



HAL
open science

PLASmas Pour l'Analyse en Masse des Surfaces(PLASPAMS)

B. Brahim, C. Sonnichsen, E Louarn, H. Mestdagh, R. Herren, G. Perilhous, Joël Lemaire, M. Heninger, S. Pasquiers, J. Santos Sousa, et al.

► **To cite this version:**

B. Brahim, C. Sonnichsen, E Louarn, H. Mestdagh, R. Herren, et al.. PLASmas Pour l'Analyse en Masse des Surfaces(PLASPAMS). Workshop Interdisciplinaire sur la Sécurité Globale (WISG), Sep 2017, Paris, France. hal-04219776

HAL Id: hal-04219776

<https://hal.science/hal-04219776>

Submitted on 27 Sep 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

PLASmas Pour l'Analyse en Masse des Surfaces

PLASPAMS



Programme : CSOSG

Édition : 2013

Contact :
stephane.pasquiers@u-psud.fr

COORDINATEUR : Stéphane PASQUIERS

PARTENAIRES : CNRS (LCP, LPGP), ALYXAN

Résumé :

PLASPAMS vise au développement d'un instrument associant l'utilisation de microjets de plasma froid et la spectrométrie de masse afin de mettre en évidence et d'identifier les molécules peu volatiles (parmi lesquelles des explosifs ou des stupéfiants) qui pourraient être présentes sur des surfaces.

► CONTEXTE ET OBJECTIFS

L'instrument développé est constitué :

- **D'un analyseur** sensible et haut débit basé sur un spectromètre de masse mettant en œuvre une méthode d'ionisation chimique afin d'ioniser spécifiquement les classes de molécules recherchées et aussi de préserver l'information moléculaire en ne fragmentant pas ces molécules lors de l'ionisation.

- **Des microjets de plasma froid**, en l'occurrence dans l'argon, qui en interagissant avec les surfaces feront passer dans la phase gazeuse les molécules qui y sont déposées.

Les différents éléments de la chaîne analytique devront être optimisés pour aboutir à un instrument précis, sensible et compact : prélèvement, mode d'ionisation et analyse. Le mode de prélèvement est crucial. Les avantages que présentent les plasmas froids pour réaliser une désorption douce et peu coûteuse énergétiquement font que leur utilisation dans le domaine de l'analyse est en croissance très rapide. Le système devra permettre l'analyse haut débit de surfaces assez grandes. La méthode de désorption ainsi que le mode d'ionisation ne doivent pas détruire l'information par une technique trop brutale. Il faut ioniser sans dissocier et c'est ce que permet l'ionisation chimique. Elle permet, de plus, d'ioniser spécifiquement les analytes recherchés sans ioniser le gaz porteur ce qui est essentiel pour avoir une bonne sensibilité.

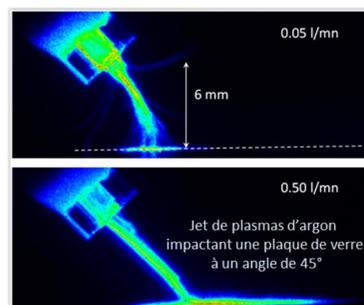
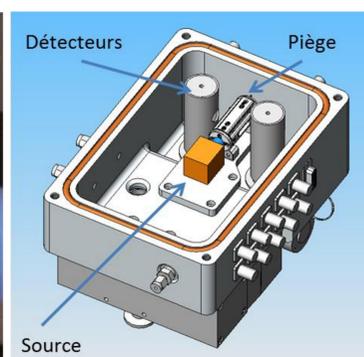
► MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS

Microjets de plasma d'Argon. Une micro-décharge à barrière diélectrique alimentée par impulsions de haute tension (230 ns, 6 kV, 20 kHz) a permis de produire un jet de plasma d'argon de petit diamètre (1.7 mm) et flux modéré (< 1.0 l/mn) se propageant sur une distance de plusieurs centimètres dans l'atmosphère ambiante. La caractérisation physique de ce plasma a été effectuée à l'aide de méthodes électriques (mesures de tension et courant de décharge) et optiques (imagerie rapide intensifiée, spectroscopie optique d'émission, absorption laser dans l'infra-rouge), résolues en temps à l'échelle de la nanoseconde. L'absorption laser a permis de cartographier la densité de l'état métastable $Ar(1s_5)$, qui constitue un important réservoir d'énergie, avec une résolution spatiale de 20 μm .

