

Amélioration de la cinétique de précipitation des carbonates de magnésium pour l'application dans un procédé de séquestration de CO₂ à l'aide des résidus miniers de la serpentine

Maria Jose Moreno Correia*, Louis César Pasquier*, Jean François Blais*, Maria Cornélia Illiuta#, Guy Mercier*



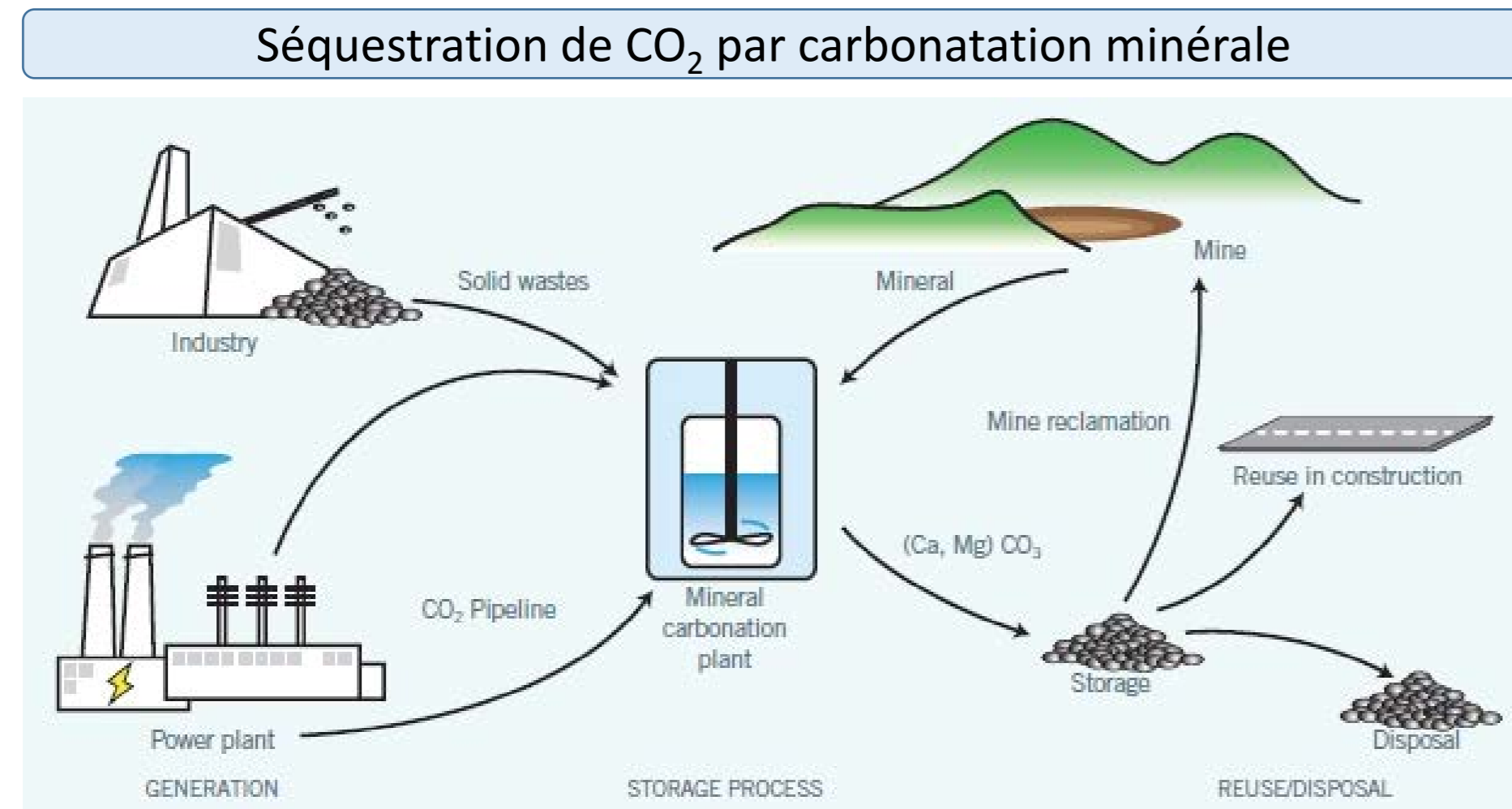
*Institut National de la Recherche Scientifique, centre Eau Terre Environnement

