DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **28 janvier 2022**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Madame TOSI Clara**

Titre de la thèse : *« Valorisation des solutions de captage du CO2 pour la decontaminations des sols »*

Résumé

A cause de la croissant industrialisation et du besoin énergétique, la concentration des gaz à effet de serre est en constante augmentation. Dans les années 2000-2010, 49Gt de CO_2 étaient émis, dont 78% par des processus industriels et en 2021, la concentration de CO_2 dans l'atmosphère a atteint 420 ppm. La solution à cette problématique serait certainement l'utilisation des énergies renouvelables, mais entretemps des technologies capables de réduire les émissions anthropogéniques peuvent aider à minimiser l'effet néfaste des gaz à effet de serre.

Dans le cadre de cette problématique nous pouvons trouver les technologies CCUS (Carbon Capture Utilization and Storage), entre quelles se situe le captage de CO_2 par des solutions d'amine et la carbonatation minérale. C'est donc dans ce contexte qui se situe ce travail de thèse, où l'objectif principale est de définir et optimiser une technologie capable de capter le CO_2 à l'aide de solution d'acides aminés, pour un processus de dépollution et carbonatation simultanée de sol contaminé par des métaux lourd. Ce travail est donc divisé en deux études principales :

1. Le captage du CO_2 par des acides aminées en milieux aqueux
2. L'utilisation de ces solutions comme agent extractant pour la décontamination des sols, en investiguant simultanément leur efficacité pour la carbonatation des métaux, tels alcalino-terreux.

Trois acides aminés, Glycine, Lysine et Cysteine, ont été étudié pour leurs propriétés de captage du CO_2 par un approche de Chimie Combinatoire Dynamique, se focalisant sur les adduits carbamatées et carbonatés formé et sur les propriétés qui influencent leur stabilité.

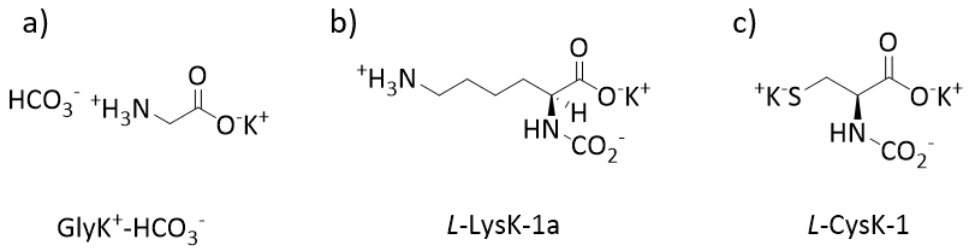

Figure 1 Adduits potentiel d'acides aminées chargés en CO_2. a) Sel de Glycine-bicarbonate ; b) monocarbamate alpha de Lysine ; c) monocarbamate de Cystéine.

Dans le troisième chapitre ces libraires sont ensuite étudiées en présence d'un métal servant de « template », ou patron, ($MgCl_2$, $CaCl_2$), pour une chimie combinatoire dynamique à trois niveaux. L'intérêt est d'observer si le métal, pouvant avoir une affinité envers un ou plusieurs ligans, modifie la distribution des adduits carbamatées et carbonatés des différents acides aminés. Les αAA ont été ensuite testé pour un processus de « Integrated Absorption Mineralization » (IAM), pour le captage de CO_2 intégré à la carbonatation minérale d'oxides métalliques. Ces tests ont été effectué par voie mécanochimique liquide/solide et solide/solide.

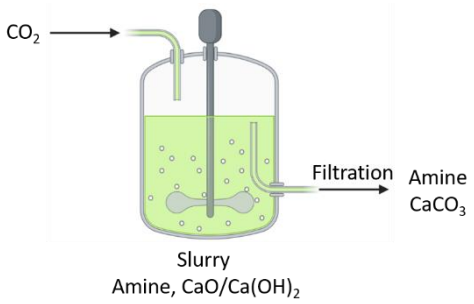

Figure 2 Example de réactions IAM. Le CO_2 est introduit dans un slurry d'amine et oxyde/hydroxyde de métal. Suite à filtration le carbonate métallique est séparé de la solution d'amine, qui peut être potentiellement réutilisé pour des autres cycles de captage/carbonatation minérale.

La dernière investigation décrite dans ce manuscrit est l'applications des solutions d'acides aminés, en présence et en absence de CO_2, comme agents extractant des métaux. L'étude était appliquée à un sol contaminé en métaux lourd, provenant des déchets industriels. Cette exploration était à la fois focalisée sur l'extraction des métaux, le stockage du CO_2 sous forme de carbonate métallique et la régénération de l'agent extractant.

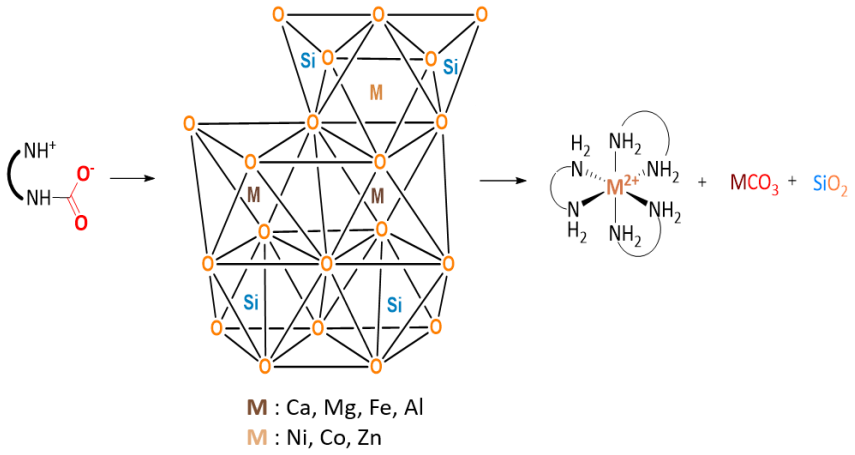

Figure Principe de dépollution des sols par des solution d'amines chargées en CO_2. Extraction de métaux par complexation d'amine et formation simultané de carbonates métalliques.

Ce travail de thèse se situe dans un contexte industriel en collaboration avec l'ADEME et l'entreprise Vicat, et se pose comme objectif l'utilisation des émissions CO_2 comme source primaire de carbonatation des déchet industriels, qui pourront ensuite être réutilisé dans la production du ciment.