

Problèmes naturels et phénomènes environnementaux étudiés par la spectrométrie Mössbauer

Par Laurent Charlet

La spectrométrie Mössbauer a permis d'identifier des taux et mécanismes réactionnels importantes dans l'environnement. Ces réactions remplissent des fonctions essentielles telles que l'immobilisation de nombreux contaminants métalliques ou radioactifs, et l'élimination des nitrates. Des recherches récentes ont révélé la présence dans ces écosystèmes de composés redox-actifs à base de fer dont les propriétés redox étaient jusqu'à présent méconnues. Ces substances sont souvent métastables (c'est-à-dire des phases solides non équilibrées) et peuvent à la fois donner et accepter des électrons. Elles sont hautement redox-réactives et peuvent agir comme des biogéobatteries en stockant temporairement des électrons. La réactivité du fer dans divers réservoirs (aquifères, sols, sédiments, argilites) est donc dictée par des solides contenant du fer et dotés de rapports surface sur volume élevés. La capacité de ces surfaces à interagir chimiquement, par le biais de mécanismes de complexation de surface et d'échange de ligands, avec des réducteurs tels que le Fe^{II} et avec des oxydants tels que Se, As, U, Tc, Co, Eu et l'oxygène facilite le transfert d'électrons. Différents chemins réactionnels ont été évalués sur la base d'expériences de laboratoire pour modéliser le devenir de ces contaminants dans des systèmes anoxiques naturels (lacs stratifiés, sols hydromorphes) et artificiels (site de stockage de déchets nucléaires). Le Fe^{II} présent dans la structure des oxydes (la magnétite) et dans les sulfures (pyrite et mackinawite), ainsi que les complexes de surface du Fe^{II} formés sur les bords des minéraux argileux, sont des réducteurs très efficaces d'un point de vue tant thermodynamique que cinétique. La recharge de la nano-magnétite par le Fe ferreux aqueux est enfin explorée.