#Université Laval, Département de Génie Chimique



INTRODUCTION

La réduction des émissions des gaz à effet de serre est actuellement un enjeu majeur au niveau mondial. Ces gaz engendrent de nombreuses conséquences pour l'environnement, notamment sur les changements climatiques, l'équilibre des écosystèmes et la santé humaine. Parmi les GES, le CO₂ est le plus émis (79%). Les émissions de CO₂ peuvent être limitées par la séquestration du CO₂ émis par les cheminées des industries au moyen d'un procédé de carbonatation minérale en produisant des carbonates chimiquement stable, lesquels présentent un potentiel de revente.

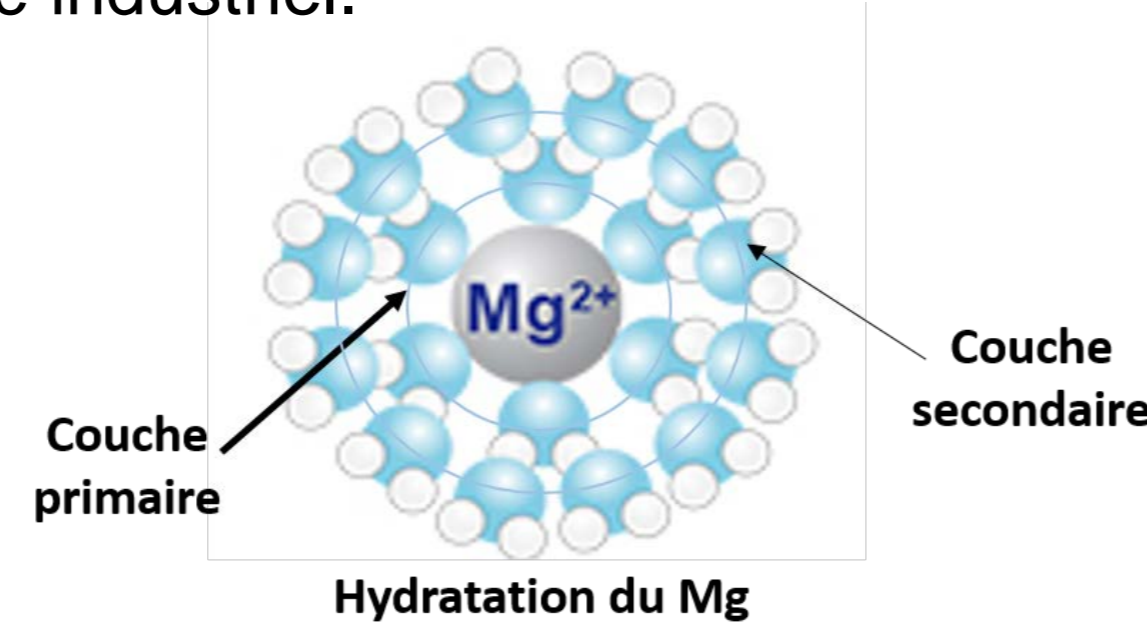


En plus de permettre le traitement des gaz, la méthode permet la valorisation d'effluents solides industriels tels que les résidus miniers et d'autres matériaux riches en oxydes métalliques. Ces matériaux sont la source d'ions qui permet de stocker le CO₂ sous la forme de carbonates.

PROBLÉMATIQUE ET OBJECTIFS

La précipitation des carbonates de magnésium présente une cinétique trop lente à des températures modérées pour l'application dans un procédé industriel.

18 h pour la précipitation de 95% de Mg sous forme de nesquehonite à 40°C (Pasquier, 2014)



- Évaluer l'effet de la température sur la vitesse de précipitation des carbonates de magnésium pour différents temps de rétention;
- Valider les conditions optimales de précipitation sur un procédé de carbonatation minérale.

