HAL
open science

Développement d'un Lab-on-chip adapte au dosage volumique de l'acidité libre de solutions chargées

J. Neri, F. Canto, V. Dugas, A. Magnaldo, L. Couston, L. Guillerme

To cite this version:

J. Neri, F. Canto, V. Dugas, A. Magnaldo, L. Couston, et al.. Développement d'un Lab-on-chip adapte au dosage volumique de l'acidité libre de solutions chargées. Journées Scientifiques de Marcoule, Jun 2015, Bagnols sur Cèze, France. cea-02489560

HAL Id: cea-02489560

https://cea.hal.science/cea-02489560

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.

Développement d'un Lab-on-chip adapté au dosage volumique de l'acidité libre des solutions chargées

J. Neri[a]; F. Canto[a]; V. Dugas[b]; A. Magnaldo[a]; L. Couston[a]; L. Guillerme[a]

[a] Direction de l'Energie Nucléaire, Département Radiochimie et Procédés, Service d'Etudes de Retraitement de Combustible et Analyses, Laboratoire d'Analyses et Métrologie des Matières, 30207 Bagnols sur Cèze, France
[b] Institut de Sciences Analytiques, Université Claude Bernard Lyon 1, 69622 Villeurbanne cedex, France

Contexte du projet

Dans le cadre des recherches des procédés de retraitement pour les usines futures, le dévéloppement d'un **contrôle analytique** innovante est impératif dû à son impact dans le coût de fonctionnement des usines de retraitement, dans son temps de réponse et dans la garantie du suivi de bon fonctionnement de l'usine pour le grand public.

Le retour d'expérience des usines actuelles, mené avec des exploitants d'AREVA La Hague, ainsi que l'analyse des schémas de procédé de réference ont permis d'établir à la mésure de l'acidité libre comme un des points prioritaires à améliorer pour les usines futures. En effet, l'acidité libre est un paramètre mesuré sur tout le procédé et doit être connu avec précision pour pouvoir le piloter correctement.

Qu'est-ce que l'acidité libre

Dans une solution contenant des ions hydrolysables (Pu^{4+}, U^{4+}, parmi d'autres), la réaction d'hydrolyse libère des ions H^+ qui faussent la quantification de la vrai acidité de la solution.

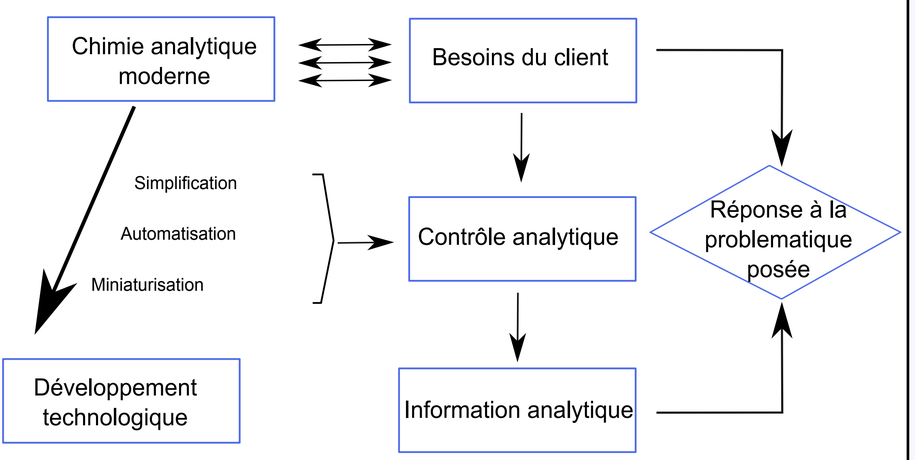
Exemple, pour l'hydrolyse du Pu^{4+}:

(1) $Pu^{4+} + H_2O \rightleftharpoons PuOH^{3+} + H^+$

L'acidité libre est l'acidité mesuré sans l'interférence des ions hydrolysables.

