



**HAL**  
open science

# thermo-oxydation et photo-oxydation au cur du procede eclipse

D. Milelli

► **To cite this version:**

D. Milelli. thermo-oxydation et photo-oxydation au cur du procede eclipse. Les 17èmes Journées Scientifiques de Marcoule, Jun 2017, Bagnols sur Ceze, France. hal-02417824

**HAL Id: hal-02417824**

**<https://hal.science/hal-02417824v1>**

Submitted on 18 Dec 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# THERMO-OXYDATION ET PHOTO-OXYDATION AU CŒUR DU PROCÉDE ELIPSE

Nom, Prénom : Doriana Milelli  
Responsable CEA : Mickael Marchand  
Directeur universitaire : Florent Lemont  
Laboratoire d'accueil : SEVT/LPTI  
Date de début de thèse : 29/10/14

Contrat : Bourse CEA  
Organisme co-financeur : -  
Université d'inscription : Grenoble INP  
Ecole doctorale : I-MEP2  
Master : Laurea Magistrale in Ingegneria  
Energetica – Alma Mater Studiorum Bologna  
(Italie)

## I. Le procédé ELIPSE

Le principe du procédé ELIPSE (Fig. 1) repose sur l'injection de liquides organiques au cœur d'un plasma d'arc soufflé immergé dans un réacteur rempli d'eau [1].

L'utilisation d'une torche à plasma immergée permet d'obtenir des températures de traitement très importantes dans un réacteur qui reste globalement froid ce qui limite très sensiblement la corrosion du procédé. Les réactions de recombinaison sont minimisées par une trempe rapide des gaz ; la turbulence induite par l'injection du jet de plasma dans l'eau assure un bon transfert du gaz au liquide et permet ainsi de piéger dans la solution la fraction minérale, susceptible de contenir des radioéléments.

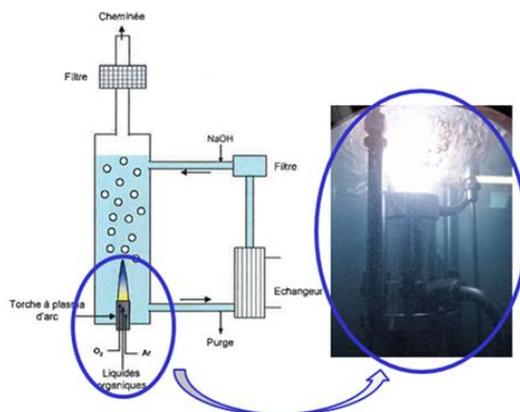


Fig. 1. Schéma de principe du procédé ELIPSE.

## II. Combustion de liquides organiques

Des résultats issus d'une campagne de traitement d'un mélange TBP/dodécane (ratio 30/70% volumique), sont présentés au travers de cette étude. Au cours de ces essais, les gaz de combustion sont systématiquement prélevés et analysés en ligne à l'aide d'un analyseur infrarouge CO/CO<sub>2</sub> situé en aval du condenseur. Des prélèvements réguliers de l'eau de la boucle procédé permettent d'évaluer la concentration résiduelle de carbone organique imbrulé par COTmétrie, ainsi que la concentration de la charge minérale par spectrophotométrie UV.

Dans un premier temps, l'expérience menée sur le procédé ELIPSE a consisté à injecter un débit de charge liquide allant de 2 à 5 L/h pendant 90 minutes à la base d'une tuyère directement implantée à l'extrémité de la torche à plasma. Les analyses ont abouti à établir un rendement de

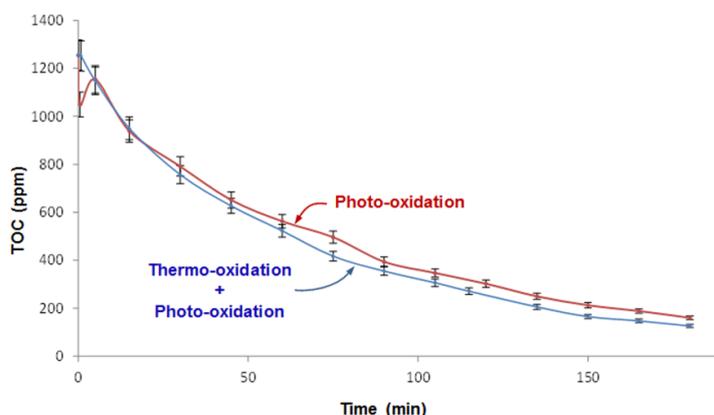
destruction du procédé de  $98.0 \pm 2.0$  % et un taux de transfert de phosphore en solution de  $92.2 \pm 7.8$  %.

Une étude de qualification du procédé ELIPSE avec un mélange de TBP/dodécane, sur une durée totale de 10 heures, a été ensuite réalisée avec un débit de traitement proche de 5 L/h. L'objectif de cette épreuve d'endurance était de montrer la capacité du procédé à pouvoir traiter de façon continue pendant 10 heures un effluent organique avec un débit moyen de 4.7 L/h.

Un nouveau programme d'essais basé sur le traitement d'une charge organique soufrée, le diméthylsulfoxyde, et d'une charge organique chlorée, le chloroforme, a été également initié : les premières expériences ont été réalisées sur une durée d'environ 90 minutes. Le débit moyen d'injection a été de 3.2 L/h dans le cas du DMSO et de 3.6 L/h dans le cas du chloroforme. Le taux de destruction final de la composante organique obtenu après réalisation de cette première campagne d'essais a été évalué à  $99.8 \pm 0.2$  % pour le déchet diméthylsulfoxyde et à  $98.0 \pm 2.0$  % pour le déchet chloroforme.

### III. Activité photochimique du plasma immergé

Des recherches approfondies ont été effectuées pour évaluer la capacité du plasma immergé à détruire les matières organiques restantes soit en les réinjectant dans la solution aqueuse, soit en utilisant le rayonnement UV émis par le plasma (Fig. 2). Il a été mis en évidence que ce rayonnement UV pourrait, par excitation des molécules d'eau, produire des radicaux  $\text{OH}^\circ$  qui peuvent soit dimériser pour produire du peroxyde d'hydrogène  $\text{H}_2\text{O}_2$  soit réagir avec des substances organiques présentes dans la solution aqueuse du réacteur. Le calcul d'une énergie d'activation de  $8.5 \pm 0.9$  kJ/mol au cours des expériences montre que ces radicaux  $\text{OH}^\circ$  agissent directement après avoir été formés. Ainsi, cette photo-oxydation ayant lieu dans la colonne d'eau pourrait être utilisée pour optimiser la destruction de la matière organique résiduelle en solution [2].



**Fig. 2. Evolution du COT (Carbone Organique Totale) mesuré lors du traitement de la solution aqueuse sans réinjection (Photo-oxydation) et avec réinjection de la solution dans la tuyère plasma (Thermo-oxydation + Photo-oxydation).**

[1] M. Mabrouk, M. Marchand, A. Russello, J. M. Baronnet, F. Lemont, "Development of a Submerged Thermal Plasma Process for Combustion of Organic Liquid Waste", Plasma Chem. Plasma Process, 35 (2015), 45-60.

[2] D. Milelli, F. Lemont, L. Ruffel, T. Barral, M. Marchand, "Thermo- and photo- oxidation reaction scheme in a treatment system using submerged plasma", Chemical Engineering Journal, 317 (2017), 1083–1091.