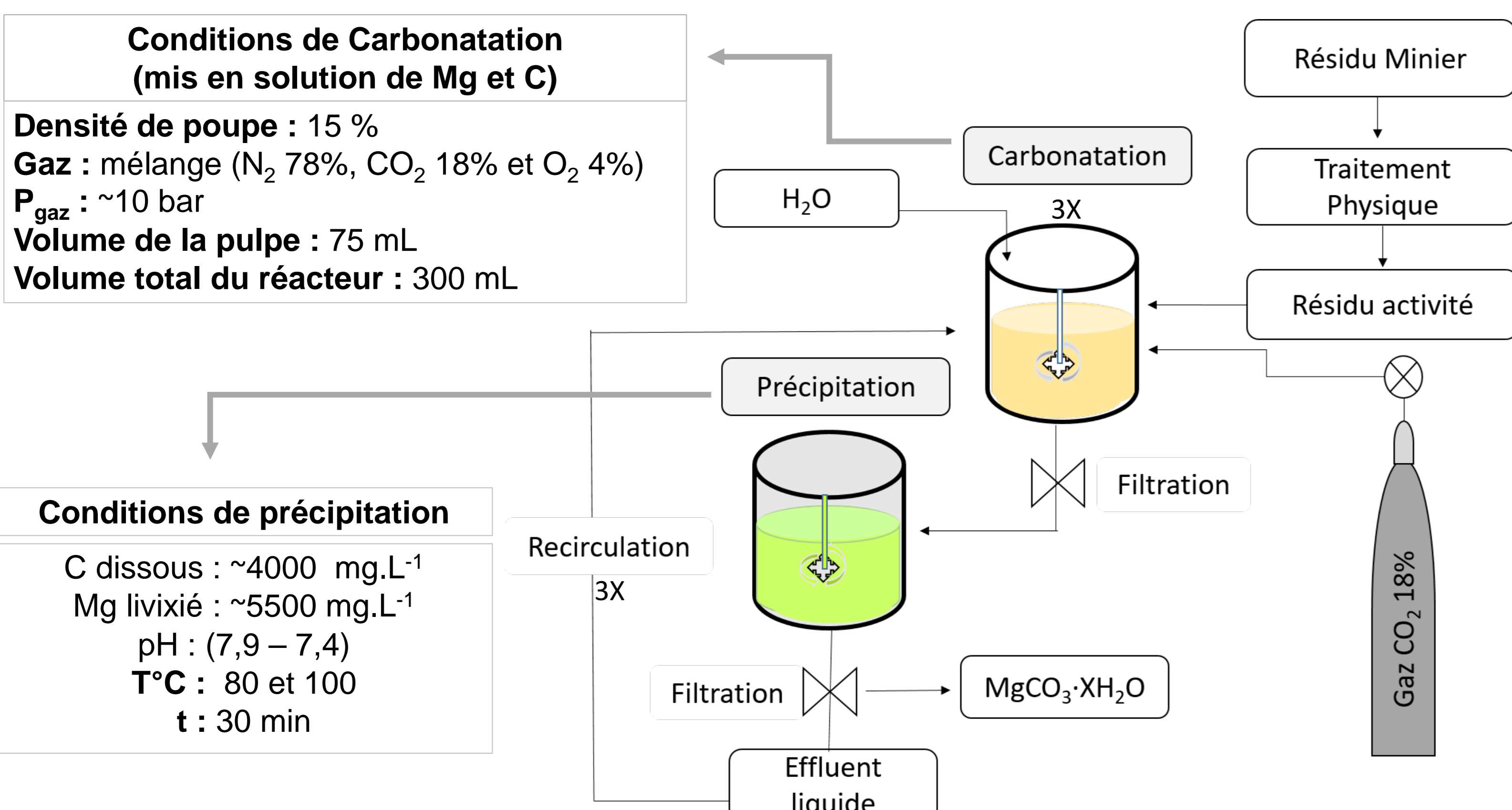
MÉTHODOLOGIE

Optimisation de la précipitation

Utilisation d'une solution :
(MgCl₂ + NaHCO₃ + (NH₄)₂SiF₆)

Température (°C) : 40, 60, 80, 100
Temps de séjour (min): 15, 30, 40, 60, 80, 120
Test en système ouvert et système fermé

