

## I - Introduction

Les utilisateurs de matières radioactives (industrie électronucléaire, centres de recherche, hôpitaux, universités, ...) peuvent produire des déchets de natures physique, chimique et radiologique très variées. Parmi les déchets liquides, on trouve les **déchets liquides organiques radioactifs (DLOR)** [1].

De par leurs caractéristiques physico-chimiques (volatilité, combustible, réactivité, ...), ils ne peuvent pas être stockés tels quels sur les sites de l'ANDRA, **il est nécessaire de les stabiliser.**

## II - Etat des connaissances et problématique

Il existe des installations capables de traiter certains DLOR, comme l'installation Centraco (Cyclife - Marcoule), cependant ces liquides y sont peu traités car les produits d'incinération et la température de traitement entraînent un risque de corrosion.

Il existe également des installations dédiées au traitement exclusif d'un seul DLOR, par exemple les solvants utilisés dans le procédé PUREX (extraction de l'uranium et du plutonium du combustible usé) sont traités sur site (Orano - La Hague).

Et enfin, beaucoup de DLOR sont considérés comme des **déchets sans filière** et sont entreposés en attendant la mise en place d'un exutoire. L'ANDRA estime à 2000 m<sup>3</sup> les stocks à l'horizon 2030.

Avec l'augmentation des volumes de déchets liée aux opérations de démantèlement à venir, la mise en place d'une solution de traitement adaptée à tout type de DLOR est donc une nécessité.

## IV - Résultats et interprétations

Le tableau 1 décrit les résultats obtenus sur trois liquide organiques différents. [2], [3] & [5]

- La destruction ( $\eta_d$ ) est mesurée en comparant le taux de carbone organique total (COT) injecté dans le plasma et celui présent à la fin de l'essai dans la solution.
- La capture de la fraction minérale ( $\eta_c$ ) est mesuré par spectrophotométrie UV.

Produits	TBP/Dodécane	TCE	PFPE
Utilisation	procédé PUREX	Dégraissant	Lubrifiant
Formule	$C_4H_9O$ $C_4H_9O$ $C_4H_9O$ P = O CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> CH <sub>3</sub>		$CF_3$ F - (CF - CF <sub>2</sub> O) <sub>n</sub> - CF <sub>2</sub> - CF <sub>3</sub>
$\eta_d$	99,9 %	99,96 %	99,8 %
$\eta_d$	99,7 %	99,96 %	99,8 %
$\eta_d$	99,9 %	99,93 %	99,75 %
$\eta_c$	99,6 ± 5,2 %	91,3 ± 2,7 %	94,1 ± 8,8 %
$\eta_c$	98 %	99 %	94,1 %
$\eta_c$	99,5 %	98,98 %	94,1 %

Tableau 1 : Résultats obtenue par trois études utilisant le procédé ELIPSE pendant ~1h et avec des débits ~1,5 L/h. [2], [3] & [5]

- Rendement de destruction >99%
- Rendement de capture >90%



- Manque d'incertitudes sur certaines valeurs,
- Accumulation de matière organique dans la solution (fig.2)

## III - Le procédé ELIPSE

C'est dans ce cadre que le CEA développe le projet **ELIPSE (Elimination de Liquides par Plasma Sous Eau)** qui consiste en l'élimination des DLOR en les injectant dans une torche plasma, immergée dans un réacteur rempli d'eau [Fig.1]. L'objectif est de faire passer les radioéléments d'une phase organique à une phase aqueuse, laquelle pourra être traitée dans des installations existantes. [3]

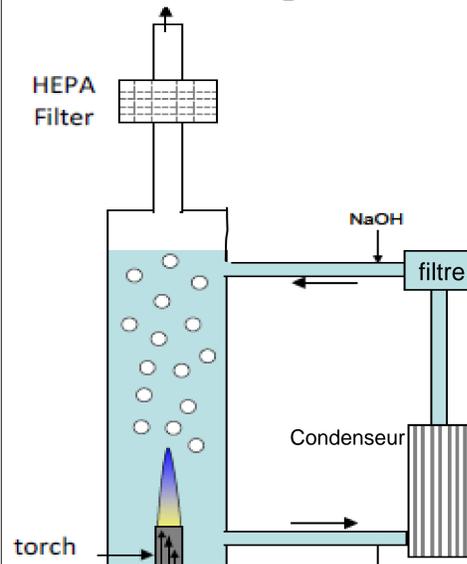
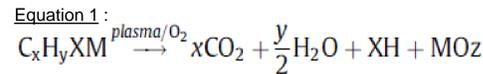


Figure 1 : Schéma de principe du procédé ELIPSE [3]

- Dégradation de la matière organique en 2E-03s par oxydation (équation 1)
- La fraction minérale (susceptible de contenir des radioéléments) est piégée dans la solution aqueuse.

Rôle de l'eau :

- **Refroidissement** du procédé (2500 °C dans le plasma, 50 °C dans le réacteur),
- **Traitement chimique** (neutralisation),
- **Capture** de la fraction minérale.

