

Contexte

Durant la dernière décennie, l'intérêt que manifeste la communauté scientifique pour **les plasmas en contact avec les liquides** n'a cessé de s'accroître. En effet, la forte réactivité chimique des interactions plasma-liquide leur confère des applications dans de multiples domaines tels que l'agriculture, la synthèse des nanomatériaux, la médecine mais aussi **le traitement de l'eau, qui constitue le domaine d'application de ce stage**. Le plasma est généré en appliquant une haute tension entre au moins deux électrodes conductrices. Dans le cas des **interactions plasma-liquide**, ces décharges électriques peuvent être groupées en deux grandes catégories : décharges au sein même du liquide et **décharges dans la phase gazeuse en dessus de la surface du liquide**. C'est cette dernière configuration qui nous intéresse.

Prenons l'exemple d'une décharge appliquée à partir d'une pointe placée quelques millimètres au-dessus de la surface du liquide à traiter, et sur laquelle est appliquée une haute tension continue de quelques kV (Figure 1a). Dans ce cas, les espèces chimiques produites par la décharge électrique se déplacent de la pointe vers la surface du liquide, du fait du champ électrique et de l'écoulement (vent ionique) induit par la décharge. A l'interface, de très nombreux phénomènes physico-chimiques ont lieu, avec entre autre la pénétration des espèces chimiques au sein du liquide, ainsi que la charge électrique de l'interface du fait du dépôt d'ions à sa surface. De plus, une partie de l'énergie de la décharge, dans certains cas, chauffe le liquide au point d'impact de la décharge avec le liquide. Par conséquent, différents phénomènes hydrodynamiques apparaissent à la surface du liquide, par convection thermique (le plus souvent négligeable), du fait de la modification de la tension de surface du liquide et enfin des écoulements dans la phase liquide, dus à des forces électriques sur les ions produits, localisés principalement à l'**interface gaz-liquide** mais aussi au sein du liquide. Ces phénomènes sont très complexes à appréhender mais ils jouent un rôle fondamental dans le transport des espèces au sein du liquide. Par conséquent, il est impératif de les analyser en détails afin de bien contrôler les procédés plasma-liquide.

Dans ce contexte, il y a deux ans, nous avons débuté de nouvelles recherches dans ce domaine (**thèse de Doctorat de Lara ALOMARI, financée par l'EUR Intree et en collaboration avec l'IC2MP**) et les résultats sont impressionnants. Dans cette étude, Lara ALOMARI a testé différents types de décharges (DC et DBD pour *Décharge à Barrière Diélectrique*, Figures 1ab), et a mis en évidence différents régimes de décharge (Figure 1c). Elle a ensuite utilisé des marqueurs chimiques pour identifier les espèces chimiques qui avaient traversé l'interface plasma-liquide et a démontré que certains types de décharge étaient beaucoup plus efficaces que d'autres. Enfin, Lara ALOMARI a effectué des mesures par PIV (Particle Image Velocimetry), de façon à caractériser les écoulements au sein du liquide en fonction du type de décharge. Par exemple, la Figure 2a montre l'écoulement produit par une décharge de type « DBD glow ».

Sujet de stage

Dans ce stage, nous souhaitons effectuer une étude similaire mais avec **une décharge encore jamais étudiée à l'institut Pprime : « le jet plasma »** (Figure 2b). Le jet plasma est une décharge établie à l'intérieur d'un capillaire (diamètre millimétrique) et convectée vers la sortie du capillaire à l'aide d'un jet de gaz (air, argon ou helium). Le jet plasma impacte alors la surface du liquide, modifiant les caractéristiques hydrodynamiques de sa surface, du fait du jet fluide de plasma, mais aussi des raisons présentées ci-avant. Le principal intérêt de ce jet plasma est que l'on peut aisément contrôler l'effet de la décharge sur la surface du liquide, en jouant sur la vitesse du gaz qui connecte le plasma vers l'interface.

Les différentes étapes du stage seront les suivantes :

- ✓ Mettre au point le banc expérimental permettant de générer un **jet plasma** alimentée par une décharge à barrière diélectrique AC,
- ✓ Caractériser les propriétés électriques du plasma (courant et puissance consommée),
- ✓ Mettre en évidence l'effet du jet plasma par des mesures chimiques,
- ✓ Mesurer précisément les écoulements générés à l'interface et au sein du liquide à l'aide de la PIV, en fonction des propriétés électriques et fluidiques du jet plasma,
- ✓ Mesurer à une échelle micrométrique la déformation de la surface du liquide à l'aide d'une nouvelle méthode que l'équipe EFD met au point actuellement (Free-Surface Synthetic-Schlieren).

