

ctiFind

Traces d'émetteurs α dans les réseaux d'eau publics

De la détection directe en phase liquide à l'identification

(16 avril 2012 – 15 avril 2015)



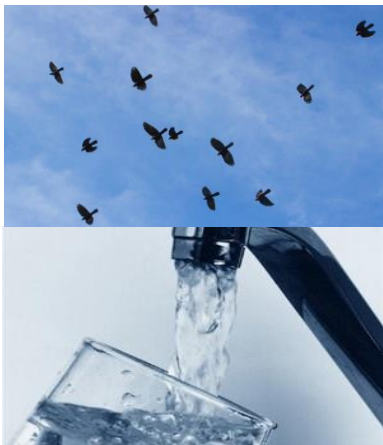
Jacques de SANOIT



Mais aussi...M. POMORSKI, Ph. BERGONZO (CEA-LIST), Q.T. TRAN (Post-Doc CEA-LIST), N. MENAA (Canberra), K. AMGAROU (Canberra), O. EVRARD (Canberra), Ch. NEBEL (IAF), Ch. GIESE (IAF), G. LEWES-MALANDRAKIS (IAF), A. DIENER (Post Doc KIT), P. RABENECKER (ICT), Ch. WILHELM (KIT), U. HOEPPENER-KRAMAR (KIT), S. LUDE (KIT)
... + Quelques anonymes

10 ET 11 FÉVRIER 2016
UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE
DE TROYES

Contexte du projet



Scénario 1

Radioactivité naturelle



**Nécessité d'une information rapide
sur le terrain pour adapter une
réponse sanitaire immédiate**

Scénario 2

Incident ou accident
dans l'industrie nucléaire



Alex LA MENACE
'TERRORISTE PLANE'
(:



Scénario 3

Les partenaires


A
CANBERRA France
Industriel

A
CANBERRA Belgique
Site industriel



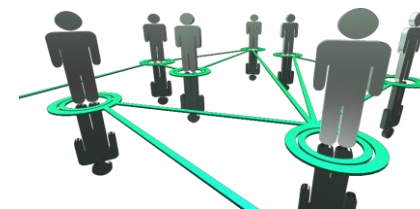
*Radiochimie
DéTECTEURS
Mesures*

 **Fraunhofer**
IAF
*DéTECTEURS
Matériaux*

 **Fraunhofer**
ICT
*Electrochimie
Analyses*



Radiochimie, mesures



Objectifs cibles

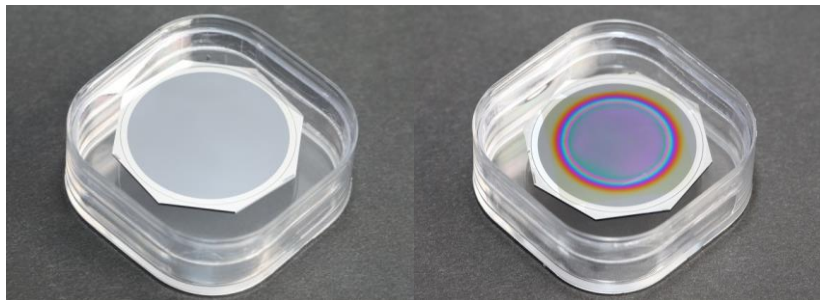
- 1 - Développement d'un capteur **immersé** réutilisable donc **décontaminable**
- 2 - **Diamant dopé au bore (BDD)** à la surface d'un détecteur de rayonnement de qualité spectrométrique
- 3 - **Concentrer** les actinides sur le BDD (fenêtre d'entrée du détecteur) et **optimiser** le rendement de cette étape
- 4 – Obtention de la **signature** du radioélément **directement en solution** (spectrométrie α)
- 6 – Identifier puis séparer les potentiels **interférents** à la technique
- 6 – Montage et test d'un **démonstrateur opérationnel**



