IRAMIS : Institut Rayonnement Matlère de Saclay

Saclay

NIMBE/LIONS

Lutte contre le réchauffement climatique: capture du CO2 atmosphérique avec des nanofluides

Spécialité Physique des liquides

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil NIMBE/LIONS

Candidature avant le 28/05/2022

Durée 6 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact CARRIERE David
+33 1 69 08 54 89
david.carriere@cea.fr

Résumé

L'une des voies que le Groupe Intergouvernemental d'Experts sur le Climat encourage fortement pour capturer le CO2 atmosphérique est l'utilisation d'amines liquides, suivie de la récupération et du stockage souterrain profond. Mais l'étape de récupération du CO2 est actuellement trop énergivore. Nous visons à comprendre comment l'ajout de nanoparticules peut mener à une récupération efficace en termes d'émission nettes de carbone.

Sujet détaillé

Le Groupe Intergouvernemental d'Experts sur le Climat (GIEC) souligne que pour atténuer le changement climatique, nous devons capturer c.a. 100 à 1000 GtCO2 dans le siècle à venir, et atteindre la neutralité carbone en 2050. L'une des voies fortement encouragées par le GIEC est le captage du CO2 par des amines liquides, suivi de sa récupération et son stockage souterrain profond. Mais un problème essentiel rend le procédé actuellement inefficace: la récupération du CO2 est réalisée par chauffage, et est trop énergivore.
Dans ce contexte, nous étudions comment l'ajout de nanoparticules améliore la récupération du CO2 des amines liquides. Ces «nanofluides» ont une efficacité reconnue, mais il y a peu d'indications sur la façon d'atteindre une composition appropriée, et aucun consensus sur le mécanisme d'amélioration. Notre objectif est de remplacer les approches actuelles d'essai-erreur par des lignes directrices rationnelles qui mèneront à la meilleure combinaison nanoparticule + amine liquide.

Le but de ce stage est de prouver / réfuter que la récupération du CO2 est bien décrite par des modèles de nucléation hétérogène de bulles. Ceci nécessitera de : i) réaliser les dispersions de nanoparticules dans les amines liquides, et d'évaluer in situ leur(s) taille(s), leur état de dispersion et leur surface active par diffusion des rayons X ii) mesurer le taux de nucléation des bulles avec un montage de laboratoire dédié iii) confronter les résultats expérimentaux aux modèles de nucléation.

Mots clés

Nanoparticules, chimie des solutions

Compétences

Diffusion des rayons X, microscopie optique, théories de la germination

Logiciels

Python

Fight against climate change: atmospheric CO2 capture with nanofluids

Summary

One of the route the Intergovernmental Panel on Climate Change strongly encourages to capture atmospheric CO2 is the use of liquid amines, followed by recovery and deep underground storage. But the CO2 recovery step is currently too energy consuming. We aim at understanding how the addition of nanoparticles can meet a carbon-efficient recovery.

Full description

The Intergovernmental Panel on Climate Change1 (IPCC) has reported that in order to mitigate climate change, we must capture c.a. 100 to 1000 GtCO2 in the coming century and reach carbon neutrality in 2050. One of the route IPCC strongly encourages is the capture of CO2 by liquid amines, followed by recovery and deep underground storage. But a single bottleneck currently makes the net CO2 capture ineffective: the CO2 recovery is carried out by heating and is too energy consuming.
In this context, we study how the addition of nanoparticles improves the CO2 recovery from liquid amines. These “nanofluids” have an acknowledged improved efficiency, but there is little indication on how to reach a suitable composition, and no consensus on the mechanism. Our goal is to replace the current trial-and-error approaches with rational guidelines to find the best nanoparticle + liquid amine combination.

The aim of this internship is to prove / disprove that CO2 recovery is well-described by models of bubble heterogeneous nucleation. It requires: i) making the dispersions of nanoparticles in the liquid amines, and assessing in situ their size(s), dispersion state and active surface area by X-ray scattering ii) measuring the bubble nucleation rate with a custom-made setup iii) confront the experimental results to nucleation models.

Keywords

Nanoparticles, chimie des solutions

Skills

X-ray scattering, optical microscopy, nucleation theories

Softwares

Python