



**HAL**  
open science

## Des instruments LIBS développés pour les opérations de démantèlement des installations nucléaires

D. L'Hermite, N. Coulon, J.-B. Sirven, E. Vors

► **To cite this version:**

D. L'Hermite, N. Coulon, J.-B. Sirven, E. Vors. Des instruments LIBS développés pour les opérations de démantèlement des installations nucléaires. Journées LIBS 2015, Jun 2015, Verneuil en Halatte, France. cea-02489576

**HAL Id: cea-02489576**

**<https://cea.hal.science/cea-02489576>**

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.

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

cea den

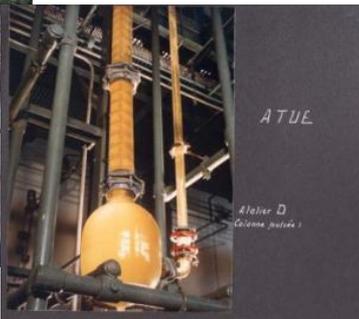
# DES INSTRUMENTS LIBS DÉVELOPPÉS POUR LES OPÉRATIONS DE DÉMANTÈLEMENT DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES

Daniel L'HERMITE, Nadine COULON, Jean-Baptiste SIRVEN, Evelyne VORS  
*CEA / DEN / DPC / SEARS / LANIE CEA Saclay*

