



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

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

Mme (elle) **KHARCHAFI Achaimae**
Soutiendra : le Mercredi 28/02/2024 à 10H00
Lieu : **FSDM – Centre Visioconférence**

Une thèse intitulée :

Séquestration Minérale du Dioxyde de Carbone Sur des Matériaux Naturels et Synthétiques

En vue d'obtenir le **Doctorat**

FD : **Ressources Naturelles, Environnement et Développement Durable**
Spécialité : **Matériaux et Génie des Procédés**

Devant le jury composé comme suit :

Nom et prénom	Etablissement	Grade	Qualité
Pr TACHIHANTE Mohamed	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Président
Pr TALEB Abdeslam	Faculté des Sciences et Techniques, Mohammedia	PES	Rapporteur & Examineur
Pr BOUKHLIFI Fatima	Faculté des Sciences, Meknès	PES	Rapporteur & Examineur
Pr BENIKEN Mustapha	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PH	Rapporteur & Examineur
Pr ESQUIVIAS FEDRIANI Luis Maria	Université de Séville	PES	Examineur
Pr HASSOUNE Hicham	Université Mohammed VI Polytechniques, Ben Guerir	PES	Examineur
Pr EL GAIDOUMI Abdelali	Ecole Supérieure de Technologie, Khénifra	PH	Examineur
Pr KHERBECHE Abdelhak	Ecole Supérieure de Technologie, Fès	PES	Invité
Pr TANJI Karim	Faculté des Sciences, Kénitra	PA	Invité
Pr EZ-ZEJJARI Mohamed	Ecole Supérieure de Technologie, Fès	PES	Directeur de thèse



Résumé :

Au cours des dernières années, les procédés de capture et de séquestration du Dioxyde de Carbone CO_2 ont engendré un intérêt significatif au sein de la communauté scientifique. Parmi ces méthodes, la carbonatation minérale, basée sur la réaction entre le CO_2 et un oxyde métallique, principalement le magnésium et le calcium, en vue de former des carbonates stables et inertes.

Cette étude s'est focalisée sur deux axes de recherche distincts. Le premier axe consistait en l'évaluation de trois composites synthétisés riches en calcium et en calcium/magnésium, via des techniques de sol-gel, au sein du Laboratoire Matériaux, Procédés, Catalyse, et Environnement à l'EST de Fès. De surcroît, afin d'évaluer le taux de captage des composites synthétisés et d'optimiser les résultats, le calcimètre de Bernard a été déployé. L'analyse des paramètres opérationnels indique qu'à pression atmosphérique et température ambiante, l'augmentation de la masse du composé engendre une élévation du pourcentage de CO_2 capturé jusqu'à 0,5 g, maintenant une constance à 1 g. Par ailleurs, une augmentation de la taille des particules induit un taux de capture du CO_2 supérieur. Le pH initial de la solution émerge comme un élément déterminant, favorisant la carbonatation minérale, car son accroissement amplifie le taux de fixation du CO_2 . La basicité du milieu s'impose comme un paramètre critique contribuant à l'amélioration du taux de séquestration du CO_2 par le biais de la carbonatation minérale.

Le second axe explore le potentiel d'une argile magnésienne abondante dans la région du Rif, près de la ville de Tétouan au Maroc, connue sous le nom de Lizardite, novatrice dans le domaine de la carbonatation minérale du CO_2 . Traditionnellement utilisée dans la production de céramique, cette argile offre un champ d'investigation encore peu exploré dans le domaine de la recherche. L'exposition à un flux de CO_2 pur pendant 15 minutes à une température de 80°C a révélé la formation de carbonates de magnésium (MgCO_3) avec un taux de séquestration d'environ 84,6%. Ces résultats confirment l'efficacité de l'argile magnésienne choisie dans la capture et la transformation du CO_2 en un composé stable. Cette étude suggère une voie prometteuse pour valoriser les ressources naturelles et répondre aux préoccupations environnementales pressantes, notamment les émissions de gaz à effet de serre.

Les matériaux sélectionnés pour la séquestration minérale du CO_2 ont été caractérisés avant et après carbonatation par 'Microscopie Electronique à Balayage MEB', 'Diffraction des Rayons X DRX', et la 'Spectroscopie Infrarouge IR'.

Mots clés : Changement Climatique . Séquestration Minéral . Dioxyde de Carbone . Sol-gel . Lizardite . Carbonates stables



MINERAL SEQUESTRATION OF CARBON DIOXIDE ON NATURAL AND SYNTHETIC MATERIALS

Abstract :

In recent years, the techniques for capturing and sequestering carbon dioxide CO_2 have generated significant interest within the scientific community. Among these, mineral carbonation, based on the reaction between CO_2 and a metal oxide, primarily magnesium and calcium, to form stable and inert carbonates, has proven particularly relevant.

This study focused on two distinct avenues. The first involved the evaluation of three composites synthesized rich on calcium/magnesium using sol-gel techniques at the Materials, Processes, Catalysis, and Environment Laboratory at the EST of Fes. Additionally, to assess the capture rate of the synthesized composites and optimize results, the Bernard calcimeter was employed. Analysis of operational parameters indicates that at atmospheric pressure and room temperature, an increase in the compound's mass leads to an elevation in the percentage of captured CO_2 up to 0.5 g, remaining constant at 1 g. Furthermore, an increase in particle size results in a higher CO_2 capture rate. The initial pH of the solution plays a crucial role in promoting mineral carbonation, as an increase in the initial pH also leads to an increase in the CO_2 fixation rate. Basicity of the medium emerges as a critical parameter contributing to the enhanced rate of CO_2 sequestration through the mineral carbonation method.

The second avenue explores the potential use of abundant magnesium-rich clay in the Rif structural domain, near the city of Tetouan in Morocco, known as Lizardite, in the innovative mineral carbonation process of carbon dioxide. Traditionally employed in ceramic production, this clay offers an underexplored field of investigation in research. Exposure to a pure CO_2 stream for 15 minutes at a temperature of 80°C revealed the formation of magnesium carbonates (MgCO_3) with a sequestration rate of approximately 84.6%. These findings confirm the efficiency of the chosen magnesium clay in capturing and transforming CO_2 into a stable compound. This study suggests a promising path for leveraging natural resources to address pressing environmental concerns, including greenhouse gas emissions.

The materials selected for mineral CO_2 sequestration were characterized before and after carbonation using advanced techniques such as Scanning Electron Microscopy (SEM), X-ray Diffraction (XRD), and Infrared Spectroscopy (IR).

Key Words : Climate change • Mineral Sequestration • Carbon Dioxide • Sol-gel • Lizardite
• Stable Carbonates