Source d'ions pour l'ionisation chimique. Une configuration originale de décharge à micro-cathode creuse (MHCD, 400 μm de diamètre) fonctionnant en régime continu à faible tension (< 500 V) a été utilisée pour générer des ions hydronium à pression de 0.1 mbar. Le plasma est créé dans un mélange Ar/H_2O ou air/H_2O avec un faible flux de gaz (0.02 l/mn) assuré par la différence de pression (100 mbar) établie entre deux chambres séparées par la structure de décharge.

Piège à ions linéaire. Un spectromètre compact basé sur un piège à ions linéaire est développé spécifiquement pour ce projet. Le piège lui-même a une longueur de 30 mm et un rayon interne de 3 mm. Il permettra de détecter les ions sur la gamme de masse 15-300 u avec une résolution unitaire. Opéré à une pression de 10^{-3} mbar il nécessite des moyens de pompage réduit (pompe turbomoléculaire de 10 L/s).

Analyse des espèces désorbées. Dans une première étape il a été montré en utilisant une technique chromatographique que le jet de plasma d'argon est capable d'éjecter des molécules de bibenzyle, prises comme modèle de l'application envisagée, préalablement déposées sur une surface de verre. Une partie de ces molécules n'est pas fragmentée. Ainsi il apparaît possible d'identifier le dépôt sans avoir recours à un schéma cinétique de dégradation de la molécule qui serait nécessaire à partir d'une mesure de sous-produits neutres ou ioniques.



► VALORISATION ET PERSPECTIVES

L'interaction des jets de plasma avec les surfaces est un sujet qui dépasse largement les applications en chimie analytique. En particulier, une recherche intensive est menée au niveau international concernant le traitement de matériaux biologiques par plasma, avec applications en médecine dont la cancérologie. Les résultats obtenus par le projet PLASPAMS pourraient intéresser cette communauté, et également les équipes travaillant sur la fonctionnalisation des surfaces.

L'analyseur compact développé dans le cadre de ce projet associé aux jets de plasmas sera une méthode originale d'analyse des surfaces. Celui-ci pourra être aussi utilisé pour l'analyse des composés présents dans l'air en mode impact électronique ou ionisation chimique avec une bonne sensibilité. Les domaines d'applications sont nombreux et variés : analyse de l'air, suivi de process industriel, détection des toxiques chimiques.

Publications

Les travaux ont jusqu'à présent donné lieu à 11 présentations en conférences internationales, 5 en nationales, ainsi qu'à la publication d'un article. D'autres articles sont en cours d'écriture. Une sélection est donnée ci-dessous :

- Impact of an atmospheric argon plasma jet on a dielectric surface and desorption of organic molecules - X. Damany, S. Pasquiers, N. Blin-Simiand, G. Bauville, B. Bournonville, M. Fleury, P. Jeanney, J. Santos Sousa - The European Physical Journal: Applied Physics, 75 (2016) 24713.
- Radial and temporal density profiles of $Ar(1s_5)$ metastables in a nanosecond pulsed plasma jet impinging on different dielectric surfaces - K. Gazeli, G. Bauville, M. Fleury, O. Neveu, P. Jeanney, S. Pasquiers, J. Santos Sousa - 23rd International Conference on Phenomena in Ionized Gases - 9-14 juillet, Estoril, Portugal.
- Tube à dérive associé à des microjets de plasmas froids pour l'analyse de composés organiques dans l'air et déposés sur des surfaces, J. Lemaire, B. Brahim, M. Héninger, E. Louarn, G. Bauville, N. Blin-Simiand, S. Pasquiers, J. Santos-Sousa, E. Bauchard, J. Leprovost, *Spectrométrie de Masse et Analyse Proteomique (SMAP 2015)*, 15-18 septembre Ajaccio.
- Development of a drift tube mass spectrometer associated with plasma microjets. J. Lemaire, B. Brahim, M. Heninger, E. Louarn, G. Bauville, N. Blin Simiand, E.-T. Es-Sebbar, M. Fleury, S. Pasquiers, J. Santos Sousa, E. Bauchard, J. Leprovost, *ASMS 2016*, June 5-9 San Antonio.

AlyXan LCP



UNIVERSITÉ PARIS SUD



14/15 2017
SEPTEMBRE

WISG 17
WORKSHOP INTERDISCIPLINAIRE SUR LA SÉCURITÉ GLOBALE

UNIVERSITÉ PIERRE ET MARIE CURIE - PARIS