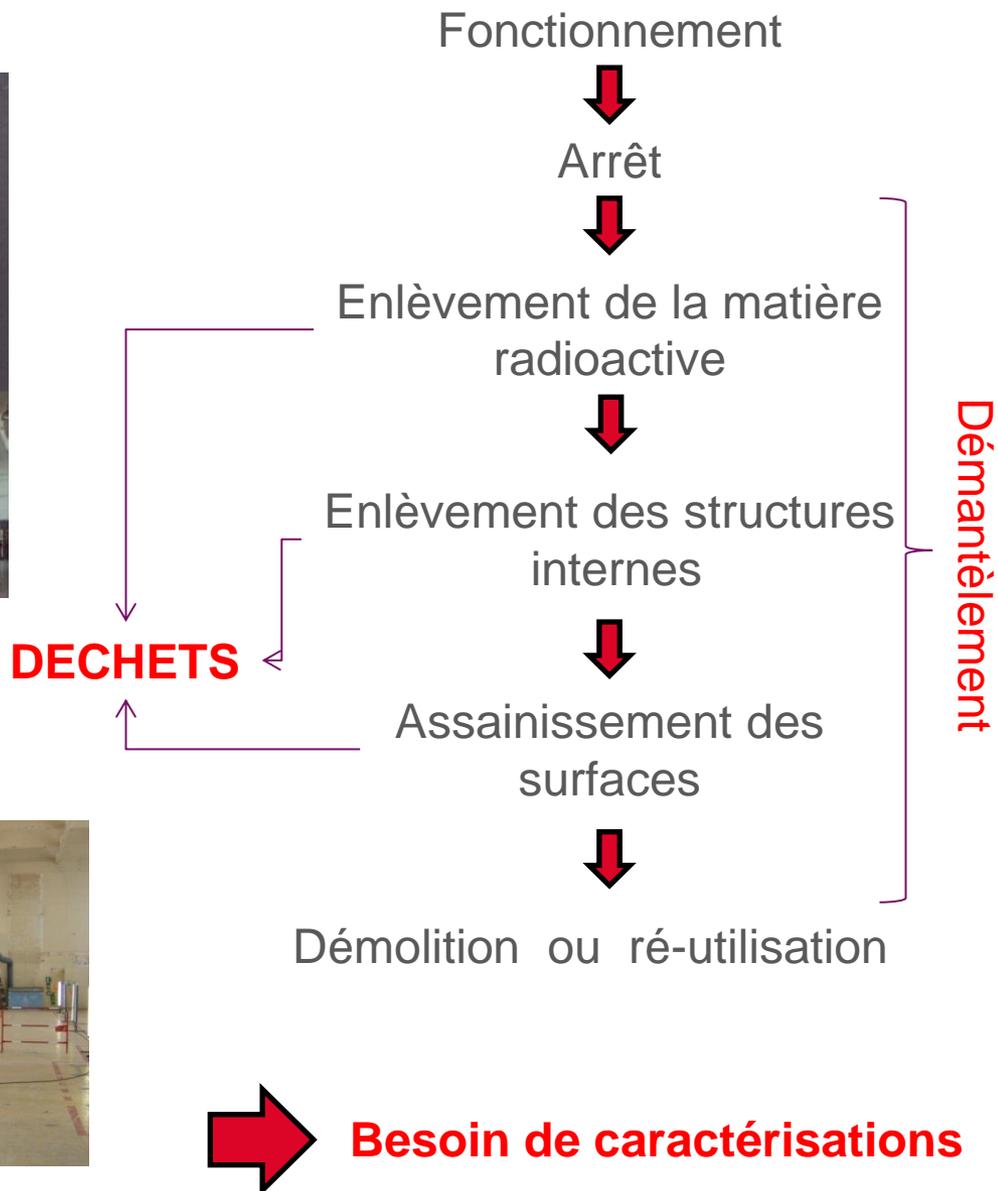


Journées LIBS 17-18 juin 2015, Verneuil-en-Halatte

# QU'EST-CE QUE LE DÉMANTÈLEMENT D'UNE INSTALLATION NUCLÉAIRE?



Photos ATUE  
(Atelier de Traitement  
de l'U Enrichi)



## LES OBJECTIFS

- Réaliser l'état initial à partir de l'inventaire radioactif d'installations en optimisant le nombre de mesures destructives et non destructives (**Cartographie**)
- Disposer d'une vision détaillée de l'installation et de ses équipements (**Caractérisations de matériaux**)
- **Orienter les choix** de procédés de décontamination et de démantèlement à utiliser et prendre les mesures ad hoc de protection du personnel
- **Quantifier** les volumes de déchets
- **Vérifier** en fin de travaux que le niveau de radioactivité résiduelle est conforme à l'objectif fixé.



*Mesure par prélèvement*



*Mesure par  $\gamma$ -caméra*

# ACCESSIBILITÉ POUR LA CARACTÉRISATION



**Zone accessible** *car peu radioactive*

**(avec équipements spécifiques  
et éventuellement durée limitée)**

ou

**Zones inaccessibles (à l'homme)**



# CONTRAINTES POUR LA CARACTÉRISATION

Contraintes physiques (Liées à la radioactivité):

- Zones pouvant être inaccessibles à l'homme car trop radioactives (→ robots) (ex. Fukushima daiichi)
- Matériaux à caractériser pouvant être confinés en BAG ou en cellule blindée → barrière matérielle



Contraintes réglementaires :

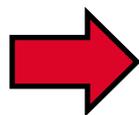
- Prises d'échantillons et analyse en labo à l'extérieur non triviale (autorisation, nb de mesures demandées pouvant être important)



L'idéal est de pouvoir faire :

- Des mesures in-situ
- Des mesures à distance ou déportée

Et d'avoir, des technologies qui s'adaptent aux contraintes (différentes sur chaque chantier de démantèlement)



**La LIBS est bien adaptée**

## LA LIBS L'OUTIL IDÉAL MAIS ...

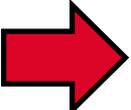
❑ La sensibilité est-elle suffisante pour détecter les éléments radioactifs?

Equivalence Bq  $\leftrightarrow$  ppm

	Bq/g	LDD compteur (Cp/s)	LDD LIBS (ppm)
$^{235}\text{U}$	7.92E+04	4	50
$^{239}\text{Pu}$	2.27E+09	4	0.002

