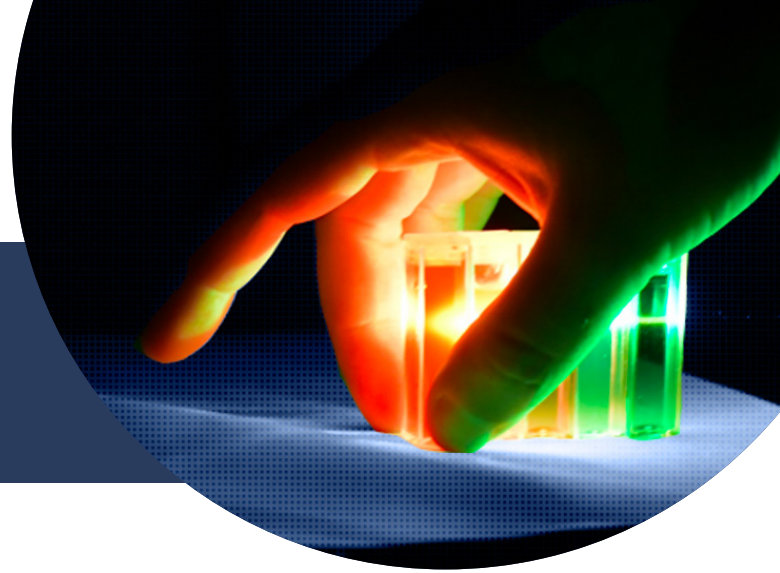


Métrologie dans les fluides et diagnostics laser



Activité

La caractérisation des champs de vitesse, de température et de concentration, ainsi que la granulométrie des particules dans les écoulements diphasiques, permettent d'appréhender les phénomènes physiques de transferts de chaleur et de masse. Les techniques de mesure de la plateforme répondent aux besoins de la recherche appliquée et fondamentale et couvrent une grande diversité d'échelles spatiales et temporelles.

La plateforme développe des techniques de mesure optique qui reposent sur l'interaction rayonnement/matière et la diffusion de la lumière par des particules dont la mise en œuvre passe par l'utilisation de laser. L'avantage de ces techniques est qu'elles sont non intrusives, ce qui est fondamental pour étudier la plupart des écoulements. La fluorescence induite par laser, la diffusion Raman, sont généralement mieux adaptées à la mesure de température et de concentration de différentes espèces. La détermination de la granulométrie de particules par des moyens optiques, est plus spécifiquement dédiée à l'étude des écoulements diphasiques. Elle a pour objet la mesure statistique des diamètres de petites particules (typiquement quelques dizaines de μm) ainsi que leur concentration. La vélocimétrie laser est basée sur la diffusion de la lumière par de fines particules utilisées comme traceurs de l'écoulement ce qui permet de déterminer la vitesse locale du fluide.

Spécificités

- Développement de diagnostics optiques laser innovants résolus spatialement et temporellement
- Caractérisation des phénomènes de transferts à différentes échelles
- Caractérisation des milieux diphasiques par techniques optiques variées
- Couplage de techniques de mesure (taille/vitesse/température) pour réaliser des bilans d'énergie

Secteurs d'application

- Combustion diphasique de carburants alternatifs
- Refroidissement diphasique
- Dissipation de hauts flux thermiques
- Récupération de chaleur
- Givrage des avions

Mots-clés

- Fluorescence induite par laser
- Spectroscopie de fluorescence
- Vélocimétrie laser Doppler
- Granulométrie laser par analyse phase Doppler
- Spectroscopie Raman
- Vélocimétrie par images de particules

Savoir-faire

Plusieurs techniques de mesures sont maîtrisées, notamment :

- Fluorescence induite par laser. Les techniques peuvent être basées sur la mesure de l'intensité du signal LIF ou sur la mesure du temps de déclin de la fluorescence. Il existe de nombreuses configurations de mesures :
 - Imagerie par plan laser (PLIF) au moyen de caméras (CCD, EM CDD, ICCD, sCMOS)
 - Mesures ponctuelles par des photodétecteurs
 - Microscopie de fluorescence biphotonique
 - Imagerie des durées de vie de fluorescence
- Diffusion Raman
- Granulométrie par phase doppler et Vélocimétrie Doppler

Nos équipements phares

La plateforme possède une grande variété de sources laser et de détecteurs (caméras, photomultiplicateurs). Parmi nos équipements, on peut mentionner :

