



**HAL**  
open science

## Elaboration d'un estimateur d'état pour l'aide au pilotage de procédés de traitement du combustible irradié

A. Duterme, M. Montuir, B. Dinh, Xavier Joulia, Pascal Floquet

► **To cite this version:**

A. Duterme, M. Montuir, B. Dinh, Xavier Joulia, Pascal Floquet. Elaboration d'un estimateur d'état pour l'aide au pilotage de procédés de traitement du combustible irradié. JSM 2018 - Journées Scientifiques de Marcoule 2018, Jun 2018, Bagnols Sur Cèze, France. cea-02338545

**HAL Id: cea-02338545**

**<https://cea.hal.science/cea-02338545>**

Submitted on 24 Feb 2020

**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.

# Elaboration d'un estimateur d'état pour l'aide au pilotage de procédés de traitement du combustible irradié

Nom, Prénom : DUTERME, Amandine  
Responsable CEA : Marc MONTUIR, Binh DINH  
Directeur universitaire : Xavier JOULIA, Pascal FLOQUET  
Laboratoire d'accueil : DMRC/SPDS/LIPS  
Date de début de thèse : 01/11/2016

Contrat : CTCl  
Organisme co-financier : Orano  
Université d'inscription : INP Toulouse  
Ecole doctorale : MEGeP  
Master : Diplôme d'ingénieur ENSIACET et  
Master Nuclear Energy Chimie Paristech et  
INSTN

---

## **I. Contexte et objectif**

Le traitement du combustible irradié est réalisé à l'aide du procédé PUREX [1]. Après dissolution des pastilles de combustible, les éléments d'intérêt sont séparés puis purifiés en vue de leur recyclage. Le code PAREX [2], développé par le CEA, simule l'évolution des paramètres du procédé au cours du temps et a aidé à la conception des ateliers de purification de l'usine de La Hague.

L'objet de la thèse est d'estimer en temps réel un ensemble de paramètres caractérisant l'état du procédé grâce à l'exploitation des mesures disponibles sur l'installation, et plus particulièrement celles représentatives de l'état du procédé nommés indicateurs d'état. Dans le cas des opérations d'extraction-lavage, la charge en uranium et plutonium du solvant est un facteur déterminant : elle doit être suffisamment élevée pour obtenir une bonne décontamination, sans être excessive afin d'éviter d'altérer le rendement de récupération des cations d'intérêt. La simulation du procédé à l'aide du code qualifié PAREX, permet de relier les paramètres opératoires (débits et caractéristiques des solutions d'entrée, etc) aux différentes mesures de suivi reflétant l'état du procédé et d'accéder précisément aux paramètres d'état recherché. L'objectif de la thèse est ainsi de bâtir un algorithme réalisant l'estimation des indicateurs d'état du procédé et de vérifier leur cohérence.

Pour construire l'outil, deux étapes majeures se distinguent :

- la réconciliation des données de l'installation afin de consolider et rendre cohérent l'ensemble du jeu de données;
- l'optimisation de ces données d'entrée pour la bonne estimation des indicateurs d'état grâce au code PAREX.

## **II. La réconciliation de données**

L'objectif de la réconciliation de données est de fournir un ensemble de données proche des valeurs mesurées vérifiant des contraintes sélectionnées tels que les bilans matière.

Les résultats sont satisfaisants : bilans matière vérifiés, cohérence des modèles de masse volumique, répétabilité des mesures et bonne comparaison avec PAREX (l'écart entre valeurs calculées et réconciliées est inférieur à l'incertitude des mesures). Le titre TBP réconcilié de 30.58% (mesure : 30.4%) permet de réaliser une simulation satisfaisante en terme d'état du procédé (concentration en uranium dans le retour lavage entre 25 et 30 g/l). Dans cette

méthodologie, les incertitudes de chacun des capteurs ne sont pas cumulées sur une mesure mais bien réparties sur l'ensemble des données d'entrée.