Croissance du BDD sur PIPS*

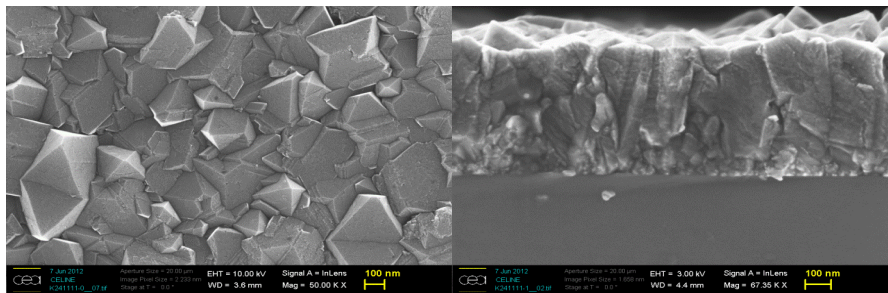


Croissance d'une couche ($e = 100\text{-}300$) nm de BDD par dépôt chimique en phase vapeur assisté par plasma
Gaz: CH_4 , H_2 et triméthylbore (TMB)
Température : 740°C puis 500°C
Dopage au bore: $> 10^{21}$ atomes/ cm^3



Détecteur PIPS brut

Détecteur PIPS avec BDD



Vue de dessus

Vue en coupe

Images MEB

*Passivated Implanted Planar Silicon

10 ET 11 FÉVRIER 2016
UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE
DE TROYES

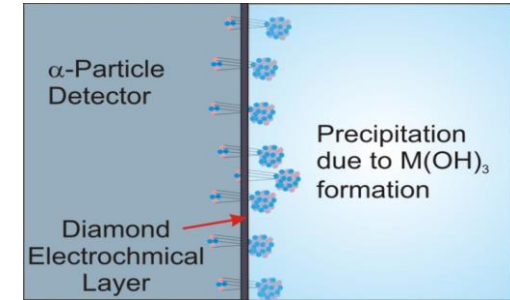
Electroprécipitation des actinides

1 . Formation d'une couche basique sur la fenêtre du détecteur (BDD)

- Soit par réduction électrochimique de l'eau



- Soit par réduction électrochimique d'un anion présent dans l'eau (NO_3^-)



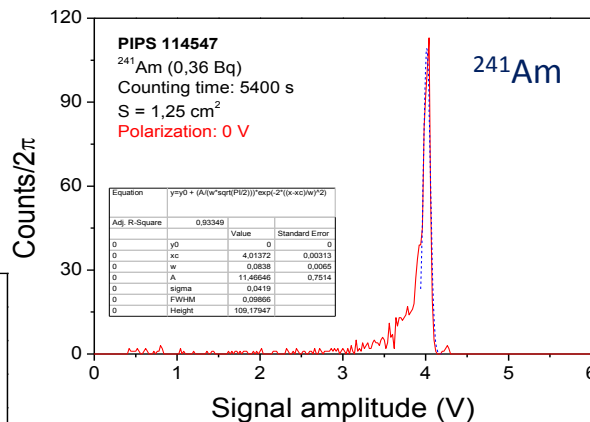
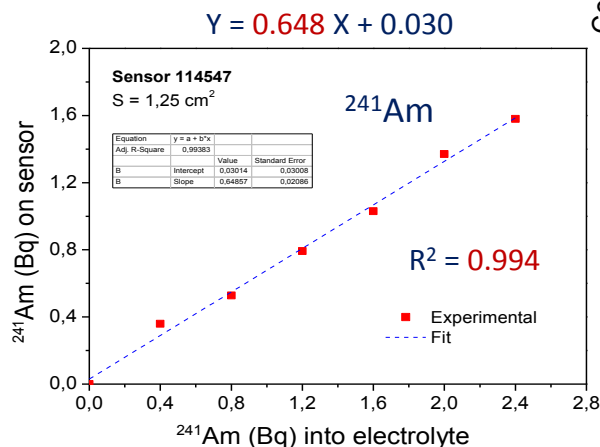
*Prototype
 de cellule*
actiFind