Validation dans le procédé de carbonatation minérale avec la serpentine



RÉSULTATS

Optimisation de la précipitation

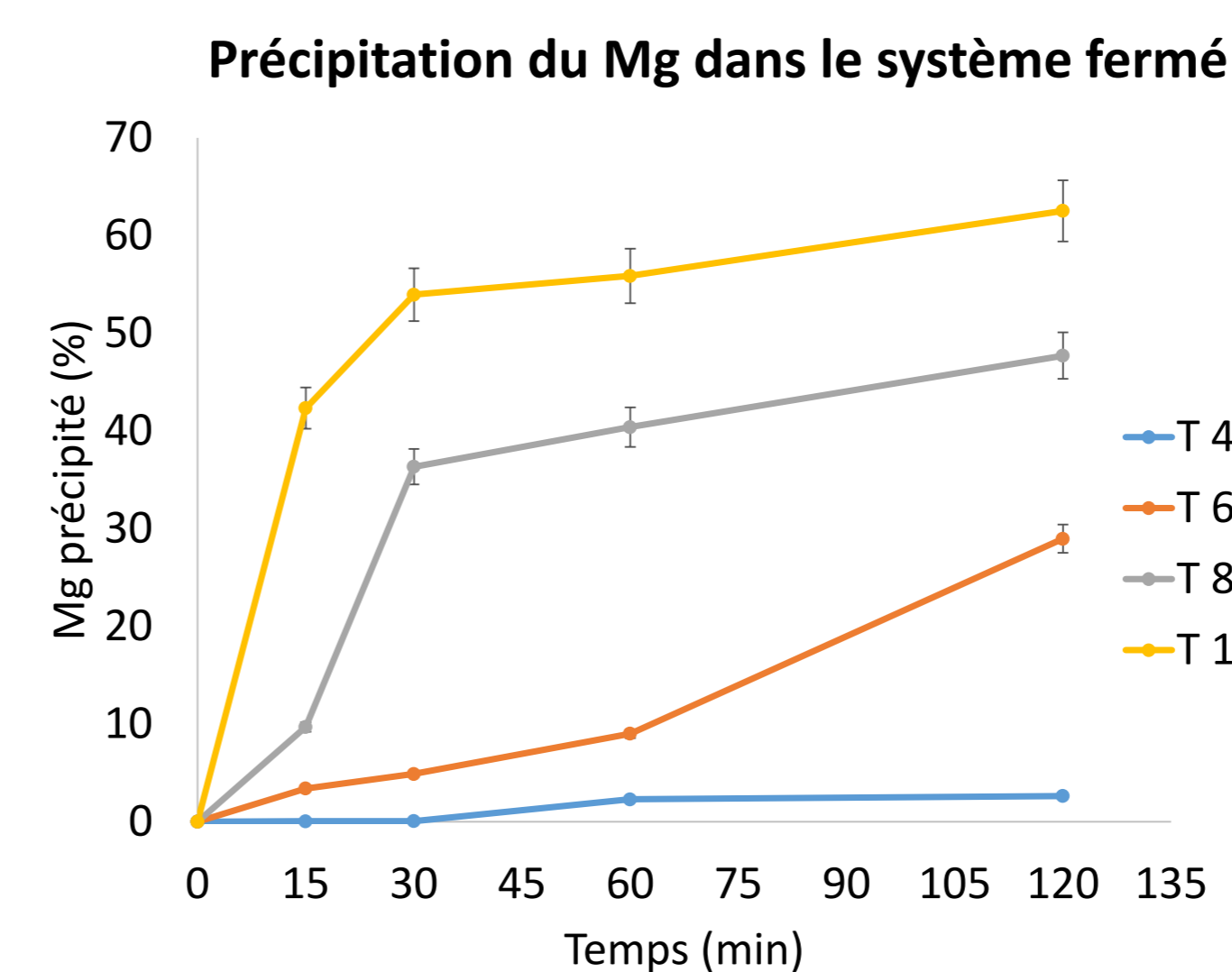


Figure 1 Précipitation du Mg en fonction de la température (T) et du temps de rétention dans le système fermé

