

## Sujet : Captation du CO<sub>2</sub> par une mousse de sang

Pour enrayer le réchauffement climatique, plusieurs scénarii du GIEC se base sur une captation intensive du CO<sub>2</sub> de l'atmosphère afin de limiter l'effet de serre induit par celui-ci. C'est un objectif ambitieux techniquement puisqu'il nécessitera la mise au point de procédés permettant de séparer le CO<sub>2</sub> des autres gaz de l'atmosphère et de le concentrer fortement pour limiter les volumes de stockage. Le système respiratoire des êtres vivants est cependant capable d'une telle prouesse puisqu'il est à même de capter le dioxygène de l'air et de le concentrer dans le sang. Plusieurs facteurs contribuent à cette efficacité : chez les mammifères, l'énorme surface spécifique des alvéoles pulmonaires permet de développer une surface d'échange importante entre le liquide et le sang. Ensuite, l'alternance des cycles d'inspiration et d'expiration permet un brassage du gaz de l'atmosphère permettant de limiter les polarisations de concentration et enfin la sélectivité des globules rouges pour l'oxygène permet de déplacer l'équilibre de solubilité de ce gaz dans le plasma afin de le concentrer en phase liquide. Enfin, la souplesse hydrodynamique du système artériel permet de convoyer ces globules rouges chargés en oxygène vers les muscles où ce dernier sera consommé.

L'objectif de ce stage est de réaliser un prototype de capteur-concentrateur de CO<sub>2</sub>, en s'inspirant de celui réalisé par le système respiratoire des êtres vivants pour l'oxygène. Pour cela, nous proposons d'utiliser des mousses aqueuses. Comme pour les systèmes de respiration, elles présentent une très grande surface d'échange liquide/gaz et peuvent être sollicités dynamiquement pour brasser le gaz. Par ailleurs, si elles sont chargées en globules rouges, les équilibres de solubilité peuvent être déplacés et les globules rouges transportés par le réseau des microcanaux de la mousse pour être concentrés.

Pour tester cette idée, nous proposons de réaliser des géométries élémentaires de mousse constituées d'un assemblage de films reliés par des microcanaux liquides (cf. Fig. 1 gauche). Dans un premier temps, nous proposons d'étudier expérimentalement comment le liquide se distribue entre les films et les microcanaux. L'épaisseur des films sera mesurée par spectroscopie UV-Vis et la vitesse d'écoulement des globules rouges par suivi dynamique des globules rouges dans les films. Ensuite, nous étudierons le transfert de gaz entre ces structures et l'atmosphère. Pour cela, les géométries seront insérées dans une enceinte hermétique dont l'évolution de la teneur en CO<sub>2</sub> pourra être mesurée. Nous nous attacherons notamment à corrélérer la quantité de CO<sub>2</sub> absorbée avec la surface d'échange du système, la concentration en globules rouges et le débit d'alimentation. Enfin, une étude à l'échelle de la mousse sera également proposée en faisant buller un mélange air/CO<sub>2</sub> de concentration donnée à un débit de gaz  $Q_g$  dans une solution moussante de sang (cf Fig. 1 droite).

Tous les résultats seront rationalisés via des modèles d'advection - diffusion dans les microcanaux et les films de la mousse.

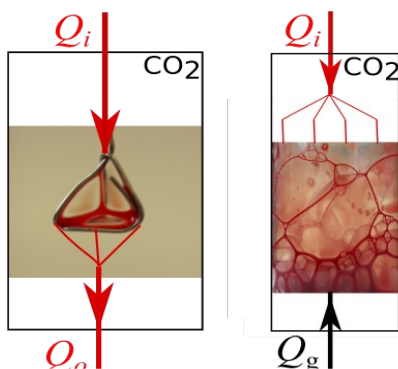


Figure 1 : à gauche, une cellule élémentaire de mousse alimentée par du liquide moussant chargé en globules rouges au débit  $Q_i$  sera insérée dans une enceinte hermétique en noir. La teneur en CO<sub>2</sub> dans l'enceinte ainsi que celle dans le liquide sortant seront mesurées. A droite, un débit de gaz  $Q_g$  bullera dans du sang et formera une colonne de mousse de hauteur stationnaire. Cette colonne sera alimentée par un débit  $Q_i$  de solution moussante chargée en globules rouges. La teneur en CO<sub>2</sub> dans l'enceinte sera également mesurée.