2. Précipitation des actinides sur la fenêtre du détecteur (BDD)

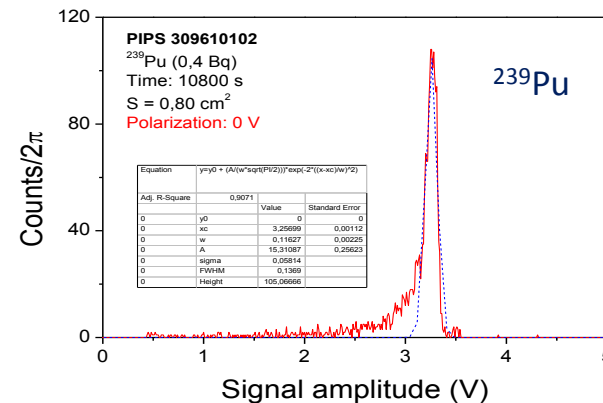


Quelques spectres d'actinides (1)

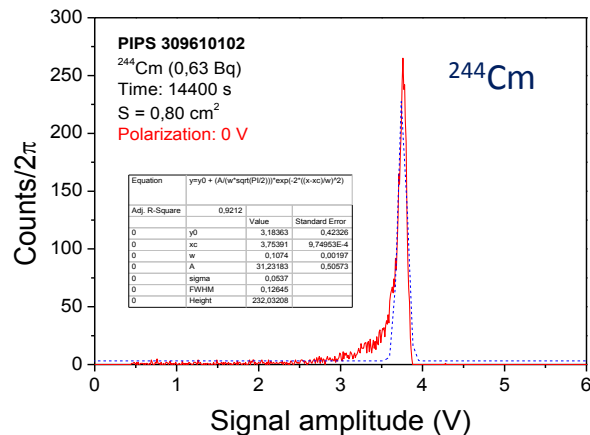
FWHM* / Sign.amp.peak
(0.099/4.014) X 100
Résolution = 2.47 %
**full width at half maximum*



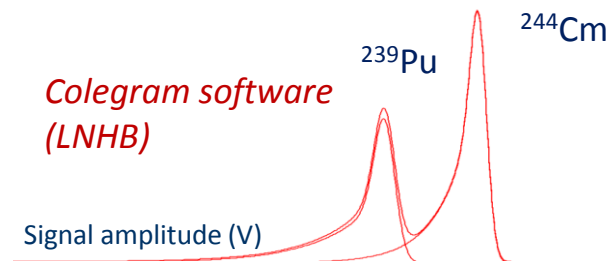
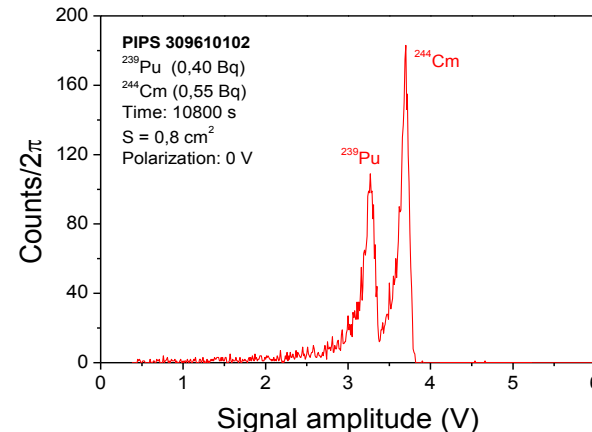
Activité dans l'électrolyte: 1.04 Bq
Activité déposée: 0.40 Bq
Rendement de déposition: **38.46 %**
Résolution : **4.2 %**