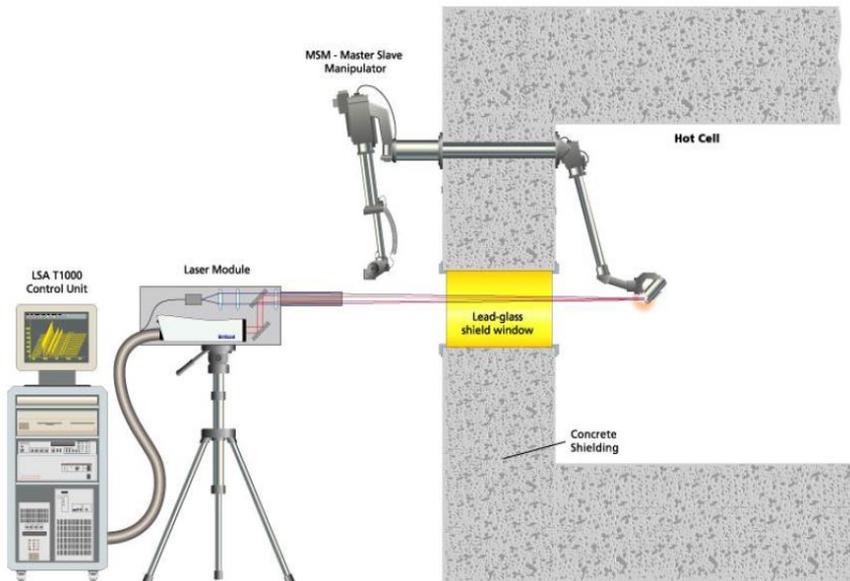
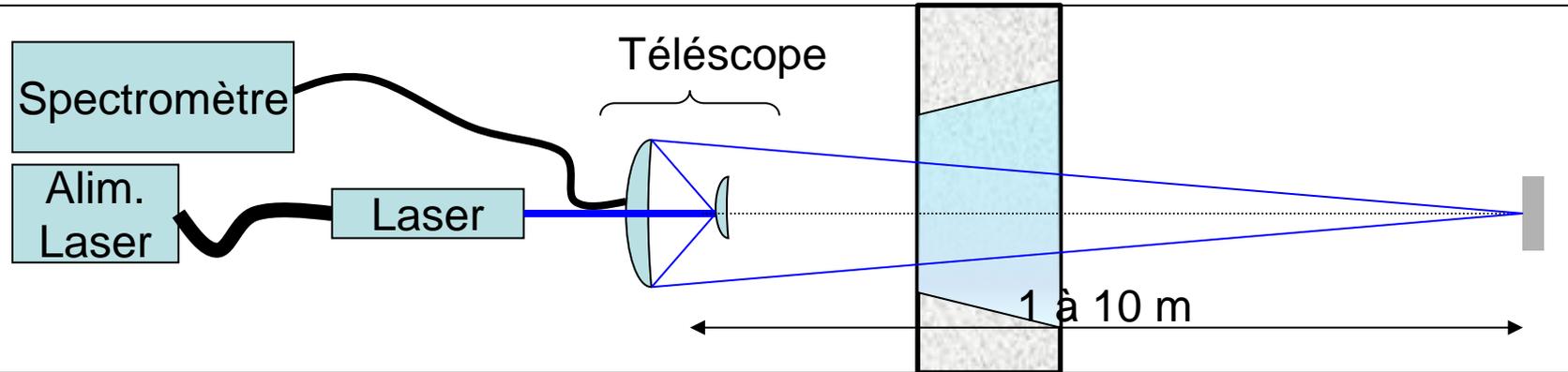
❑ Les adaptations aux contraintes peuvent être délicates :

- Tenue de l'électronique aux rayonnements (blindage) 
- Robustesse (mécanique (bras télémanipulé ou robot),  
à la corrosion, à la poussière) 
- Maintenance (notamment du laser)
- Problème de la présence d'eau dans le laser
- Positionnement de l'échantillon au point de focalisation (pb de contrôle visuel) 
- Condamnation de l'équipement  $\rightarrow$  pb de coûts et de déchets 

 Des configurations LIBS adaptées  $\rightarrow$  on cherche à déporter le maximum de choses  $\rightarrow$  Systèmes LIBS déportés

