



Institut National
Universitaire
Champollion

Pr Bruno Caillier
[Laboratoire DPHE](mailto:bruno.caillier@univ-jfc.fr)

Dr Florent Sainct
[Laboratoire DPHE](mailto:Florent.sainct@univ-jfc.fr)

EB312
Institut National Universitaire Champollion
Place de Verdun
81012 Albi Cedex 09
05 63 48 64 44
bruno.caillier@univ-jfc.fr

05 63 48 64 44
Florent.sainct@univ-jfc.fr

Proposition de Stage Master 2024 (6mois)

Génération de nano-particules argent ou or assistée par jet plasma à la pression atmosphérique

La réduction plasma est devenue une méthode très prometteuse pour la synthèse de nanoparticules, offrant de nombreux avantages par rapport aux techniques classiques (synthèse chimique sol-gel, etc.). Le plasma à pression atmosphérique génère une variété de radicaux et de molécules réactives à l'interface plasma-liquide. Ces substances réactives participent ensuite à des réactions chimiques, permettant la synthèse "contrôlée" de nanoparticules aux propriétés souhaitées.

Contrairement aux méthodes de réduction chimique traditionnelles, la réduction plasma permet une synthèse rapide de nanoparticules dans des conditions "douces", à température ambiante. Cette caractéristique permet non seulement de réduire la consommation d'énergie, mais permet également de synthétiser des nanoparticules dans/ou sur une large gamme de substrats, y compris les matériaux sensibles à la température. La réduction plasma permet un contrôle de la taille, de la forme et de la composition des nanoparticules, vers des propriétés et des fonctionnalités améliorées.

Pour ce projet, le jet est généré par une source basée sur une configuration de décharges à barrières diélectriques (DBD). Ce sujet concerne l'étude expérimentale des effets induits par différents paramètres plasmas (puissance, gaz de travail, la durée de la décharge, la distance entre le plasma et le liquide, etc.) sur les nanoparticules synthétisées (vitesse de production, morphologies, tailles). Ce travail fait suite aux travaux de thèse de T. Habib [1,2] et de L. Invernizzi [3].

Le travail expérimental envisagé, pour un étudiant curieux et motivé, sera très riche en enseignements et concernera :

- la mise en place d'un dispositif expérimental dédié, ainsi que sa validation,
- des études paramétriques pour différentes conditions de décharges avec :
 - des caractérisations optiques des l'émissions produites (mesures à l'aide de spectromètres),
 - caractérisation des nano-particules produites (UV-Vis, DLS, TEM, etc.).

Le stage se déroulera sur Albi. Il n'y a pas, pour le moment, de financement obtenu pour une poursuite doctorale. Le stage sera gratifié aux conditions en vigueur. Un logement de fonction sur Albi peut-être mis à disposition sous réserve de disponibilité.

[1] T. Habib, L. Ceroni, A. Patelli, J. M. A. Caiut, et B. Caillier, « Impact of Micropulse and Radio Frequency Coupling in an Atmospheric Pressure Plasma Jet on the Synthesis of Gold Nanoparticles », *Plasma*, vol. 6, n° 4, Art. n° 4, déc. 2023, doi: [10.3390/plasma6040043](https://doi.org/10.3390/plasma6040043).

[2] T. Habib, J. M. A. Caiut, et B. Caillier, « Synthesis of silver nanoparticles by atmospheric pressure plasma jet », *Nanotechnology*, vol. 33, n° 32, p. 325603, mai 2022, doi: [10.1088/1361-6528/ac6528](https://doi.org/10.1088/1361-6528/ac6528).

[3] L. Invernizzi, N. Sadeghi, F. P. Sainct, et P. Guillot, « Study of He + 0.2% O₂ plasma jet impinging on liquid surface from He(23S1) metastable atoms density measurements », *Plasma Sources Science and Technology*, vol. 31, n° 3, p. 035002, mars 2022, doi: [10.1088/1361-6595/ac4e21](https://doi.org/10.1088/1361-6595/ac4e21).



Institut National
Universitaire
Champollion

Pr Bruno Caillier
[Laboratoire DPHE](mailto:bruno.caillier@univ-jfc.fr)

Dr Florent Sainct
[Laboratoire DPHE](mailto:Florent.sainct@univ-jfc.fr)

EB312
Institut National Universitaire Champollion
Place de Verdun
81012 Albi Cedex 09
05 63 48 64 44
bruno.caillier@univ-jfc.fr

05 63 48 64 44
Florent.sainct@univ-jfc.fr

Master Internship Proposal 2024 (6 months)

Atmospheric Pressure Plasma Jet-Generated Nano-Particles

Plasma reduction has emerged as a highly promising method for nanoparticle synthesis, offering numerous advantages over conventional techniques (such as sol-gel chemical synthesis, etc.). Atmospheric pressure plasma generates a variety of radicals and reactive molecules at the plasma-liquid interface. These reactive substances subsequently participate in chemical reactions, enabling the "controlled" synthesis of nanoparticles with desired properties.

In contrast to traditional chemical reduction methods, plasma reduction allows for the rapid synthesis of nanoparticles under "gentle" conditions, at room temperature. This characteristic not only reduces energy consumption but also enables the synthesis of nanoparticles on/in a wide range of substrates, including temperature-sensitive materials. Plasma reduction provides control over the size, shape, and composition of nanoparticles, leading to improved properties and functionalities.

For this project, the jet is generated by a source based on a dielectric barrier discharge (DBD) configuration. This topic involves the experimental study of effects induced by different plasma parameters (power, working gas, discharge duration, distance between plasma and liquid, etc.) on the synthesized nanoparticles (production rate, morphologies, sizes, etc.). This work follows the thesis work of T. Habib [1,2] and L. Invernizzi [3].

The envisaged experimental work, for a curious and motivated student, will be highly instructive and will involve:

- setting up a dedicated experimental device, as well as its validation,
- parametric studies for different discharge conditions with:
 - optical characterizations of the produced emissions (measurements using spectrometers),
 - characterization of the produced nanoparticles (UV-Vis absorption, DLS, TEM, etc.).

The internship will take place in Albi. Currently, there is no funding secured for further doctoral studies. The internship will be compensated according to prevailing conditions. Accommodation in Albi may be provided subject to availability.

[1] T. Habib, L. Ceroni, A. Patelli, J. M. A. Caiut, et B. Caillier, « Impact of Micropulse and Radio Frequency Coupling in an Atmospheric Pressure Plasma Jet on the Synthesis of Gold Nanoparticles », *Plasma*, vol. 6, n° 4, Art. n° 4, déc. 2023, doi: [10.3390/plasma6040043](https://doi.org/10.3390/plasma6040043).

[2] T. Habib, J. M. A. Caiut, et B. Caillier, « Synthesis of silver nanoparticles by atmospheric pressure plasma jet », *Nanotechnology*, vol. 33, n° 32, p. 325603, mai 2022, doi: [10.1088/1361-6528/ac6528](https://doi.org/10.1088/1361-6528/ac6528).

[3] L. Invernizzi, N. Sadeghi, F. P. Sainct, et P. Guillot, « Study of He + 0.2% O₂ plasma jet impinging on liquid surface from He(23S1) metastable atoms density measurements », *Plasma Sources Science and Technology*, vol. 31, n° 3, p. 035002, mars 2022, doi: [10.1088/1361-6595/ac4e21](https://doi.org/10.1088/1361-6595/ac4e21).