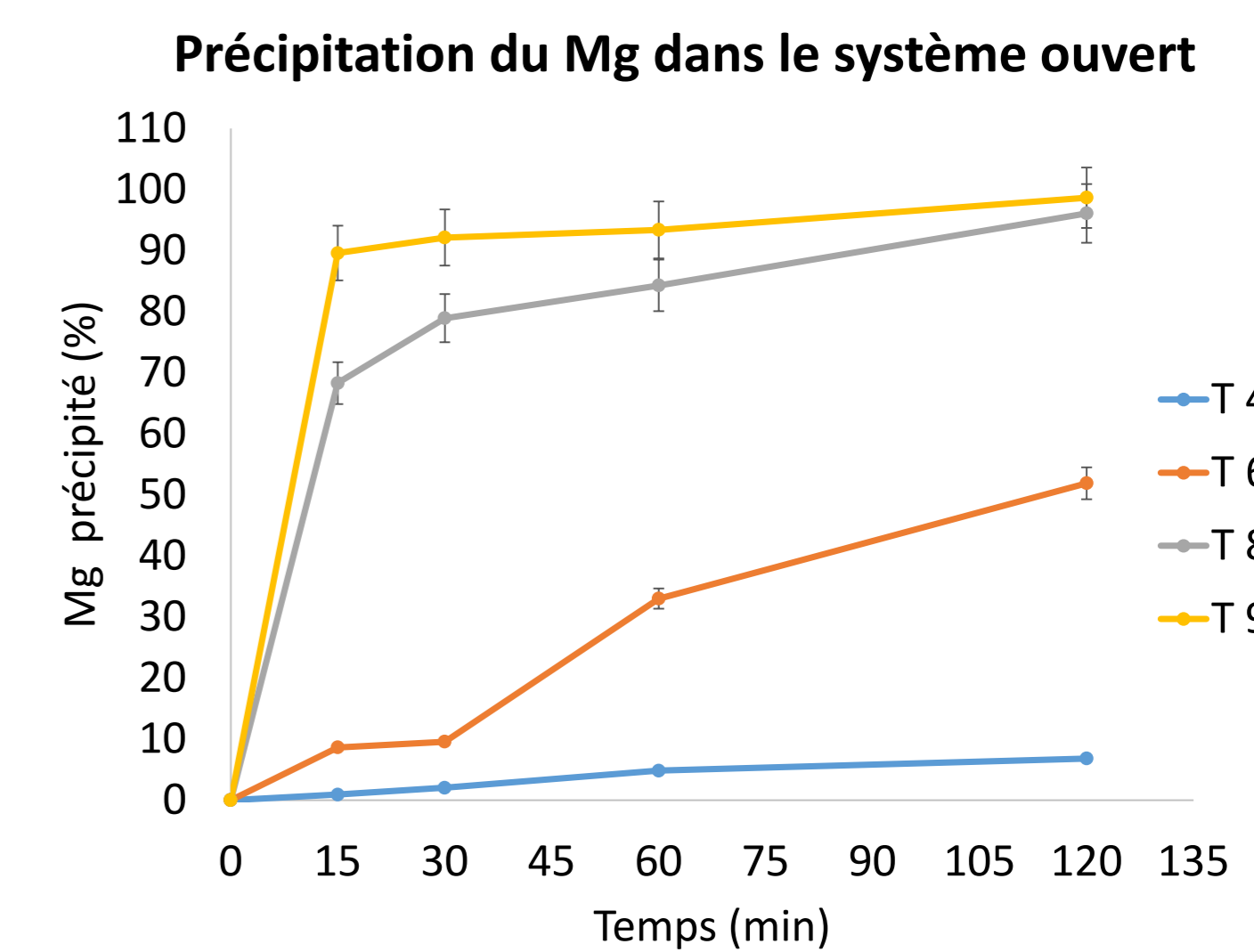


Figure 2 Précipitation du Mg en fonction de la température (T) et du temps de rétention dans le système ouvert.

- Dans le système ouvert, 99% du Mg a été précipité au bout de 2h à 90°C, soit une augmentation de la cinétique de 97 fois supérieur par rapport aux tests à 40°C.
- Dans le système fermé seulement 64% de la masse de Mg a été minéralisée pour le même temps de rétention à 100°C.

Validation avec le résidu minier (serpentine)