# DES CONFIGURATIONS DÉPORTÉES

À distance



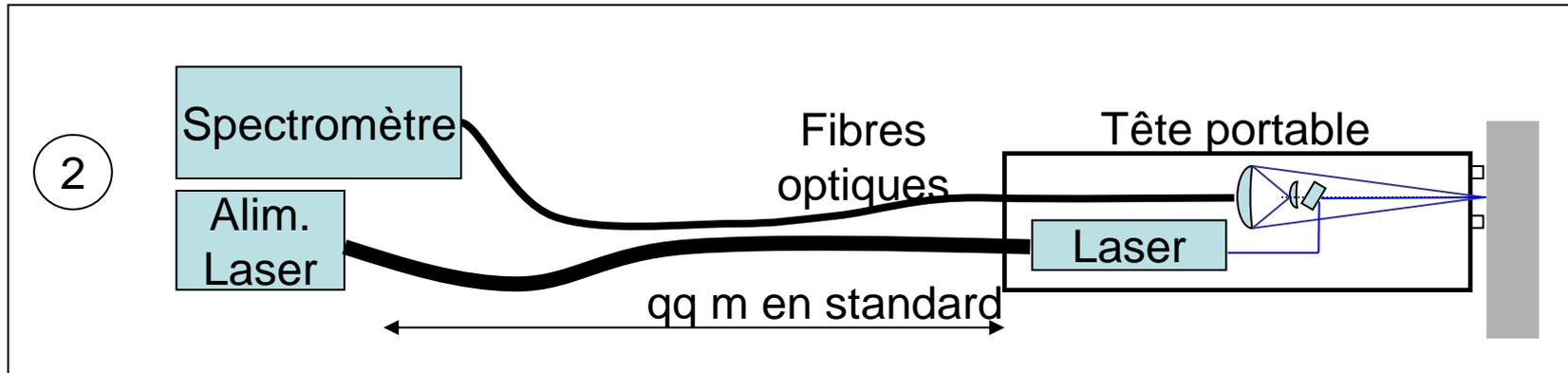
Applied photonics (Andy Whitehouse)



## Sellafield site, West Cumbria, UK

“A custom-designed ST-LIBS™ instrument was used to remotely characterise radioactive materials in the Basket handling Cave of the Thorp spent-fuel reprocessing plant at the Sellafield nuclear site (UK)”.

