

[English version : next page]

STAGE DE MASTER 2 - 5/6 mois à partir de Janvier/Février 2026

Adsorbants cellulosiques pour le captage du CO₂

Fonctionnalisation et mise en forme

Equipe de recherche : SPG « Structure et Propriétés des Glycomatériaux »

Contexte :

Le captage du CO₂ directement dans l'atmosphère (DAC) est une technique en plein essor pour limiter l'accumulation des émissions de gaz à effet de serre. Parmi les différentes approches, l'adsorption présente des avantages en termes d'éco-compatibilité, de coût et de simplicité de mise en œuvre. Toutefois, la très faible concentration du CO₂ atmosphérique (400 ppm) rend indispensable le développement d'adsorbants à la fois efficaces, sélectifs et stables sur plusieurs cycles d'utilisation. Par rapport aux matériaux conventionnels, MOFs et zéolithes, les adsorbants cellulosiques offrent un impact environnemental réduit en utilisant une ressource biosourcée, abondante et peu coûteuse. Une fonctionnalisation par des amines en phase vapeur, en alternative à la voie humide classiquement utilisée (notamment l'amino-silanisation), permettrait de mieux répondre aux principes de la chimie verte. Or, cette approche par greffage en phase gaz reste aujourd'hui très peu étudiée. Ce stage a donc pour objectif d'explorer cette voie prometteuse de modification de matériaux biosourcés, et d'identifier les leviers d'optimisation susceptibles d'améliorer leurs performances en matière de capture du CO₂.

Missions du stage :

- L'efficacité de greffage d'amines sur des microfibrilles de cellulose en phase gaz sera évaluée en faisant varier plusieurs paramètres procédés : le type de réactif, la température de réaction, le débit du gaz porteur ainsi que la température du bulleur. Le taux de greffage sera quantifié par RMN du solide et la surface spécifique sera caractérisée par méthode BET.
- Les aérogels seront mis en forme de monolithes pour étudier l'influence de la structure interne. Celle-ci sera modifiée en ajustant la composition du mélange eau/TBA pour les aérogels lyophilisés et en contrôlant les conditions de séchage pour ceux traités à l'étuve. La structure sera caractérisée par mesures BET et également analysée par microscopie (MEB).

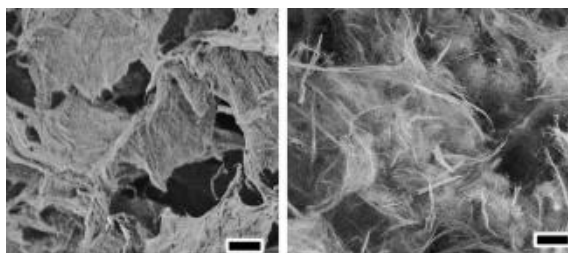


Figure 1 : Images MEB d'aérogels de microfibrilles de cellulose- Barre d'échelle : 5 µm
E. Ressouche Cellulose (2020) 27:7979–7995

- Les performances pour des applications au captage du CO₂ seront évaluées par des mesures de sorption (isothermes) ainsi que par des tests de stabilité sur plusieurs cycles d'adsorption-désorption.

Profil recherché : Ce sujet s'adresse à un(e) candidat(e) issu(e) d'une formation en génie des procédés ou en matériaux polymères. De bonnes connaissances en réacteur, bilans de matière, adsorption sont nécessaires. Un intérêt pour la chimie verte et les plans d'expériences sont un plus.

Pour postuler : merci d'envoyer un CV et lettre de motivation à maite.michaud@cermav.cnrs.fr

MASTER 2 internship offer - 5/6 month from January/February 2026

Cellulose-based adsorbents for CO₂ capture

Functionalization and shaping

Team : SPG « Structure et Propriétés des Glycomatériaux »

Contexte :

Direct air capture (DAC) of CO₂ is an emerging technique to mitigate the accumulation of greenhouse gas emissions. Among the various approaches, adsorption offers advantages in terms of environmental compatibility, cost, and ease of implementation. However, the very low concentration of atmospheric CO₂ (400 ppm) makes it crucial to develop adsorbents that are efficient, selective, and stable over multiple adsorption-desorption cycles. Compared to conventional materials such as MOFs and zeolites, cellulose-based adsorbents offer a lower environmental impact due to the use of a bio-based, abundant, and low-cost resource. Functionalization via amine grafting in the gas phase, as an alternative to conventional wet methods (notably aminosilanization), could better align with the principles of green chemistry. However, this gas-phase grafting strategy remains largely unexplored. This internship aims to study this promising route for modifying bio-based materials and to identify optimization strategies that could enhance their performance for CO₂ capture.

Internship objectives :

- The efficiency of amine grafting onto cellulose microfibers in the gas phase will be assessed by varying several process parameters, including the type of reagent, reaction temperature, carrier gas flow rate, and bubbler temperature. The grafting rate will be quantified by solid-state NMR, and the specific surface area will be characterized by the BET method.
- The aerogels will be shaped into monoliths to study the influence of internal structure. This structure will be modified by adjusting the water/TBA ratio for freeze-dried aerogels and by tuning drying conditions for oven-dried samples. Structural characterization will be carried out using BET measurements and microscopy (SEM).

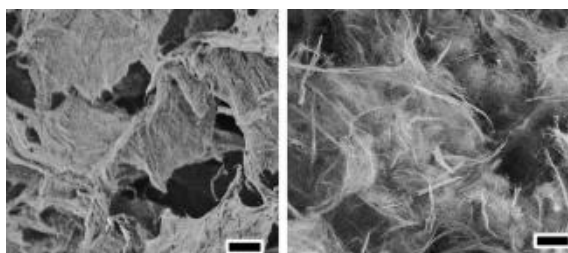


Figure 2 : SEM images of cellulose microfiber aerogels – Scale bar : 5 µm
E. Ressouche Cellulose (2020) 27:7979–7995

- CO₂ capture performance will be evaluated through sorption measurements (isotherms) and stability tests over multiple adsorption-desorption cycles.

Candidate profile : This project is intended for a student with a background in process engineering or polymer materials. Solid knowledge of reactor engineering, material balances and adsorption is required. A strong interest in green chemistry and design of experiments (DoE) is a plus.

To apply : please send your CV and cover letter to maite.michaud@cermav.cnrs.fr