

Développement de guides d'ions moléculaires basés sur des structures pour la manipulation d'ions sans perte (SLIM)

Porteur : Stéphane VIGNOLI (GEP) Richard BREDY (Physique)

Laboratoire : Institut Lumière Matière, équipe DYNAMO

Partenaires : (si applicable)

Nature du financement demandé : Stage de M1

Montant de la demande de financement : 1200€ (si stage 600 euros*Nbmois)

Résumé : (200 mots)

La stagiaire est en charge de développer un dispositif SLIM (Structures for lossless ion manipulation) qui est un guide d'ions à base de plaques de circuits imprimés (PCB). Le développement des PCB SLIM sera réalisé en utilisant un logiciel (KiCad) et des ressources open source disponibles dans la littérature.

Un dispositif SLIM consiste en deux plaques de circuits imprimés disposées en miroir sur lesquelles est imprimé un arrangement spécifique d'électrodes. L'application sur les électrodes de tensions radiofréquences et continues crée un champ électrique qui permet de guider les ions à travers le dispositif avec un minimum de perte. Il y a un intérêt croissant pour ce type de dispositif en raison de leur application potentielle dans le domaine de la spectrométrie de masse

Sujet développé :

Différentes techniques existent pour créer, manipuler et analyser les ions moléculaires en phase gaz. La plupart de ces techniques sont implémentées dans des instruments commerciaux dédiés à des applications comme par exemple en sciences analytiques. Dans l'équipe DYNAMO de l'ILM les ions moléculaires en phase gaz sont étudiés en utilisant l'état de l'art des technologies de sources lumineuses « table-top » (de l'infrarouge moyen jusqu'à l'ultraviolet extrême) couplées à des sources d'ions moléculaires de type electrospray et des spectromètres de masse. Les propriétés statiques des ions sélectionnés et la dynamique des processus induits par interaction avec ces radiations extrêmes sont étudiées avec un intérêt à la fois fondamentale et applicatif.

Le projet de stage proposé consiste à développer un dispositif SLIM (Structures for lossless ion manipulation) [1, 2] (figure 1) pour manipuler les ions en phase gaz avec le minimum de perte. Un dispositif SLIM est un guide planaire d'ions à base de plaques de circuits imprimés (PCB). Il consiste en PCB disposées en miroir sur lesquelles est imprimé un arrangement spécifique d'électrodes. L'application sur les électrodes de tensions radiofréquences (typiquement $\sim 300\text{-}400\text{Vpp}$ à $\sim 1\text{ MHz}$), continues et d'ondes voyageuses (traveling-wave TW, $\sim 40\text{V}$) crée un champ électrique qui permet de guider les ions à travers le dispositif avec un minimum de perte.

Le stage consiste à concevoir les PCB pour réaliser un guide d'ions à partir du logiciel KiCad (logiciel open source pour la conception de schémas électroniques et de circuits imprimés), d'un plugin et de notebook Jupyter open source [3]. L'électronique pour la génération des tensions rf, TW et DC est déjà disponible (dispositif commercial) et n'est pas à développer.

Le stage débutera par un travail bibliographique pour comprendre le contexte du développement du guide d'ions, leur utilisation dans le domaine de la spectrométrie de masse et les différents dispositifs SLIM déjà existants. Une partie bibliographique sur la conception des générateurs rf pour ce type de dispositif pourra être abordée.

La stagiaire gagnera ensuite en compétence dans l'utilisation du logiciel KiCad en concevant dans un premier temps les cartes PCB d'un premier dispositif SLIM simple issu de la littérature. Par la suite un second dispositif plus complexe sera développé en utilisant des outils de plus en plus sophistiqués (plugin, programmation Python) issus également de la littérature. Suivant l'avancée du travail, la stagiaire pourra prendre en charge les demandes de devis pour faire réaliser les différents dispositifs qui pourront être commandés puis testés sur un banc de mesures.

Une partie du stage sera consacré à la rédaction d'un rapport. Au moins deux présentations seront programmées, en début et fin de stage, pour entrainer la stagiaire à communiquer ses résultats et la préparer à sa soutenance orale.

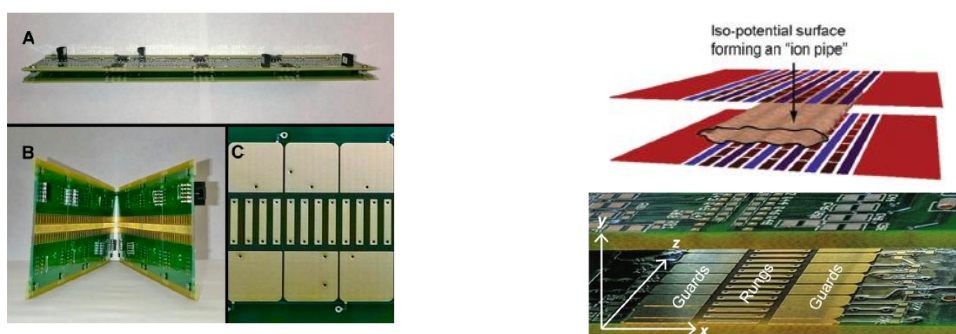


Figure 1. Exemples de dispositifs SLIM d'après A. Zhang et al, *Anal Chem* 87, 6010 (2015), Eaton et al, *JASMS* 30,1115 (2019) et Ibrahim et al., *Analyst* 142, 1010 (2017). Un SLIM est constitué de deux plaques de circuits imprimés avec un arrangement spécifique d'électrodes, disposées en miroir. La manipulation des ions entre les deux plaques se fait par l'application de champs électriques radio-fréquences, continus et d'ondes voyageuses (traveling-wave TW) sur les électrodes.

Bibliographie

- [1] Y.M. Ibrahim et al., *Analyst* 142, 1010 (2017) "New frontiers for mass spectrometry based upon structures for lossless ion manipulations" <https://doi.org/10.1039/C7AN00031F>
- [2] A. Zhang et al., *Anal Chem* 87, 6010 (2015) "Ion Trapping, Storage, and Ejection in Structures for Lossless Ion Manipulations" <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.5b00214>
- [3] C. Greer et al., *J. Am. Soc. Mass. Spectrom* 34, 1715 (2023) "SLIM Tricks: Tools, Concepts, and Strategies for the Development of Planar Ion Guides" <https://doi.org/10.1021/jasms.3c00163>