## Tête portable



Eau qui transite entre alim. et tête laser → pas de passage entre les cloisons

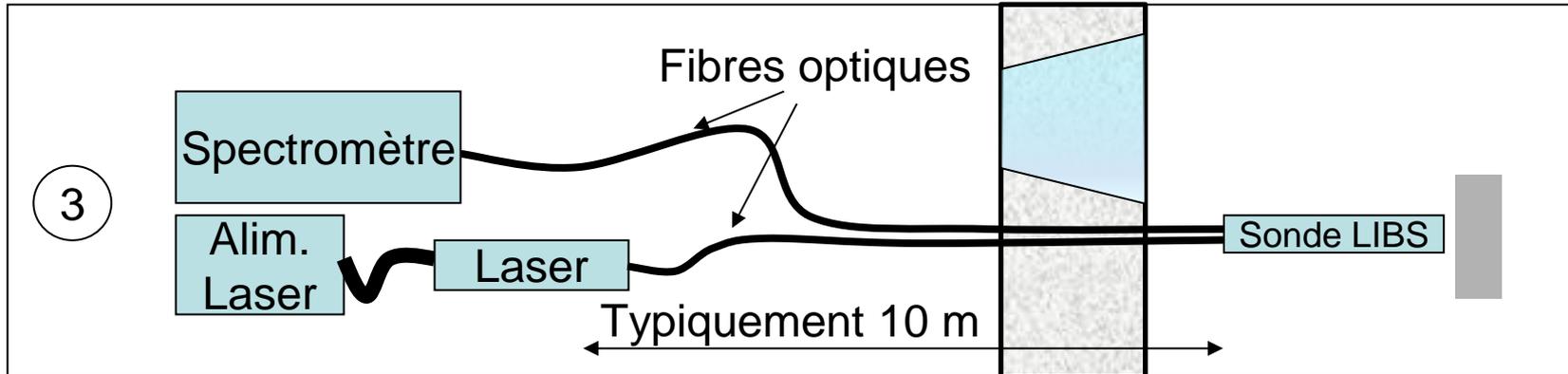
Wylfa nuclear power station



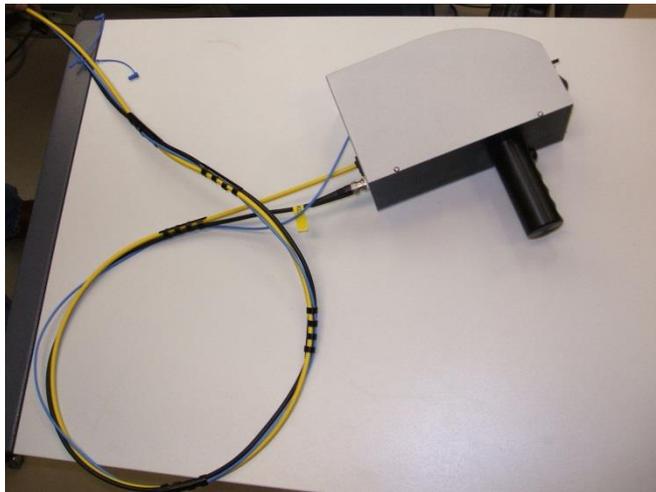
*Applied photonics (Andy Whitehouse)*

→ Identification du type de métal présent au sein du béton armé

## Système fibré

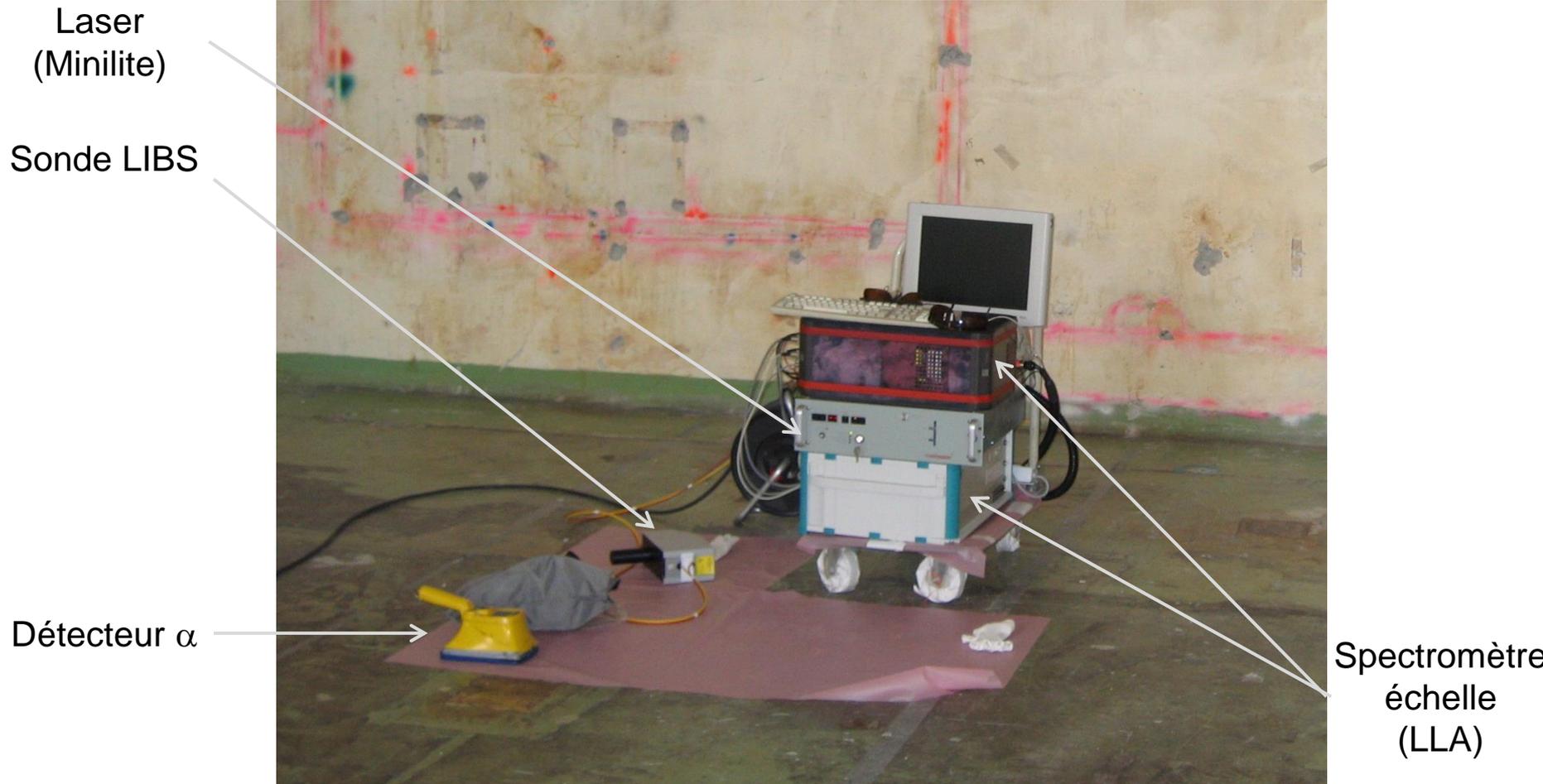