### III. Les indicateurs d'état

Malgré les bonnes performances de la réconciliation de données, la qualité des mesures versus la sensibilité du procédé ne permettent pas d'assurer une précision suffisante sur les valeurs réconciliées pour être certain de l'état estimé. C'est-à-dire que pour chaque variable, l'incertitude réconciliée doit être réduite. Pour cela, des mesures internes et de sortie, très sensibles à l'état du procédé, seront utilisées dans la suite des travaux. Pour suivre ces indicateurs d'état, le code PAREX et ses modèles physico-chimiques complexes sont l'outil idéal.

L'utilisation des indicateurs d'état dans la suite de la thèse peut-être illustrée par la simulation d'un schéma proche de la saturation du solvant, pour visualiser l'impact de la charge du solvant [3]. Trois simulations PAREX ont été réalisées en faisant varier le débit solvant principal de plus ou moins 5%. Différents indicateurs tels que la masse volumique de sortie aqueuse de la colonne de lavage (figure 1) sont observés et comparés aux valeurs mesurées. Leur sensibilité à l'état du procédé permet leur concours à l'estimation de la charge du solvant.

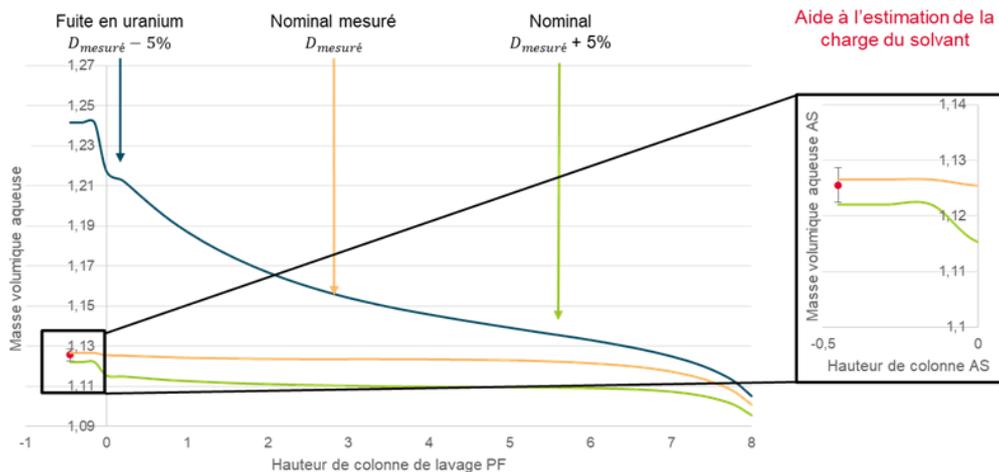


Figure 1 : utilisation de la masse volumique de la sortie aqueuse de la colonne de lavage pour l'estimation de la charge du solvant.

### IV. Conclusion

L'impact de la charge du solvant sur la stabilité du schéma est visible sur les différentes mesures de suivi comme la concentration en uranium dans le retour lavage, le profil de température de la colonne d'extraction ou la masse volumique aqueuse de la colonne de lavage. L'analyse des mesures a permis d'appréhender l'ensemble des données disponibles sur l'installation en termes d'importance d'impact et d'incertitude sur les résultats. Un jeu de données cohérent au niveau matière est obtenu par réconciliation de données et permet de réaliser une première simulation du procédé. A l'aide des indicateurs identifiés, l'outil permettra de connaître l'état du procédé et de mesurer virtuellement la charge du solvant, tel un « capteur logiciel ».

### Références :

- [1] B.Dinh, P.Baron et J.Duhamet, « Opérations de séparation et de purification du procédé PUREX », monographies DEN CEA, Le traitement -recyclage du combustible nucléaire usé, CEA Saclay et Groupe Moniteur, Paris, 2008.
- [2] B.Dinh, M.Montuir et P.Baron, « PAREX, a numerical code for process design and integration. », GLOBAL 2013 – Salt Lake City (UT) USA, Septembre 2013.
- [3] B.Dinh, M.Montuir, C.Sorel, J.Bisson, C.Huel, « PAREX, a numerical code for plant operation assistance ».

**Maximum 5000 caractères (espaces compris)**

**2 figures max**

**5 réf. Max**

**2 pages max**