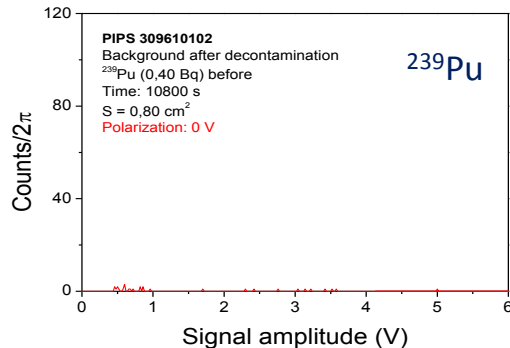
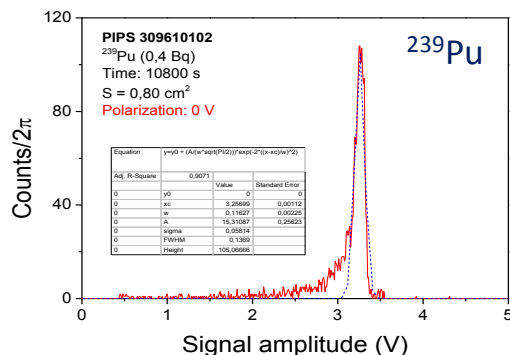
Quelques spectres d'actinides (2)



Activité dans l'électrolyte :1.04 Bq
 Activité déposée: 0.63 Bq
 Rendement de dépôt: 60.58 %
 Résolution : 3.75 %



Décontamination des capteurs



Procédé d'électro-décontamination

[Na₂SO₄] = 0.3 M à pH 1.5

BDD (+) et CE. Pt (-) et J = + 3 mA/cm²

Durée: 15 minutes

Sensor	²⁴¹ Am déposé sur le détecteur (Bq)	²⁴¹ Am résiduel sur le détecteur (Bq)	Rendement de décontamination (%)
309610102	0,43	0,0004	99,91
	0,67	0,0009	99,87
	0,97	0,0006	99,94
	1,25	0,0010	99,91
	1,60	0,0010	99,93
114547	0,36	0,0006	99,85
	0,53	n.a	n.a
	0,80	0,0050	99,37
	1,37	0,0030	99,78
	1,56	0,0083	99,47