Le faisceau laser transite par fibre → tout est déporté



Système conçu en collaboration avec IVEA

## Mesures de contamination surfacique (ancien atelier d'U)



Le système offre une souplesse pour accéder à toutes les zones sans déplacer le système

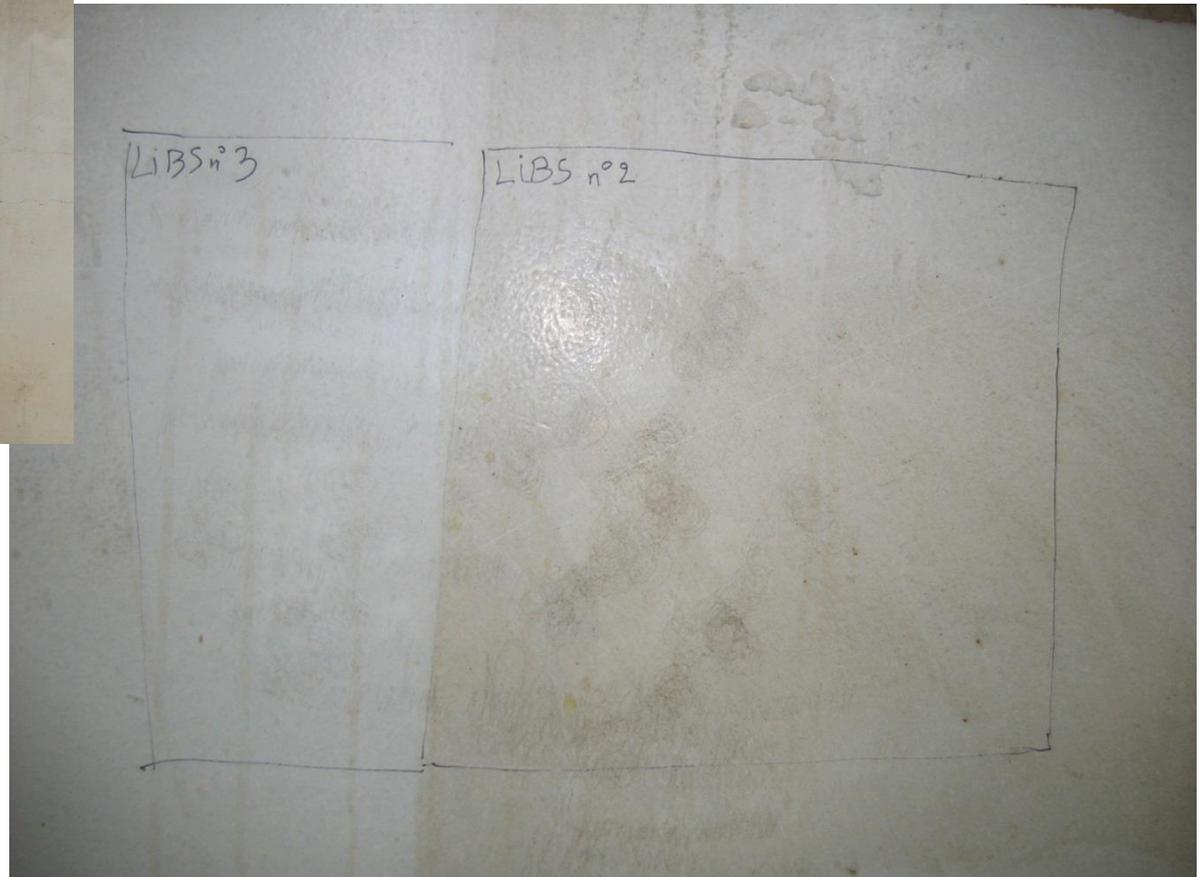
# DES CONFIGURATIONS DÉPORTÉES

Sonde sur roulette pour :

