



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz –Fès – annonce que

Mr DAHMANI Jaouad

Soutiendra : le Samedi 20/05/2023 à 10H00

Lieu : FSDM – Département de Biologie

Une thèse intitulée :

Séquestration du dioxyde de carbone par des matériaux naturels et synthétiques

En vue d'obtenir le Doctorat

FD : Ressources Naturelles, Environnement et Développement Durable

Spécialité : Science et Génie des Matériaux et des Procédés

Devant le jury composé comme suit :

Nom et prénom	Etablissement	Grade	Qualité
Pr KHERBECHE Abdelhak	Ecole Supérieure de Technologie, Fès	PES	Président
Pr AGUNAOU Mahfoud	Faculté des Sciences, El Jadida	PES	Rapporteur
Pr BENNANI NACIRI Mohammed	Faculté des Sciences, Meknès	PES	Rapporteur
Pr CHAOUNI BENABDALLAH Aziz	Ecole Supérieure de Technologie, Fès	PES	Rapporteur
Pr BOUKHLIFI Fatima	Faculté des Sciences, Meknès	PES	Examineur
Pr LAAJEB Ali	Ecole Supérieure de Technologie, Fès	PES	Directeur de thèse
Pr ADDAOU Abdellah	Ecole Supérieure de Technologie, Fès	PES	Co-directeur de thèse



Résumé :

Au cours de ce travail, nous avons utilisé la carbonatation minérale comme une méthode qui permet de réduire les émissions de gaz CO₂ qui est l'un des gaz responsable à effet de serre. Cette méthode se distingue par son efficacité et sa sécurité environnementale que des technologies de séquestration géologique et océanique. Son avantage est la production des carbonates stables qui ne présentent pas de risque de libération autre fois de CO₂ dans l'atmosphère. De plus, les matières premières utilisées dans le procédé sont des déchets industriels et les résidus miniers riches en silicates métalliques. Mais le problème du procédé de carbonatation en phase aqueuse, jusqu'à nous jour, reste un défi pour son application à grande échelle, en raison de l'énergie associée au prétraitement de la matière première et de sa cinétique lente de précipitation des carbonates. L'objectif visé par ce travail est de contribuer à l'amélioration des conditions qui favorisent la réaction de la carbonatation minérale afin de séquestrer le dioxyde de carbone CO₂.

Le premier chapitre est destiné aux différentes activités expérimentales menées sur la séquestration du CO₂ par la sépiolite naturelle, en l'occurrence, la caractérisation du matériau, l'optimisation des conditions opératoires de la mise en solution et le piégeage du CO₂.

Le deuxième chapitre, la sépiolite naturelle a été valorisée dans la synthèse d'un nouveau matériau composite appelé Ca-sepiolite, similaire aux déchets miniers qui contient les phases CaO/MgO. Puis par l'utilisation des systèmes réactionnels (ouverts/fermé), nous avons mené une étude de l'effet de certains paramètres tels que le pH, la température et la concentration initiale de Ca²⁺ et Mg²⁺ sur la vitesse de carbonatation minérale. Comme résultat l'utilisation d'un système réactionnel ouvert sous les paramètres optimisés (pH=8.5-9, T=80°C, P=1 bar), la précipitation totale des carbonates a lieu après seulement 45 minutes. Cette étude peut fournir des suggestions et des idées pour valoriser les résidus minéraux, qui contiennent le calcium et magnésium, comme le cas du composite Ca-sepiolite, pour la séquestration du CO₂.

Le troisième chapitre est consacré à la synthèse de la wollastonite par différentes méthodes, tels que, le procédé sol gel, l'hydrothermale et par combustion pour la séquestration du CO₂. Nous avons examiné une étude d'évaluation de la cinétique de précipitation des carbonates afin de réduire le temps de précipitation des carbonates tout en préservant un bon rendement. Comme résultats obtenu de cette étude, La méthode de synthèse des matériaux, à un rôle important sur la morphologie des matériaux. La synthèse par combustion nous a permis d'obtenir des tailles des grains qui forment le matériau à l'ordre de nanomètre, ce qui nous a donné l'indice que l'utilisation des matériaux à l'ordre de nanomètre est l'un des paramètres qui contribuent à l'amélioration du rendement de la carbonatation minérale. Ces résultats semblent viables pour une application à l'échelle industrielle. Cependant, le problème identifié par les différents chercheurs c'est le coût élevé de la méthode, ce qui pose la question de la faisabilité de cette méthode comme une des solutions au problème des émissions de CO₂ dans l'atmosphère.

Mots clés: Émissions de gaz à effet de serre - Séquestration- Dioxyde de carbone- Sépiolite-wollastonite- Carbonation-Ca-sepiolite- Système ouvert- Système fermé



Carbon dioxide sequestration through the use of natural and synthetic materials

Abstract:

In this work, we have focused on mineral carbonation as a method to reduce CO₂ emissions, which is one of the greenhouse gases. This method is distinguished by its efficiency and environmental safety from geological and oceanic sequestration technologies. Its advantage is the production of stable carbonates that do not present any risk of further release of CO₂ into the atmosphere. Moreover, the raw materials used in the process are industrial waste and mine tailings rich in metallic silicates. However, the problem of the aqueous phase carbonation process, to date, remains a challenge for its large-scale application, due to the energy associated with the pre-treatment of the raw material and its slow kinetics of carbonate precipitation. The objective of this work is to contribute to the improvement of the conditions that favour the mineral carbonation reaction in order to sequester carbon dioxide CO₂.

The first chapter is dedicated to the different experimental activities carried out on CO₂ sequestration by natural sepiolite, in this case, the characterisation of the material, the optimisation of the operating conditions of the solution and the trapping of CO₂.

In the second chapter, natural sepiolite was valorised in the synthesis of a new composite material called Ca-sepiolite, similar to mining waste, which contains CaO/MgO phases. Then by using reaction systems (open/closed), we have studied the effect of some parameters such as pH, temperature and initial concentration of Ca²⁺ and Mg²⁺ on the mineral carbonation rate. As a result of using an open reaction system under optimised parameters (pH=8.5-9, T=80°C, P=1 bar), total carbonate precipitation occurs after only 45 minutes. This study can provide suggestions and ideas for the valorisation of mineral residues, which contain calcium and magnesium, as in the case of Ca-sepiolite composite, for CO₂ sequestration.

The third chapter is devoted to the synthesis of wollastonite by different methods, such as sol-gel, hydrothermal and combustion for CO₂ sequestration. A study to evaluate the kinetics of carbonate precipitation in order to reduce the precipitation time of carbonates while preserving a good yield was examined. As a result of this study, the method of material synthesis has an important role on the morphology of the materials. Combustion synthesis allowed us to obtain grain sizes that form the material in the nanometer range, which gives us an indication that the use of nanometer materials is one of the parameters that contribute to the improvement of the mineral carbonation yield. These results seem viable for industrial scale application. However, the problem identified by the various researchers is the high cost of the method, which raises the question of the feasibility of this method as one of the solutions to the problem of CO₂ emissions in the atmosphere.

Key words: Greenhouse gas emissions - Sequestration- Carbon dioxide- Sepiolite-wollastonite- Carbonation-Ca-sepiolite- Open system- Closed system.