ELIPSE permet d'atteindre des températures de traitements élevées (>2500 °C) dans un réacteur qui reste froid (~50 °C). Alliée à l'utilisation de matériaux en inconel pour la torche, **les phénomènes de corrosion sont maîtrisés.** [4]

L'étude [6] montre que l'accumulation du COT n'impacte pas le rendement au cours du temps, même en cas d'augmentation de la charge à traiter. [Fig.2]

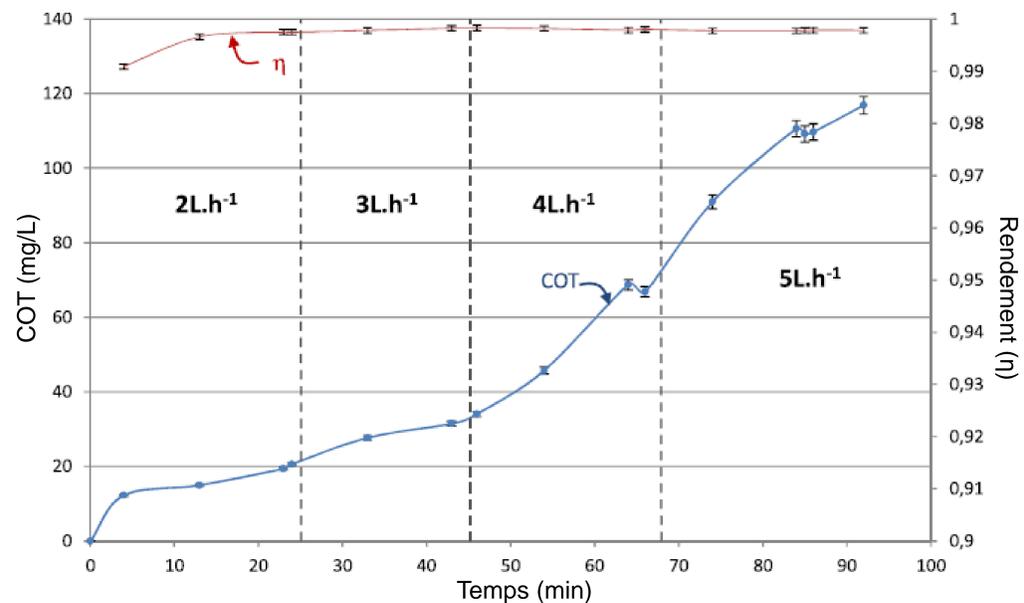


Figure 2 : évolution du rendement et du COT au cours du temps et à différents débit [6].



- Une trop forte accumulation du COT dans la solution aqueuse empêcherait le traitement

Pistes envisagées pour parfaire la destruction de la matière organique [6] :

- Réinjection de la solution au niveau du plasma,
- Utilisation du pouvoir de photo-oxydation des rayons UV émis par le plasma.

## V - Conclusion

Le procédé ELIPSE semble très prometteur pour le traitement industriel des DLOR. En effet, les différentes études menées ont montré de très bons rendements pour des liquides organiques très variés. Nous avons pu voir que la fraction minérale, et donc les radionucléides, sont presque intégralement transférés dans la solution aqueuse, et sont donc traitables par des procédés d'ores et déjà éprouvés.

Cependant, il faut noter que les durées et volumes étudiés sont faibles en comparaison à une utilisation industrielle. Par ailleurs, avant la mise en service d'un tel procédé, il faudra s'assurer de sa capacité à réellement traiter tout type de liquide organique, par exemple pour les composés soufrés qui n'ont pas été étudiés jusqu'ici. Et enfin, il faudra attendre de nouveaux tests pour voir notamment avec quelle efficacité le phénomène de build up du COT peut être traité.

## Bibliographie

- [1] CEA, 2017. L'assainissement - démantèlement des installations nucléaires (monographie). Direction de l'énergie nucléaire, commissariat à l'énergie atomique.
- [2] Mabrouk, M., 2012. Contribution au développement d'un procédé d'incinération de déchets organiques liquides par plasma d'arc immergé. Université de Limoges, école doctorale Sciences pour l'environnement. [Thèse].
- [3] Lemont, F., & al., 2016. An Innovative Technology Using Submerged Plasma The ELIPSE Process for Liquid Treatment. 34th International Conference on Thermal Treatment Technologies & Hazardous Waste Combustors.
- [4] D. Milelli., 2017. Thermo-oxydation et photo-oxydation au cœur du procédé elipse. Les 17èmes Journées Scientifiques de Marcoule, Jun 2017, Bagnols sur Ceze, France. hal-02417824
- [5] Mabrouk, M., & al., 2012. Incineration of radioactive organic liquid wastes by underwater thermal plasma. Journal of Physics: Conference Series, 406, 012002.
- [6] Milelli, D., & al., 2017. Thermo- and photo-oxidation reaction scheme in a treatment system using submerged plasma. Chemical Engineering Journal, 317, 1083-1091.