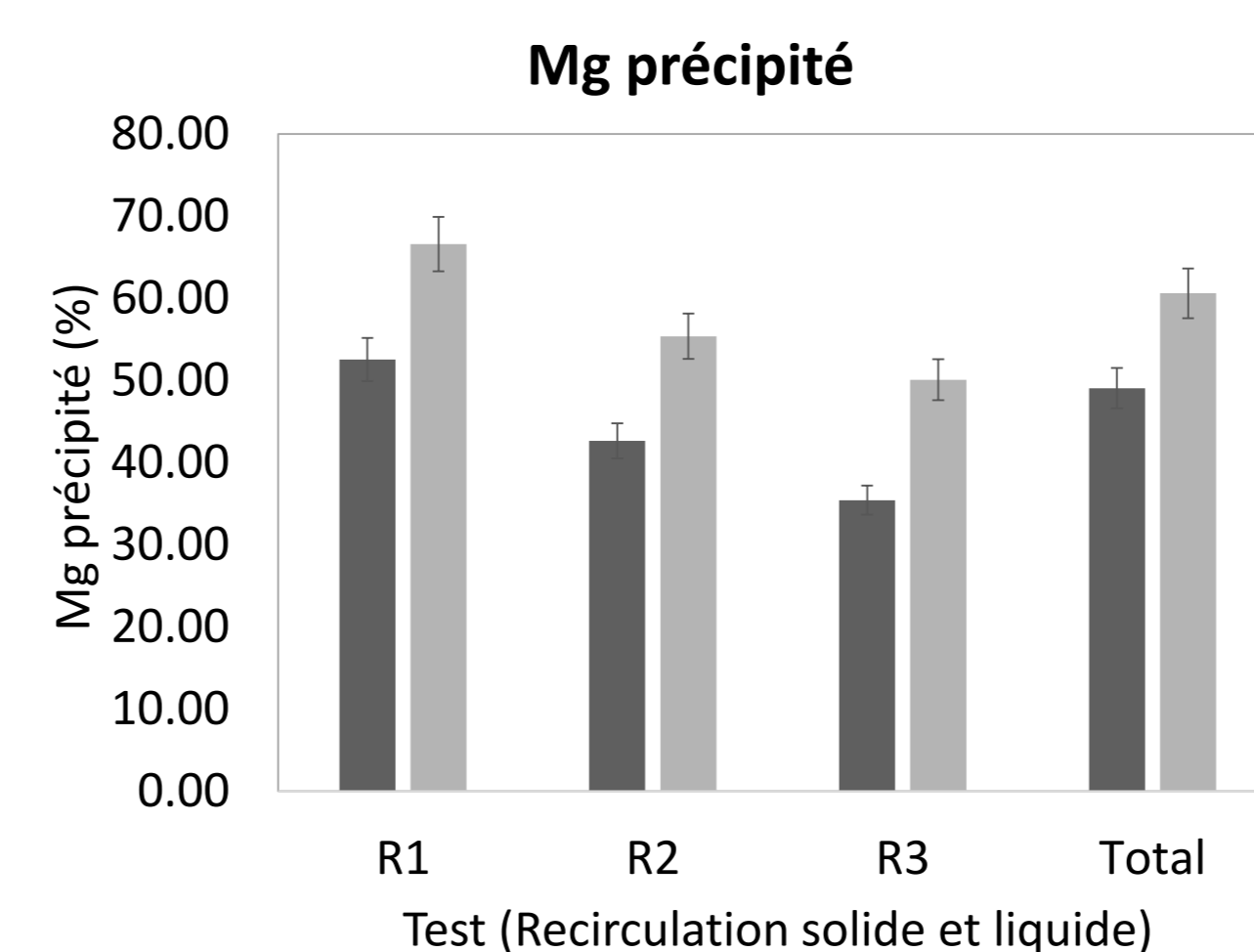


Figure 3 Quantité de Mg précipité pendant les tests de recirculation du résidu et de l'effluent liquide (Système fermé)