Ce stage pourra déboucher sur une thèse.

Contacts : Elise Lorenceau ([elise.lorenceau@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:elise.lorenceau@univ-grenoble-alpes.fr))

Gwennou Coupier ([gwennou.coupier@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:gwennou.coupier@univ-grenoble-alpes.fr))

Subject: CO<sub>2</sub> capture by a blood foam

In order to limit global warming, several IPCC scenarios are based on an intensive capture of CO<sub>2</sub> from the atmosphere to reduce the greenhouse effect induced by it. This is a technically ambitious objective since it will require the development of processes that will allow the separation of CO<sub>2</sub> from other gases in the atmosphere and its concentration in order to limit storage volumes. The respiratory system of living beings is however capable of such a challenge since it is able to capture oxygen from the air and concentrate it in the blood. Several factors contribute to this efficiency: in mammals, the enormous specific surface of the pulmonary alveoli allows the development of a large exchange surface between the liquid and the blood. Secondly, the alternation of the inspiration and expiration cycles allows a mixing of the gas in the atmosphere, which limits the concentration polarizations and finally the selectivity of the red blood cells for oxygen allows to shift the solubility equilibrium of this gas in the plasma in order to concentrate it in the liquid phase. Finally, the hydrodynamic flexibility of the arterial system allows to convey these red blood cells loaded with oxygen to the muscles where it will be consumed.

The objective of this internship is to realize a prototype allowing to capture and concentrate CO<sub>2</sub>, inspired by the one realized by the respiratory system of the living beings for oxygen. For this, we propose to use aqueous foams. As for the respiratory systems, they present a very large surface of liquid/gas exchange and can be dynamically solicited to mix the gas. Moreover, if the liquid phase is loaded with red blood cells, solubility equilibria can be shifted and red blood cells transported through the foam's microchannel network to be concentrated.

To test this idea, we propose to realize elementary foam geometries consisting of an assembly of films connected by liquid microchannels (see Fig. 1 left). First, we propose to study experimentally how the liquid distributes between the films and the microchannels. The thickness of the films will be measured by UV-Vis spectroscopy and the flow rate of the red blood cells by dynamic tracking of the red blood cells in the films. Then, we will study the gas transfer between these structures and the atmosphere. For this, the foam geometries will be inserted in a hermetic box where the evolution of the CO<sub>2</sub> content can be measured. In particular, we will correlate the amount of CO<sub>2</sub> absorbed with the exchange surface of the system, the concentration of red blood cells and the flowing rate. Finally, a study at the scale of a foam will be proposed by bubbling an air/CO<sub>2</sub> mixture of given concentration at a gas flow rate  $Q_g$  in a foaming blood solution (see Fig. 1 right).

All results will be rationalized via advection-diffusion models in the microchannels and films of the foam.

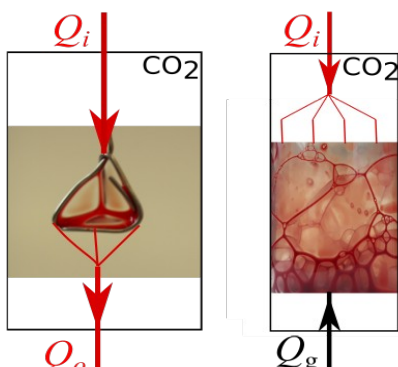


Figure 2 : On the left, an elementary foam cell fed with foamy liquid loaded with red blood cells at the flow rate  $Q_i$  will be inserted in a hermetic box (in black). The CO<sub>2</sub> content in the chamber as well as in the outgoing liquid will be measured. On the right, a gas flowed at a rate  $Q_g$  into blood will produce bubbles, which form a column of foam with a stationary height. This column will be sparged with foaming solution loaded with red blood cells at a flow rate  $Q_i$ . The CO<sub>2</sub> content in the chamber will also be measured.

This internship can be followed by a thesis.

Contacts : Elise Lorenceau ([elise.lorenceau@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:elise.lorenceau@univ-grenoble-alpes.fr))

Gwennou Coupier ([gwennou.coupier@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:gwennou.coupier@univ-grenoble-alpes.fr))