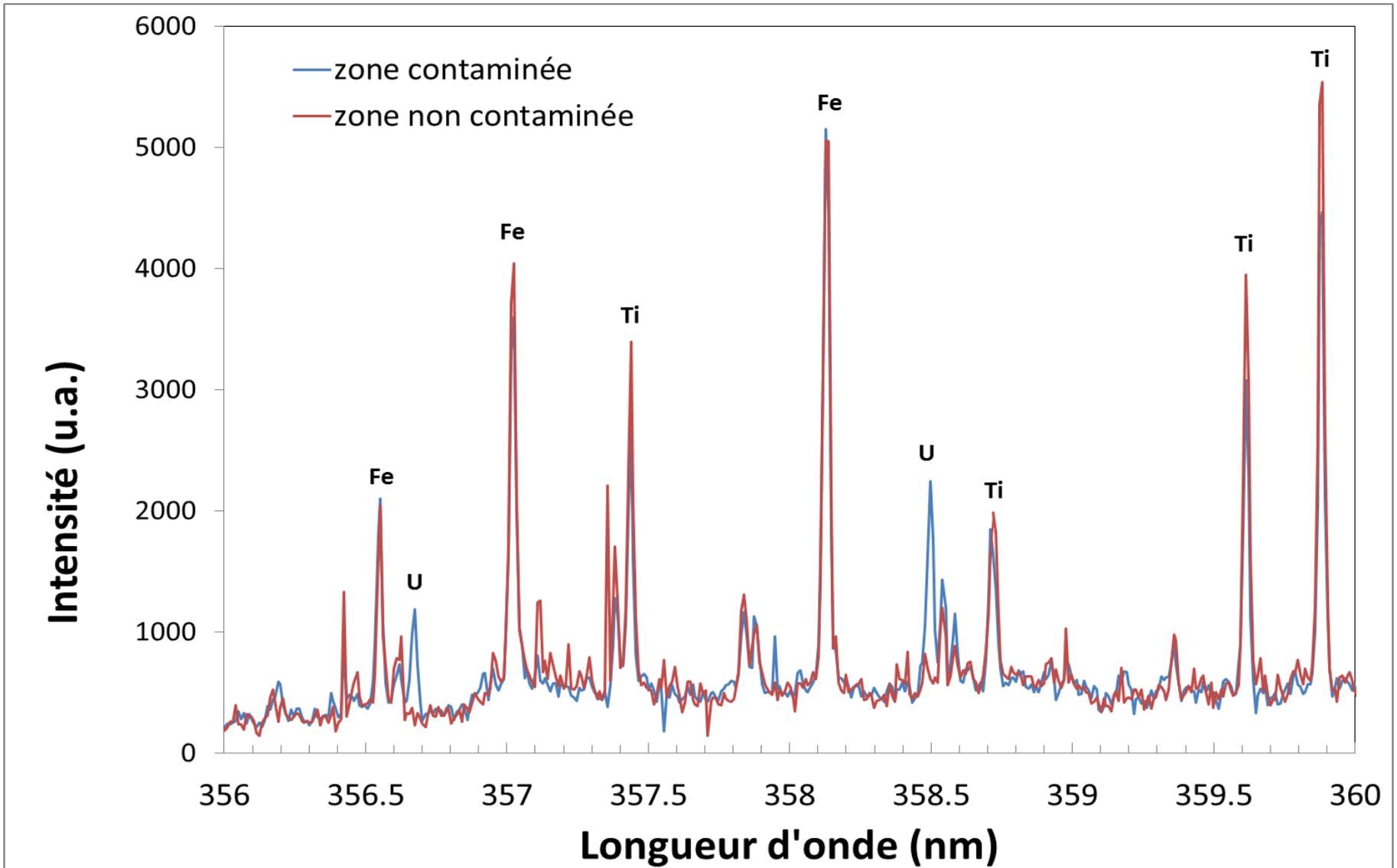
- Accumuler beaucoup de tirs
- Tout en restant une analyse de surface