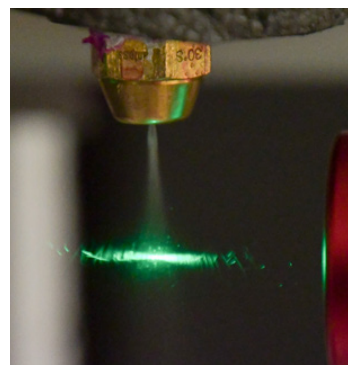
- Granulométrie et vélocimétrie laser à effet Doppler (PDA).
- Vélocimétrie par images de particules (PIV)
- Spectromètre Raman pour le visible (300 nm à 1100 nm), rapide, d'une focale de 750 mm avec une caméra refroidie à 2 dimensions
- Microscope par excitation à deux photons combiné à un laser femtoseconde Ti:Sa.
- Chaîne de mesure de la durée de vie de la fluorescence par la technique Time Correlated Single Photon Counting (TCSPC)

Nos dernières réalisations

Spectroscopie de fluorescence résolue en temps appliquée à la mesure de température

Un laser femtoseconde est utilisé pour mesurer dans le domaine temporel la durée de vie de la fluorescence, qui présente une dépendance intrinsèque à la température et à la composition chimique. La mesure repose sur la technique de comptage de photons uniques corrélés dans le temps (TCSPC). Cette nouvelle approche constitue une amélioration décisive par rapport aux méthodes à deux couleurs, basées sur l'intensité du signal. Contrairement à ces dernières, une mesure absolue de la température peut être obtenue. Un exemple de résultat est la mesure de température dans des sprays.

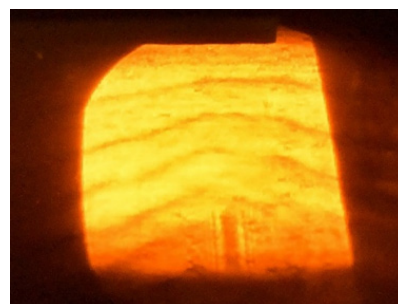
Mesure de la durée de vie de la fluorescence dans un spray à l'aide d'un objectif de microscope >



Images de champs de température résolues dans le temps et dans l'espace

Le développement d'une imagerie de fluorescence résolue dans le temps et dans l'espace est un défi majeur pour l'étude des phénomènes de transferts. L'utilisation d'une source laser pulsée est généralement requise pour obtenir des images figées dans le temps. La saturation de la fluorescence excitée par ces sources laser de forte puissance a fait l'objet d'une étude approfondie afin de limiter ces effets sur la sensibilité en température des colorants. Parmi les applications, on peut citer la mesure du champ de température à l'intérieur de films liquides ruisselants ou de gouttes impactant des parois chaudes.

Application de la LIF dans des films liquides minces (épaisseur inférieure à 1 mm). Le film mince a été éclairé en volume >



Gouttes dans des conditions givrantes

Une technique d'imagerie en fluorescence, utilisant une caméra rapide et une source laser continue, a été développée spécifiquement pour répondre aux défis que constitue l'observation d'un front de glace à l'intérieur d'une goutte s'étalant sur une paroi refroidie en quelques ms. Le signal de fluorescence varie avec l'épaisseur de la couche de liquide éclairée, ce qui permet de déterminer la position du front de glace pendant le givrage. Les illustrations représentent l'étude du givrage d'une goutte à l'impact d'une paroi en verre -10°C.

La fluorescence induite par laser à deux couleurs (2cLIF) a été utilisée pour caractériser la température de gouttes surfondues évoluant dans une soufflerie givrante à haute vitesse ($v > 150$ m/s et T jusque -40°C).

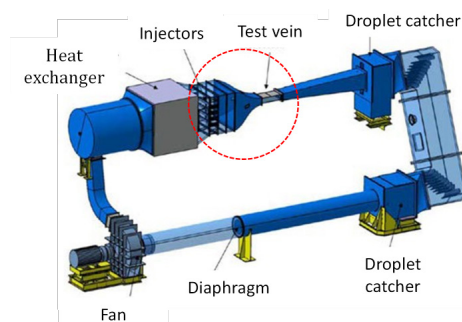


Schéma de la soufflerie givrante à haute vitesse

Contact

Guillaume Castanet
guillaume.castanet@univ-lorraine.fr
03 72 74 42 35

Localisation

LEMTA
2 avenue de la Forêt de Haye
BP 90161
54505 VANDOEUVRE CEDEX