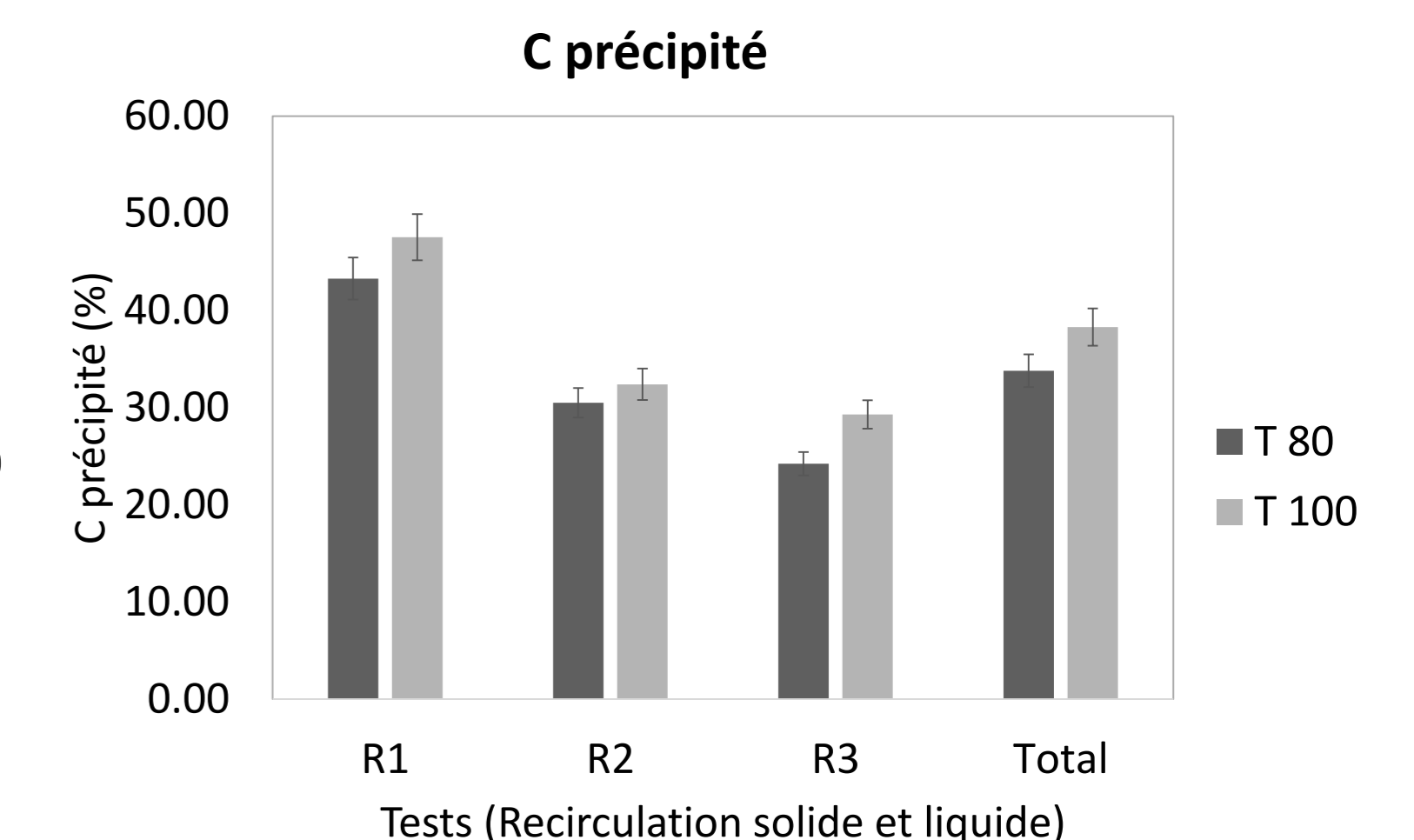


Figure 4 Quantité de C précipité pendant les tests de recirculation du résidu et de l'effluent liquide (Système fermé)

