également bien développées dans certaines modalités, et pourraient être valorisées lors de la mise en place de méthodes de gestion de ces crassiers à plus grande échelle.

Jury :

Rapporteuse 1. Mme Corinne Leyval : Directrice de recherches, CNRS

Rapporteuse 2. Mme Siobhan Staunton : Directrice de recherches, INRAE

Examineur 1. M. Ronan Courtney : Lecturer, University of Limerick

Examineur 2. M. Thierry Gauquelin : Professeur, Aix-Marseille Université

Directeur. M. Stéven Criquet : Maître de conférences, HDR, Aix-Marseille Université