Conclusion

Cette nouvelle thématique de recherche est très importante pour les trois équipes de recherches impliquées (de Pprime et IC2MP) car elles réunissent toutes les compétences (chimie, phénomènes d'interface, physique des plasmas, mécanique des fluides, traitement de l'eau) pour mener à bien des travaux de très grande qualité. A la suite de ce stage, **notre équipe de recherche proposera au stagiaire une thèse de Doctorat sur le même sujet.**

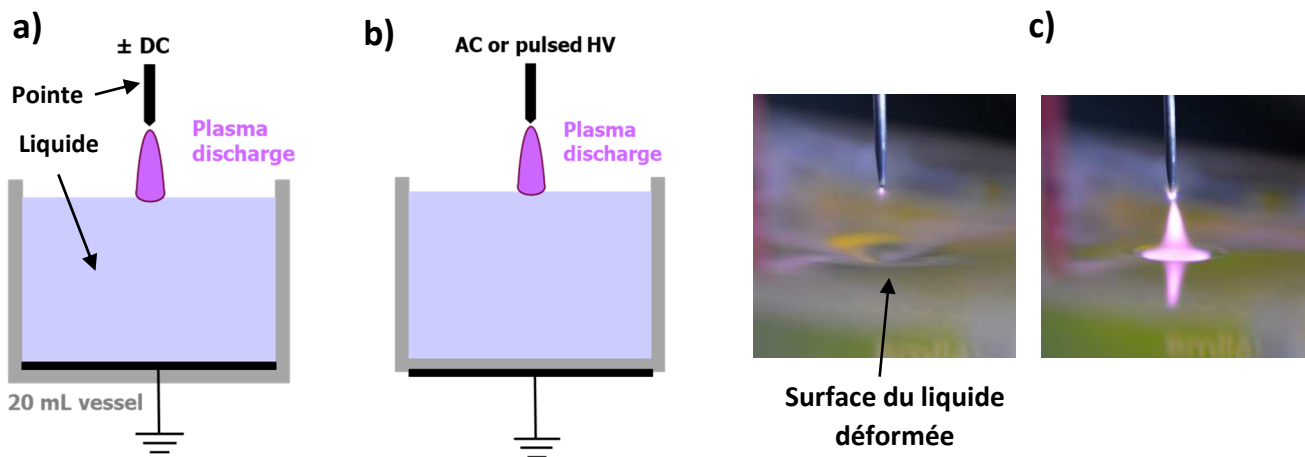


Figure 1. Configuration de la décharge continue (a), de la décharge à barrière diélectrique (b), et photographie du plasma dans deux régimes différents (les puissances électriques consommées sont respectivement de 0.1 et 2 W).

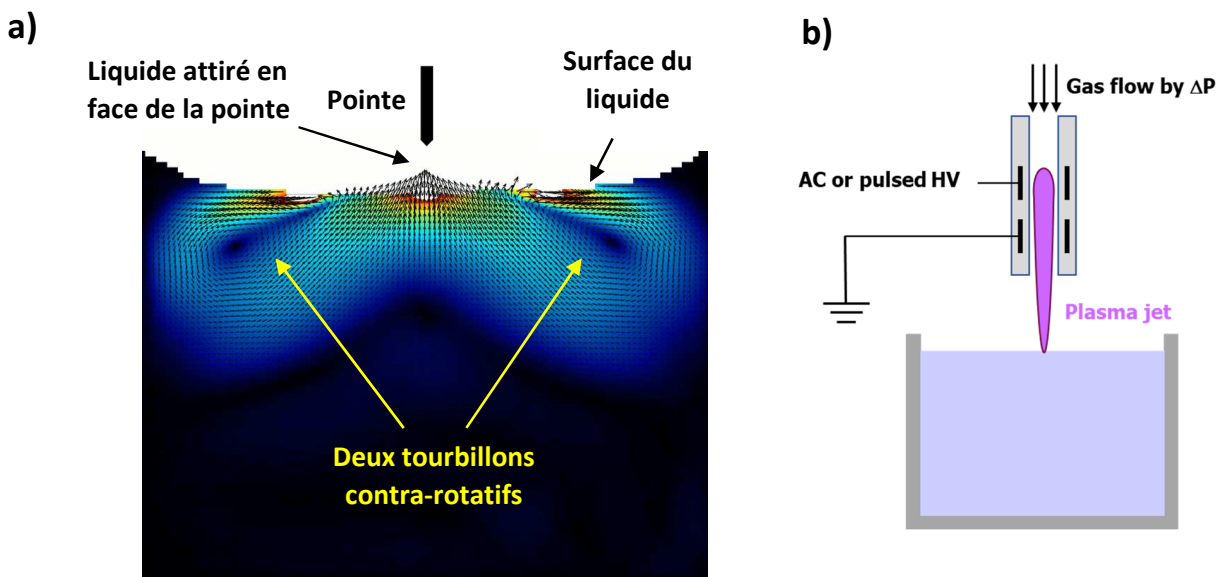


Figure 2. Champ de vecteurs vitesse de l'écoulement généré au sein du liquide par la décharge électrique (a), schéma du jet plasma (b).

Equipe d'accueil

L'équipe d'accueil principal est l'équipe « Electrofluidodynamique » de l'Institut PPRIME à Poitiers. Le stagiaire travaillera avec les collègues de l'axe « Plasmas, Interface et Contrôle d'écoulement » (voir lien ci-dessous).

Le stage peut durer jusqu'à 6 mois, de mars à septembre par exemple, mais la date n'est pas fixée.

Contact : **Eric MOREAU** (eric.moreau@univ-poitiers.fr)

<https://pprime.fr/la-recherche/fluides-thermique-combustion/electro-fluido-dynamique-efd/#plasmas>