Actuelle Méthode CETAMA → **Complexation ions hydrolysables**

Chimie analytique miniaturisée: "Vers un contrôle analytique innovante"



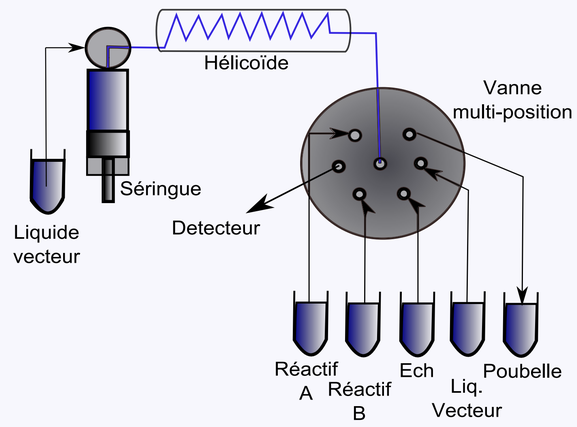
Miniaturisation et le Nucléaire

Objectif miniaturisation	Bénéfices pour le nucléaire
Réduction du volume d'echantillon nécessaire pour l'analyse	Moins d'éffluent rejeté; Temps d'analyse réduit; Risque de contamination radiologique diminué; Fabrication de dispositifs nucléarisables; Réduction de coûts de fabrication et maintenance
Analyses automatisables	Temps d'analyse réduit; Risque de contamination radiologique diminué; Fabrication de dispositifs nucléarisables; Réduction de coûts de fabrication et maintenance
Large choix de matériaux pour leur fabrication	Fabrication de dispositifs nucléarisables; Réduction de coûts de fabrication et maintenance

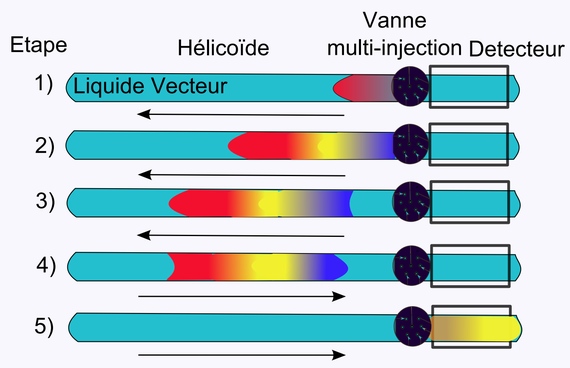
Analyse par SIA: "Une solution industrielle quasi micro"

SIA : "Analyse par Injection Séquentielle"

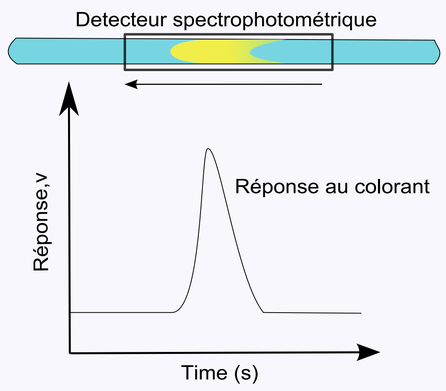
- Technique permettant de déterminer l'acidité d'échantillons par de méthodes semi-automatisées et en utilisant une faible quantité de réactifs (quelques dizaines de uL).



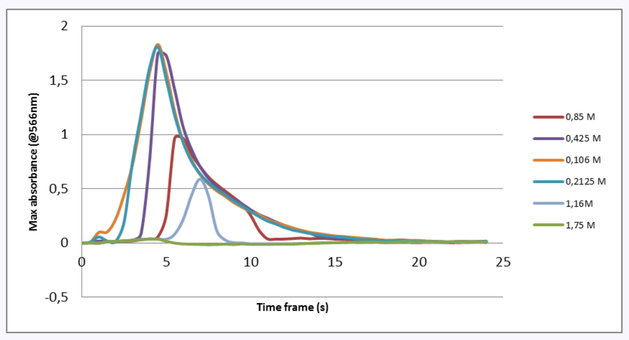
Elements d'une machine SIA
La séringue et la vanne multi-position étant complétement programmables, permettant l'injection séquentielle des réactifs.



