

EFFECT OF THE SAFI CLAY ADDITION ON THE MINERALOGICAL TRANSFORMATIONS OF THE WASHED PHOSPHATES SLUDGE

M. Harech^{1*}, M. Mesnaoui¹, Y. Abouliatim², Y. Elhafiane³, A. Benhammou²,
A. Abourriche², A. Smith³, L. Nibou²

¹ *Laboratoire Sciences des Matériaux Inorganiques et leurs applications : Equipe Chimie de la Matière Condensée et de l'Environnement, ECMCE, FSSM, Université Cadi Ayyad*

² *Laboratoire Matériaux Procédés Environnement Qualité, LMPEQ, ENSA de Safi, Université Cadi Ayyad*

³ *Institut de recherche sur les céramiques, IRCER - UMR 7315, Université de Limoges. Centre Européen de la Céramique, 12 rue Atlantis, 87068 Limoges Cedex, France*

Abstract:

Washed phosphates sludge (WPS) consists of very fine particles that form during the washing of phosphate ore. The objective of this work is to study phase's evolution of the WPS, the Safi clay and their mixture during a heat treatment up to 1050 °C. The ultimate goal is the enhancement of WPS in the field of ceramic materials.

Keywords: Washed Phosphates Sludge, Safi Clay, Ceramic, Environment.

1. INTRODUCTION

La transformation des phosphates en engrais au Maroc représente un secteur industriel important. C'est un contributeur majeur à l'économie du pays [1].

Les recherches scientifiques sur les phosphates sont largement documentées pour développer de nouveaux produits. Mais face à ce développement, les mines de phosphates produisent des millions de tonnes de sous-produits au cours de leur exploitation minière (concassage, criblage, lavage, flottation, etc...) [2].

Au cours des 10 dernières années, la valorisation potentielle des sous-produits des mines de phosphate est devenue une question de la plus haute importance. Plusieurs auteurs se sont intéressés à la valorisation de la boue phosphatée (BLP), rejetée lors du processus de lavage par purification des phosphates bruts [3][4].

L'objectif de ce travail est d'étudier l'évolution des phases de la BLP, de l'argile de Safi puis de leur mélange lors d'un traitement thermique jusqu'à 1050°C. Le but ultime est la valorisation de la BLP, considérée jusqu'à ce jour comme étant un déchet, dans le domaine des céramiques techniques et/ou de grande diffusion.

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

La composition chimique en pourcentages massiques de l'argile de Safi et de la BLP est présentée dans le tableau 1.

L'analyse par Diffraction des rayons X sur poudres des deux matières premières brutes (BLP et argile de Safi) révèle que les principaux minéraux de l'argile de Safi sont l'illite $(K,H_3O)(Al,Mg,Fe)_2(Si,Al)_4O_{10}[(OH)_2,(H_2O)]$, la Kaolinite $(Al_2Si_2O_5(OH)_4)$, la Dolomie $(CaMg(CO_3)_2)$, la Calcite $(CaCO_3)$ et le Quartz (SiO_2) . Quant à la BLP, elle est constituée essentiellement de la Francolite qui est une Fluorapatite carbonatée de formule générale $Ca_5[(PO_4,CO_3)_3]F$, la Dolomite $(CaMg(CO_3)_2)$, le Quartz (SiO_2) et la Calcite $(CaCO_3)$.

Les diffractogrammes des deux matières premières étudiées ainsi que de leur mélange (0%, 25%, 50%, 75% et 100%) après traitement thermique à 1050 °C sont présentés sur la figure 1.

Tableau 1: Composition chimique de l'argile de Safi et de la BLP

	CaO	SiO ₂	P ₂ O ₅	MgO	Al ₂ O ₃	SO ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	PAF
BLP	31,44	27,48	16,83	2,90	2,41	1,26	0,93	0,42	0,30	0,19	15,64
Argile de Safi	3,94	52,79	0,17	2,53	17,44	-----	5,85	4,62	0,42	-----	11,7

