UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

Laboratoire d'Hydrologie et de Géochimie de Strasbourg

Ivan TOLONI

Transport de nanoparticules de TiO_2 en milieux poreux saturés et non saturés : expériences et modélisation

Résumé

Le transport de nanoparticules (NP) de dioxyde de titane (TiO2) manufacturées a été étudié dans un milieu poreux sous différentes conditions de saturation, vitesse d'écoulement et force ionique (IS). Les courbes de percée montrent que la quantité de NP retenue diminue quand la vitesse d'écoulement augmente, et qu'elle est influencée par la teneur en eau en présence d'une IS plus grande que 3 mM KCl. On peut supposer que l'interface entre eau et air (AWI) ne retient pas de NP en présence d'IS supérieurs ou égaux à 3 mM KCl.

Les courbes de percées des expériences conduites en présence d'une IS de 5 mM, influencées par les profils de teneur en eau et de vitesse, ont été modélisées. Le modèle de transport 3P, qui tient en compte l'AWI et les effets de la vitesse, a été développé pour décrire la rétention des NP. Ce modèle dépend de trois paramètres et du profil de teneur en eau, modélisé à travers les paramètres hydrodynamiques identifiés auparavant. Le modèle 3P donne lieu à une meilleure description des données par rapport à celle du modèle classique, souvent utilisé en littérature. Il peut d'ailleurs être utilisé en milieu saturé comme insaturé.

Mots-clés : nanoparticules, dioxyde de titane, milieu poreux, rétention, transport, AWI, modélisation

Résumé en anglais

The transport of manufactured titanium dioxide (TiO2, rutile) nanoparticles (NP) in porous media was investigated under different saturation, water velocity and ionic strength (IS) conditions. The breakthrough curves show that the amount of retained NPs decreases when the water velocity increased and that TiO2 NP retention is influenced by the water content for values of IS larger than 3 mM KCl. It can be assumed that the interface between air and water (AWI) does not retain TiO2 NP for IS equal to, or smaller than, 3 mM KCl.

The breakthrough curves with an IS of 5mM KCl, influenced by water content profile and water velocity profile, were modeled. The 3P transport model was developed to describe the retention of TiO2 NP, taking into account the AWI and the effects of the water velocity. This model depends on three parameters and takes into account the water content profile of the porous medium, modeled through the previously identified hydrodynamic parameters. The 3P model provides a better data description than the classic Langmuirian retention model, often used in the literature. Moreover, it can be applied under both saturated and unsaturated conditions.

Key words: nanoparticles, titanium dioxide, porous medium, retention, transport, AWI, modeling