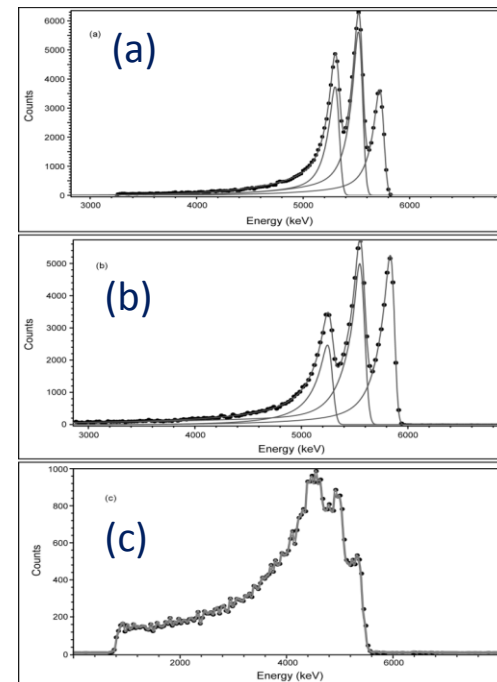
Identification des interférents

Ca²⁺, Mg²⁺, Fe²⁺, Fe³⁺

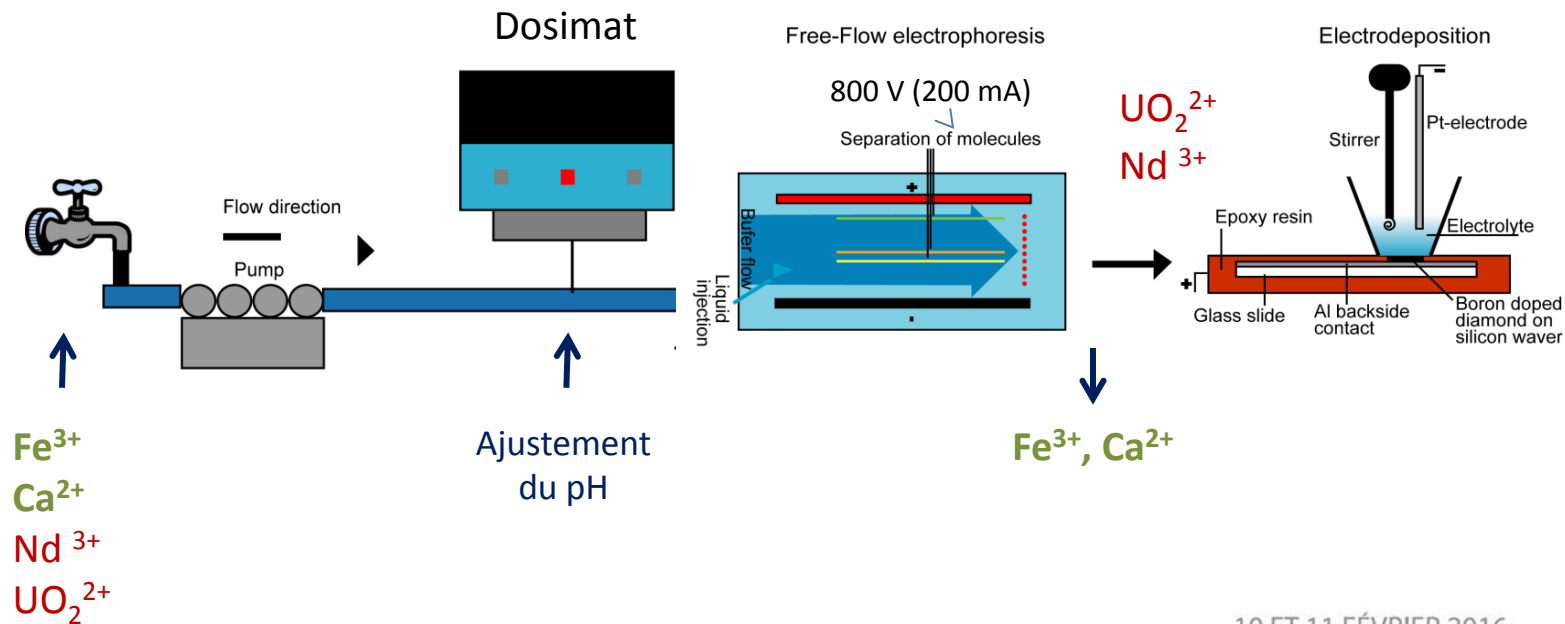
Spectres ²³⁹Pu, ²⁴¹Am et ²⁴⁴Cm obtenus après électroprécipitation

- (a) Spectre **sans** ajout de matrice minérale
- (b) Spectre **avec** matrice minérale à **faible** concentration
(moins de 15 mg/L de résidu sec)
- (c) Spectre **avec** matrice minérale à **forte** concentration
(plus de 1.5 g/L de résidu sec)

²³⁹Pu, ²⁴¹Am, ²⁴⁴Cm



Présentation du démonstrateur



ActiFind









Art antérieur

Etape	Procédure standard	Procédure ActiFind
Purification	24 h - 72 h	5 min - 5 h
Déposition	2 h	2 h
Comptage/spectrométrie	2 h - 24 h	2 h - 24 h avec une possibilité de mesure pendant le dépôt pour les situations d'urgence
Durée totale	28 h - 76 h	4 h - 31 h
Limite de détection	0,01 Bq/L	0,5 Bq/L



Conclusions et perspectives



-  Dépôt de diamant sur des détecteurs à l'origine non prévus pour ça
-  Réalisation d'un démonstrateur opérationnel
-  TRL2 (concept) en début de projet à TRL4 (validation en laboratoire) en fin de projet
-  Méthodes traditionnelles gardent cependant l'avantage en matière de L.D. mais en situation accidentelle **@ctiFind** prend l'avantage
-  Potentiels gains de parts de marché pour notre partenaire industriel 

Impact scientifique

Publications dans revues avec comité de lecture: **3**

Conférences: **4**

Workshops: **5**

Publications Franco-allemandes: **2**





ICT



IAF



Merci pour votre attention



Quelques membres de l'équipe franco-allemande « ActiFind »

Danke schön!

10 ET 11 FÉVRIER 2016
UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE
DE TROYES