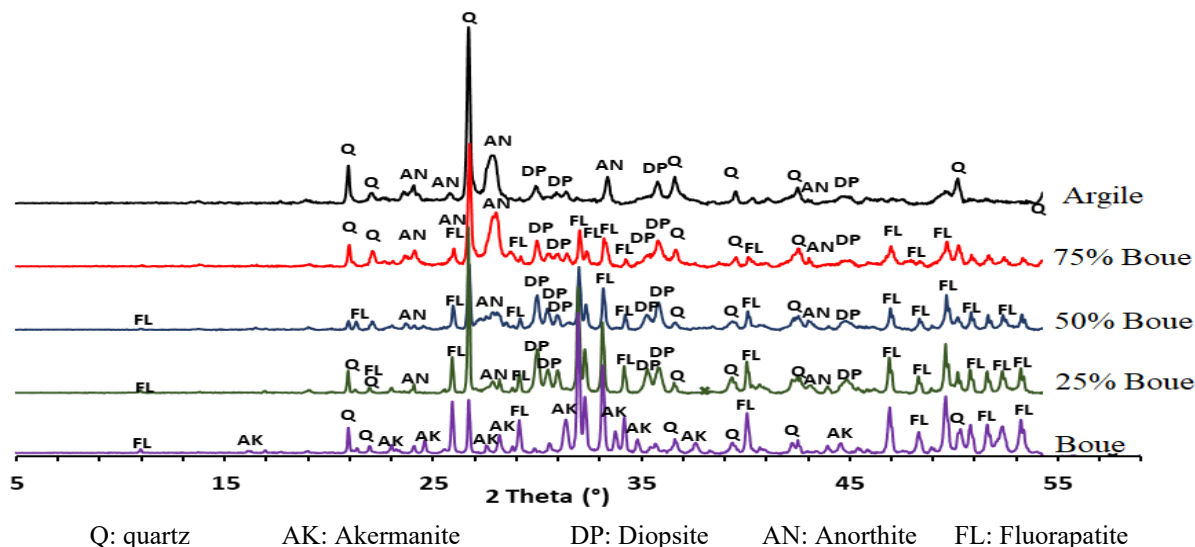


Fig 1: Diffractogrammes des mélanges à 1050°C.

La boue traitée à 1050°C contient le Quartz, la Fluoroapatite, ainsi que les premiers signes de la formation de l'Akermanite ($\text{Ca}_2\text{Mg}[\text{Si}_2\text{O}_7]$). L'argile contient le Quartz, l'Anorthite ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) et des traces du diopside ($\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$). L'ajout de la boue à l'argile apporte des changements remarquables au niveau des phases formées, à savoir : (1) la disparition de l'Akermanite et (2) la formation de la Diopside.

La compétition entre la formation de la Diopside et l'Akermanite au cours du chauffage est influencée par la composition et la thermodynamique du système. En effet, la concentration en SiO_2 devient importante lors de l'enrichissement des mélanges en argile. De ce fait, le rapport MO/SiO_2 diminue favorisant la formation de métasilicates. À faible taux d'argile, comme la composition chimique de la BLP renferme une forte teneur en CaO, le rapport MO/SiO_2 est important. Dans cette situation, la formation de pyrosilicate a été nettement favorisée.

4. CONCLUSION

Ce travail a pour but la caractérisation minéralogique de la BLP et l'étude de son comportement seule et après mélange avec l'argile de Safi lors d'un traitement thermique à 1050°C. Il en ressort que la boue est composée principalement du Quartz, Calcite, Dolomite et de la Francolite, tandis que l'argile contient le Quartz, Illite, Kaolinite, Dolomite et Calcite. La caractérisation minéralogique des mélanges a montré que la cristallisation des métasilicates est favorisée dans les mélanges BLP- Argile. Par conséquent la formation de la Diopside limite la cristallisation de l'Arkermanite.

La présence des phases Diopside et Fluorapatite convient parfaitement à la fabrication des vitrocéramiques ce qui ouvre une autre perspective de valorisation de la BLP.

RÉFÉRENCES

- [1] M. Loutou, M. Hajjaji, A. Babram, M. Mansori, and C. Favotto, "Phosphate sludge-based ceramics: Microstructure and effects of processing factors," J. Build. Eng., 2017.
- [2] R. Hakkou, M. Benzaazoua, and B. Bussi re, "Valorization of phosphate waste rocks and sludge from the Moroccan phosphate mines : Challenges and perspectives," Procedia Eng., vol. 138, pp. 110–118, 2016.
- [3] S. Moukannaa, M. Loutou, M. Benzaazoua, L. Vitola, J. Alami, and R. Hakkou, "Recycling of phosphate mine tailings for the production of geopolymers," J. Clean. Prod., vol. 185, pp. 891–903, 2018.
- [4] M. Loutou, M. Hajjaji, M. Mansori, C. Favotto, and R. Hakkou, "Heated blends of phosphate waste: Microstructure characterization, effects of processing factors and use as a phosphorus source for alfalfa growth," J. Environ. Manage., vol. 177, pp. 169–176, 2016.