

Etude structurale et physico-chimique des interactions entre une matrice Hydroxydes Doubles Lamellaires MgAl et des anions orthophosphate

A. Jourdain¹, U. Gro Nielsen², C. Taviot-Guého¹, V. Prévot¹, C. Forano¹

1. Université Clermont-Auvergne, CNRS, Clermont Auvergne INP, Institut de Chimie de Clermont-Ferrand, 24, Avenue Blaise Pascal, 63178 Aubière, France

2. University of Southern Denmark, Department of Physics, Chemistry and Pharmacy, Campusvej 55, 5230 Odense, Denmark

Courriel : alexandra.jourdain@uha.fr

Le phosphore (P), qui est un nutriment essentiel à la croissance des plantes, est considéré comme une ressource critique par l'Union Européenne en raison de la disponibilité limitée du phosphate minéral et sa dissémination intensive cause une pollution importante des réservoirs d'eau. C'est pourquoi sa récupération pour l'assainissement des réservoirs d'eau et son recyclage deviennent importants.

Les Hydroxydes Doubles Lamellaires (HDL) possèdent d'intéressantes propriétés d'échange anionique et une forte affinité pour les anions phosphates, ce qui en fait des matrices de choix pour la récupération et la réutilisation du phosphore [1][2]. Ainsi, de nombreux travaux de la littérature traitent des propriétés d'adsorption des phases HDL vis-à-vis des anions orthophosphate pour la dépollution ou la récupération de ces oxoanions [3]. Plus récemment, les phases HDL phosphatées ont également été étudiées afin d'envisager une dissémination plus raisonnée des nutriments dans les sols et notamment en tant que fertilisants à libération lente basés sur les propriétés d'échange anionique de ces composés lamellaires [1][2]. Quelle que soit l'application visée, une description approfondie de la structure des phases MgAl-HDL-phosphate est nécessaire pour permettre la compréhension des propriétés de ces matrices. Or dans la littérature, une multitude de structure différentes en DRX sont relatées pour des phases MgAl-HDL-phosphate, dont la description est souvent succincte.

L'étude présentée ici vise en fonction des conditions de préparation mises en œuvre, à proposer une description détaillée des caractéristiques structurales de différentes phases MgAl-HDL-phosphate et de leur comportement dans l'optique de mieux comprendre les interactions entre phosphate et HDL à l'aide d'une approche multi-technique (microscopie, DRX, ICP-OES, FTIR, RMN du solide, PDF...). Le travail présenté montre la complexité du mécanisme d'adsorption des phosphates par les HDL et confirme la diversité des structures obtenues (Figure 1).

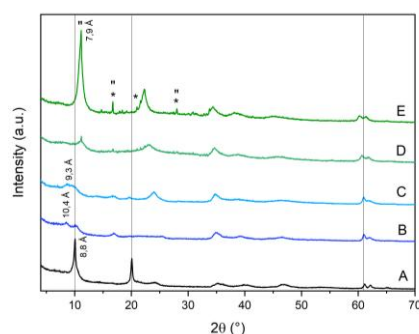


Figure 1. Diffractogrammes des Rayons X de phases phosphatées : Mg₂Al grandes particules (~2 μm) A ; Mg₂Al moyennes particules (~200 nm) B ; Mg₂Al nanoparticules (~100 nm) C ; Mg₃Al D ; Mg₄Al E

Remerciements :

Cette étude a été financée par le Fond Européen de Développement Régional.

Références :

- [1] Bernardo M.P. (2018) *Controlled Release of Phosphate from Layered Double Hydroxide Structures: Dynamics in Soil and Application as Smart Fertilizer*. ACS Sustainable Chem. Eng.
- [2] Everaert M., (2016) *Phosphate-Exchanged Mg-Al Layered Double Hydroxides: A New Slow Release Phosphate Fertilizer*. ACS Sustainable Chem. Eng.
- [3] Keyikoglu R., (2022) *Layered double hydroxides for removing and recovering phosphate: Recent advances and future directions*. Adv Colloid Interface Sci.

Structural and physicochemical study of the interactions between MgAl Layered Double Hydroxides and orthophosphate anions

A. Jourdain¹, U. Gro Nielsen², C. Taviot-Guého¹, V. Prévot¹, C. Forano¹

3. Université Clermont-Auvergne, CNRS, Clermont Auvergne INP, Institut de Chimie de Clermont-Ferrand, 24, Avenue Blaise Pascal, 63178 Aubière, France

4. University of Southern Denmark, Department of Physics, Chemistry and Pharmacy, Campusvej 55, 5230 Odense, Denmark

e-mail : alexandra.jourdain@uha.fr

Phosphorus (P), which is an essential nutrient for plant growth, is considered a critical resource by the European Union due to the limited availability of mineral phosphate and its intensive dissemination causes significant pollution of water reservoirs. Therefore, its recovery for the sanitation of water reservoirs and its recycling are becoming important.

Layered Double Hydroxides (LDH) have interesting anion exchange properties and a strong affinity for phosphate anions, which make them the matrices of choice for phosphorus recovery and reuse [1][2]. Thus, many works in the literature address the adsorption properties of LDH phases towards orthophosphate anions for the remediation or recovery of these oxoanions [3]. More recently, phosphate LDH phases have also been studied to consider a more resilient dissemination of nutrients in soils, especially as slow release fertilizers based on the anion exchange properties of these lamellar compounds [1][2]. Whatever the application, a thorough description of the structure of the MgAl-HDL-phosphate phases is necessary to understand the properties of these matrices. However, in the literature, a multitude of different XRD structures are reported for MgAl-HDL-phosphate phases, whose description is often brief.

The study presented here aims at proposing a detailed description of the structural characteristics of different MgAl-LDH-phosphate phases and their behavior, depending on the preparation conditions used, in order to better understand the interactions between phosphate and HDL using a multi-technique approach (microscopy, XRD, ICP-OES, FTIR, solid state NMR, PDF...). The presented work shows the complexity of the phosphate adsorption mechanism by LDH and confirms the diversity of the obtained structures (Figure 1).

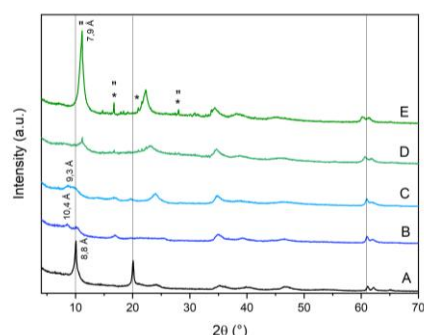


Figure 1. X-ray diffractograms of phosphate phases: Mg₂Al large particles (~2 μm) A); Mg₂Al medium particles (~200 nm) B); Mg₂Al nanoparticles (~100 nm) C); Mg₃Al D); Mg₄Al E)

Acknowledgements:

This study was funded by the European Regional Development Funding.

References :

- [1] Bernardo M.P. (2018) *Controlled Release of Phosphate from Layered Double Hydroxide Structures: Dynamics in Soil and Application as Smart Fertilizer*. ACS Sustainable Chem. Eng.
- [2] Everaert M., (2016) *Phosphate-Exchanged Mg-Al Layered Double Hydroxides: A New Slow Release Phosphate Fertilizer*. ACS Sustainable Chem. Eng.
- [3] Keyikoglu R., (2022) *Layered double hydroxides for removing and recovering phosphate: Recent advances and future directions*. Adv Colloid Interface Sci.

