

1. Description générale de la plateforme

1.1. Présentation du LSPM

Le Laboratoire des Sciences des Procédés et des Plasmas (LSPM) à Villetaneuse est une unité propre de recherche (UPR3407) qui développe des activités fondamentales et appliquées sur la mise au point de procédés et de matériaux avancés. Les spécificités du LSPM sont d'une part sa pluridisciplinarité (génie des procédés, mécanique des matériaux, physique, chimie) et d'autre part son ambition de comprendre les diverses propriétés macroscopiques par la caractérisation des phénomènes ayant lieu aux plus petites échelles (nanomètre). Les procédés sont les dépôts plasma de films par voies chimique et physique, les interactions plasma-surface et plasma-liquide, les procédés de chimie douce ou de haute pression et haute température, ainsi que les procédés métallurgiques. Les moyens de caractérisations sont nombreux et comportent des sondes structurales et microstructurales, physiques et mécaniques permettant de visualiser souvent in-situ les mécanismes ayant lieu lors de la sollicitation des matériaux élaborés ainsi que lors de leur élaboration. Le LSPM dispose ainsi d'un ensemble très complet de microscopes et diffractomètres, de spectroscopies laser, de moyens d'essais mécaniques multi-échelles, etc. La modélisation des comportements est également une activité reconnue du LSPM qui dispose de moyens numériques importants (modélisations atomistiques, mésoscopiques, en champ moyen, ...) pour aborder différents problèmes liés aux procédés et matériaux étudiés expérimentalement.

1.2. Présentation de la plateforme

La plateforme LaSPM (Laser and Spectroscopy diagnostics in PlasMas) est localisée au sein du LSPM. La conception de cette plateforme vise à répondre aux besoins de la recherche fondamentale et appliquée dans le domaine des plasmas. Elle offre des possibilités d'expérimentation avancées en combinant des systèmes laser avec des techniques de détection uniques. La technique majoritaire utilisée avec les outils de la plateforme est appelée TALIF pour « Two-photon Absorption Laser Induced Fluorescence ». La TALIF est généralement dédiée à la détermination de la densité des atomes dans leur état fondamental dans des plasmas de toutes sortes, et dans des flammes.

1.3. Personnel dédié

Le personnel scientifique attaché à cette plateforme fait partie de l'opération de recherche IPS (Interaction Plasma/Surface et Microplasmas) de l'axe PPANAM (Procédés Plasma, Nanostructures et Films Minces) du LSPM. Les quatre acteurs principaux sont :

- Guillaume Lombardi (professeur des universités)
- Swaminathan Prasanna (chargé de recherche)
- Kristaq Gazeli (chargé de recherche)
- Laurent Invernizzi (ingénieur de recherche).

Ces personnes permettent d'analyser les demandes des utilisateurs potentiels, enseigner aux chercheurs comment comprendre et utiliser les diagnostics, et participer à l'interprétation des mesures.

En soutien Nathalie Duros (ingénieure d'études) et Sandrine Ouazan (adjointe administrative) assurent les besoins administratifs, Greg Chavignac (ingénieur d'études) faisant partie du service « calculs scientifiques » du laboratoire assure les besoins liés à l'informatiques et au réseau, et enfin Ludovic William (assistant ingénieur), Nicolas Fagnon (assistant ingénieur), Noël Girodon Boulandet (assistant ingénieur) et Pascal Boutin (technicien) faisant partie du service « conception instrumentation suivi d'expérience » du laboratoire assurent les besoins liés à l'amélioration des expériences.

1.4. Equipement de la plateforme

La salle dédiée à la plateforme LaSPM est un environnement de recherche avancé, spécialement conçu pour accueillir des équipements de pointe. Elle comprend les éléments suivants :

