

Traitement de l'eau par des procédés plasma-liquide: application à l'élimination des substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS)

Rendy Prastiko¹, Xavier Duten¹, Hélène Budzinski², Pierre Labadie², Arlette Vega-González¹

¹CNRS, UPR 3407, Laboratoire des Sciences des Procédés et des Matériaux, LSPM, Université Sorbonne Paris Nord, F-93430 Villetaneuse, France.

²Univ. Bordeaux, CNRS, EPOC, EPHE, UMR 5805, F-33600 Pessac, France.

Les procédés plasma-liquide représentent une méthode prometteuse pour le traitement de l'eau contaminée par des polluants persistants, y compris les substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS). Ces dernières sont largement utilisées grâce à leurs propriétés exceptionnelles, depuis les années 1950 dans divers produits de la vie courante tels que les poêles antiadhésives, les emballages alimentaires, les mousses anti-incendie, etc. [1]. Les PFAS ont été largement détectés à diverses concentrations dans les eaux naturelles, et même dans des régions éloignées telles que les milieux polaires [2]. En raison de leur stabilité chimique élevée, de leur mobilité dans l'environnement et de leur potentiel de bioaccumulation, les PFAS ont été reconnues comme des polluants émergents inquiétants [3].

Ce travail porte sur l'étude paramétrique et cinétique de la dégradation de l'acide perfluorooctane sulfonique (PFOS), à l'aide de deux réacteurs plasma de configurations différentes, dans lesquels le plasma est généré soit dans le liquide (ILP), soit au-dessus de la surface du liquide (ALP), à pression atmosphérique et température ambiante. Plusieurs paramètres expérimentaux ont été étudiés, à savoir tension, fréquence, distance inter-électrodes et conductivité initiale de la solution. Une méthode simple pour la mesure de routine du PFOS a été mise au point à l'aide de la spectroscopie UV-Vis. En outre, une première caractérisation de la solution par chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem (LC-MS/MS), a permis d'identifier et quantifier une partie des sous-produits de dégradation présents après une heure de décharge.

L'étude paramétrique montre que le réacteur ALP présente une excellente efficacité d'élimination du PFOS, avec un taux d'élimination maximal de 95 % après une heure de traitement. En revanche, seul 30 % du PFOS a été éliminé dans le réacteur ILP. Le fait que l'efficacité obtenue avec le réacteur ALP soit supérieure pourrait être associée aux mécanismes réactionnels qui se produisent à l'interface plasma-liquide dans cette configuration. En effet, les propriétés tensioactives du PFOS facilitent le contact au niveau de l'interface entre les molécules de polluant et les espèces réactives générées par le plasma qui jouent un rôle important dans leur dégradation. Avec le réacteur ALP, il a été montré que la dégradation du PFOS suit une cinétique de pseudo-premier ordre. Un premier mécanisme de dégradation du PFOS est proposé en se basant sur les sous-produits de dégradation identifiés à ce jour.

Références :

[1] L.G.T. Gaines, *Am J. Ind. Med.* 66: 353-378 (2023)

[2] Z. Xie, R. Kallenborn, *Curr. Opin. Green Sustain. Chem.* 42, 100840 (2023)

[3] S.Y. Wee, A.Z. Aris, *npj Clean Water* 6, 57 (2023)

Année de thèse : 2ème

Mots clés : Traitement de l'eau, PFAS, Procédés plasma-liquide, Sous-produits de dégradation