

Résumé de la thèse de Justin Rouxel

Les cellules photoacoustiques sont des capteurs optiques qui utilisent l'absorption des photons par des molécules de gaz pour générer une onde de pression proportionnelle à leur concentration. Le signal photoacoustique est également inversement proportionnel au volume de la cellule. La miniaturisation de la cuve permet donc l'amélioration des performances du capteur. Le travail de cette thèse consiste en la conception, la réalisation et la caractérisation de cellules photoacoustiques résonantes différentielles d'Helmholtz (DHR) miniaturisées.

Dans un premier temps, des simulations par la méthode des éléments finis de cellules à l'échelle millimétrique ont permis de montrer que la miniaturisation de ce type de résonateur est une voie prometteuse. Aussi, la réalisation ambitieuse d'une cellule DHR sur silicium a été engagée en utilisant les techniques de la microélectronique. Cependant, cette voie de miniaturisation extrême s'est heurtée à des difficultés de réalisation, qui n'ont pas permis d'obtenir des dispositifs fonctionnels. Une alternative de miniaturisation, à l'échelle centimétrique, utilisant des microphones MEMS du commerce, a donc été engagée.

Trois cellules fabriquées par différentes méthodes ont été réalisées et testées pour la détection de méthane. La dernière génération a permis la détection d'environ 100 ppb de méthane avec un laser à cascade interbande commercial à 3.357 μm de longueur d'onde. Pour préparer la prochaine génération de cellules, l'optimisation de la géométrie a été effectuée par simulation. Cette optimisation permet d'envisager une augmentation de 43% du signal par rapport à la cellule la plus performante.