- Un laser picoseconde (PL3143A-5-Pretrig, APL2100-Train-H411 et PG411-SH-DUV, EKSPLA).
- Un laser nanoseconde composé d'un laser de pompe (Lab-170-10, Spectra Physics) et d'un laser à colorant (Cobra-Stretch et FCU, Sirah).
- Une caméra streak (C10910-05, C13440-20CU (fast unit), C13440-20CU (slow unit) et M10914-01 (horizontal blanking), Hamamatsu).
- Trois oscilloscopes (WaveSurfer10 (1 GHz, 10 GS/s) et WaveSurfer 4104HD (1 GHz, 5 GS/s), Teledyne Lecroy, RTO 1044 (4 GHz, 20 GS/s), Rohde and Schwarz).
- Deux générateurs de délai (DG645 dont un avec l'option OCXO timebase, Stanford Research).
- Deux générateurs de délai pilotables par Labview (NI 782253-01, National Instruments).
- Un monochromateur (SP-2155, Princeton Instruments) de 150 mm de longueur focale, équipé de deux réseaux 1200 traits/mm, blazés respectivement à 500 et 750 nm.
- Deux PMT déclenchés (H11526-20-NF, Hamamatsu).
- Deux calorimètres (J-10MB-LE, Coherent).

- Un calorimètre (J-25MB-HE, Coherent).
- Deux alimentations pour calorimètre (Labmax-Pro SSIM, Coherent).
- Deux bras d'aspiration (ESTA) pour l'évacuation de gaz (ozone et gaz rares notamment).
- Plusieurs translations motorisées (Standa, Thorlabs, Zaber, Sanyo Denki, Oriental motor).
- Une multitude d'optiques spécifiques aux rayonnements UV, visibles et infrarouges (lentilles, miroirs, filtres, etc.), de translations manuelles, et d'objets liés à l'utilisation de lasers et de plasmas.

1.5. Services proposés

La plateforme LaSPM est équipée de deux systèmes laser/détecteur, chacun présentant ses propres particularités ainsi que des avantages et des inconvénients. Le choix préférentiel d'un système dépend de la pression et du quenching se produisant au sein du plasma. Dans un plasma où le quenching est très important, comme à la pression atmosphérique par exemple, les durées de vie de fluorescence peuvent être très rapides. On choisira dans ce cas le système picoseconde (caméra streak + laser picoseconde). A l'inverse, pour un plasma moins collisionnel, le système nanoseconde peut largement convenir (monochromateur + PMT + laser nanoseconde). Les atomes les plus couramment sondés sont : l'oxygène, l'hydrogène et l'azote, ainsi que leur gaz de calibration associé. D'autre part, selon les besoins et les connaissances des personnes voulant utiliser les outils de la plateforme, d'autres diagnostics lasers peuvent être réalisées, allant de la LIF (absorption à un photon) pour des mesures de densité moléculaire notamment, à des mesures de températures rotationnelles et de densités électroniques via diffusions Raman, Rayleigh ou encore Thomson. La salle dédiée à l'utilisation de ces diagnostics permet d'utiliser les différents outils dans des conditions optimales (maintenance de la température, possibilité de plonger la salle dans le noir, sécurité liée aux lasers et à la haute tension).

Le déroulement de la mise à disposition des outils de la plateforme se fait toujours de la même manière (à l'exception des collaborations avec le secteur privé) : les personnes souhaitant sonder leur source plasma sont accompagnées par les membres de l'équipe du LSPM dans un premier temps toujours accompagné par l'équipe de la plateforme. Une fois que l'équipe entrante est suffisamment familiarisée avec l'utilisation des équipements, au jugé des membres de la plateforme, ils réalisent le reste des campagnes d'expérience sans la présence des membres de la plateforme. Ces derniers se rendent cependant toujours disponibles si nécessaires.

2. Typologie de la clientèle

Les profils des clients visés par cette plateforme sont en majorité des clients internes au CNRS et provenant plus généralement du milieu académique. La venue des chercheurs d'Europe ou même d'ailleurs dans le monde a déjà été effectuée. Les prestations auprès de clients du secteur privé sont également tout à fait possibles. La clientèle est majoritairement française.

Depuis 2022, plus d'une dizaine de collaborations ont été menées à bien incluant notamment :

- l'university of Cyprus (Chypre)
- le Leibniz Institute for Plasma Science and Technology (Allemagne)
- le Laboratoire de Physique des Interfaces et des Couches Minces (LPICM)
- le Laboratoire de Physique des Plasmas (LPP)
- le laboratoire de Physique des Gaz et des Plasmas (LPGP)

3. Etude de la concurrence

Au CNRS, la liste des tarifications auditables établies au 1^{er} octobre 2023 n'affichent pas de prestations similaires, ni même proches, à ce qui est proposé au sein de cette plateforme. En dehors du CNRS, aucun service de ce type n'a été constaté, que ce soit en France ou à l'étranger.