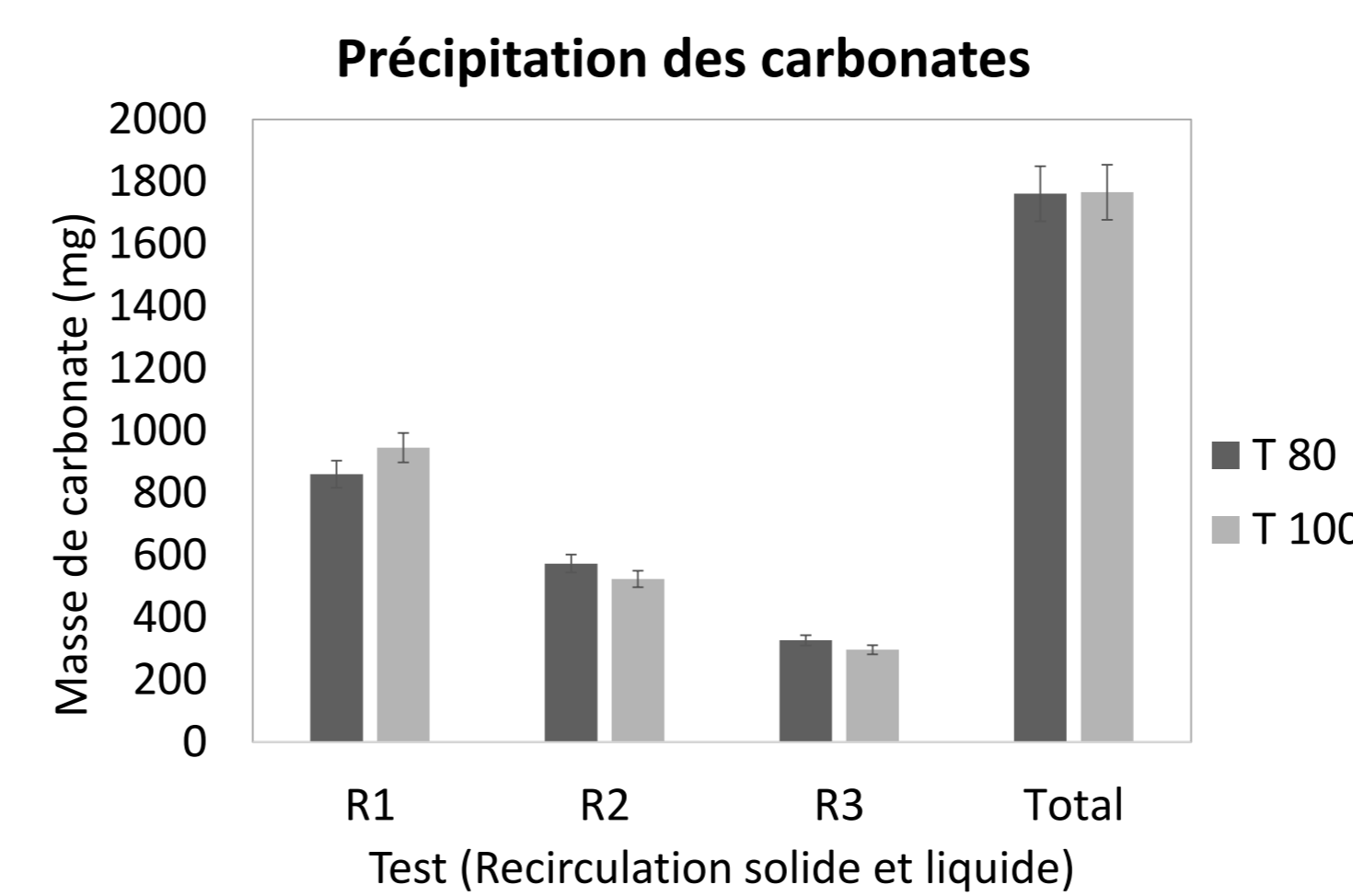


Figure 5 Masse de carbonate précipitée pendant les tests de recirculation du résidu et de l'effluent liquide (Système fermé)

Globalement, l'élévation de la température de 80 à 100°C a permis d'augmenter de 14,6% le taux de minéralisation du Mg et de 4,5% de C pour les trois batch de carbonatation. Néanmoins, la masse de carbonate précipitée n'est pas affectée.

Le carbonate obtenu dans le procédé présente une haute pureté (97,57 ± 0,67) ce qui rend la carbonatation minérale, non seulement une bonne alternative pour réduire les émissions de CO₂, mais aussi une technologie rentable.

CONCLUSION

- La température et le temps de précipitation ont été optimisés (80°C et 30 minutes);
- En système ouvert, la précipitation est améliorée par l'évaporation;
- Dans les conditions réelles, 50% du Mg est précipité à 80°C et 30 minutes;
- Les carbonates précipités sont très purs (> 97%);
- Cette étude a permis d'augmenter l'efficacité de la précipitation et de valider la faisabilité du procédé de carbonatation pour la séquestration de CO₂.

RÉFÉRENCES

- Metz, B., Davidson, O., De Coninck, H., Loos, M., & Meyer, L. (2005). Piégeage et stockage du dioxyde de carbone. In: Rapport du groupe de travail du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat. ISBN : 92-9169-219-0.
- Pasquier, L.C. (2014). Procédé de piégeage du CO₂ industriel par carbonatation minérale de résidus miniers silicatés (serpentine) et valorisation des sous-produits. Thèse de doctorat, Institut National de la Recherche Scientifique, Centre Eau Terre Environnement, Québec, QC, Canada, 250 p.