Les différentes étapes de l'analyse par SIA
Détermination de l'acidité de la solution ayant lieu à l'intérieur d'une hélicoïde où l'acide, la base et un indicateur universel sont *mélangés partiellement* pour former de gradients de concentration complèxes.



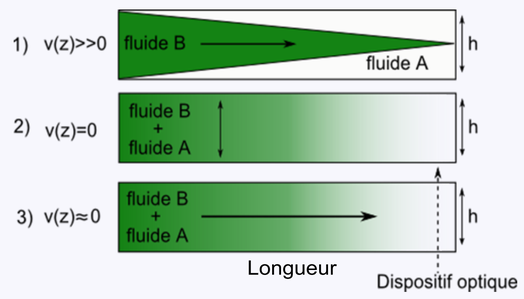
Dispersion de l'indicateur universel passant par le détecteur
L'indicateur est suivi à un longueur d'onde defini et au cours du temps



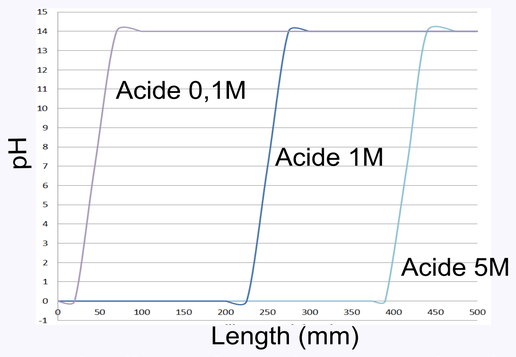
La coloration de l'indicateur est characteristique pour chacun des échantillons d'acide dosées
L'aire sous la courbe pour les différentes échantillons d'acide permet d'établir une rélation linéaire et ainsi une droite d'étalonnage

Analyse par Lab-on-chip: "Le premier dosage volumique-on-chip"

Le premier microsystème dedié aux dosages volumiques est à développer lors des travaux de thèse. La coeur du dispositif est une innovation sur la stratégie d'analyse permettant pour la 1ère fois, la formation rapide (< 5s) d'un gradient de concentration lineaire selon les régimes de dispersion de Taylor-Aris.



Stratégie pour le micro-dosage volumique
L'innovation de la stratégie proposée est la formation d'un gradient de concentration linéaire



Exemple d'un micro-dosage volumique
Micro-dosage d'un acide forte avec une base forte dans un capillaire de 15 mm x 500 µm.
L'étude et visualization du système ont été faites par imagerie confocale

Conclusions

L'objectif du projet est le développement d'un "Lab-on-chip" pour mésurer l'acidité libre de solutions contenant des ions hydrolysables.

D'un point de vue technique, les avantages du micro-dosage sur l'analyse par SIA:

-Maîtrise du gradient de concentration
-Dispositif entièrement automatisable
-Envisager l'analyse industriel en ligne

Un tel outil d'analyse miniaturisé et automatisé permettra de réduire:

-Le temps d'analyse des échantillons
-La taille d'échantillon prelevé (de mL à µL)
-Le volume des effluents rejetés (de mL à µL)
-Le risque de contamination radiologique

Contact

Jose Antonio NERI-QUIROZ

CEA Marcoule, Bât. 166
DEN/MAR/DRCP/SERA/LAMM
BP 17171 – 30207 Bagnols-sur-Cèze
Tél : 04-66-79-57-31
e-mail : joseaneri@gmail.com

(1) M.K. Ahmed, D.S. Suryanarayana, *Anal. Chem.*, 1985, 57, 2358-2360