La partie en contact doit être

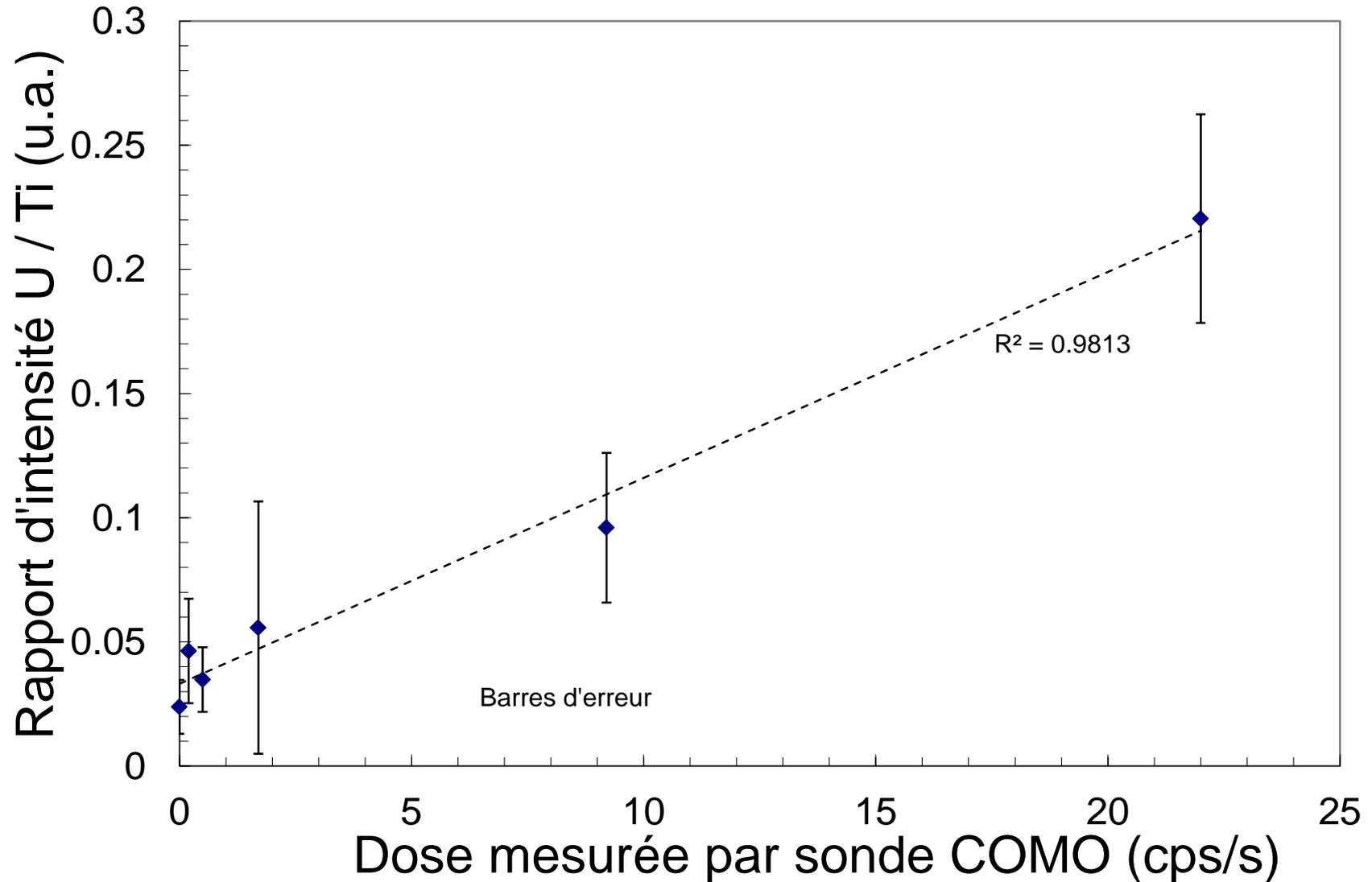
- Décontaminée
- ou Mise en déchets



## DES CONFIGURATIONS DÉPORTÉES



## DES CONFIGURATIONS DÉPORTÉES

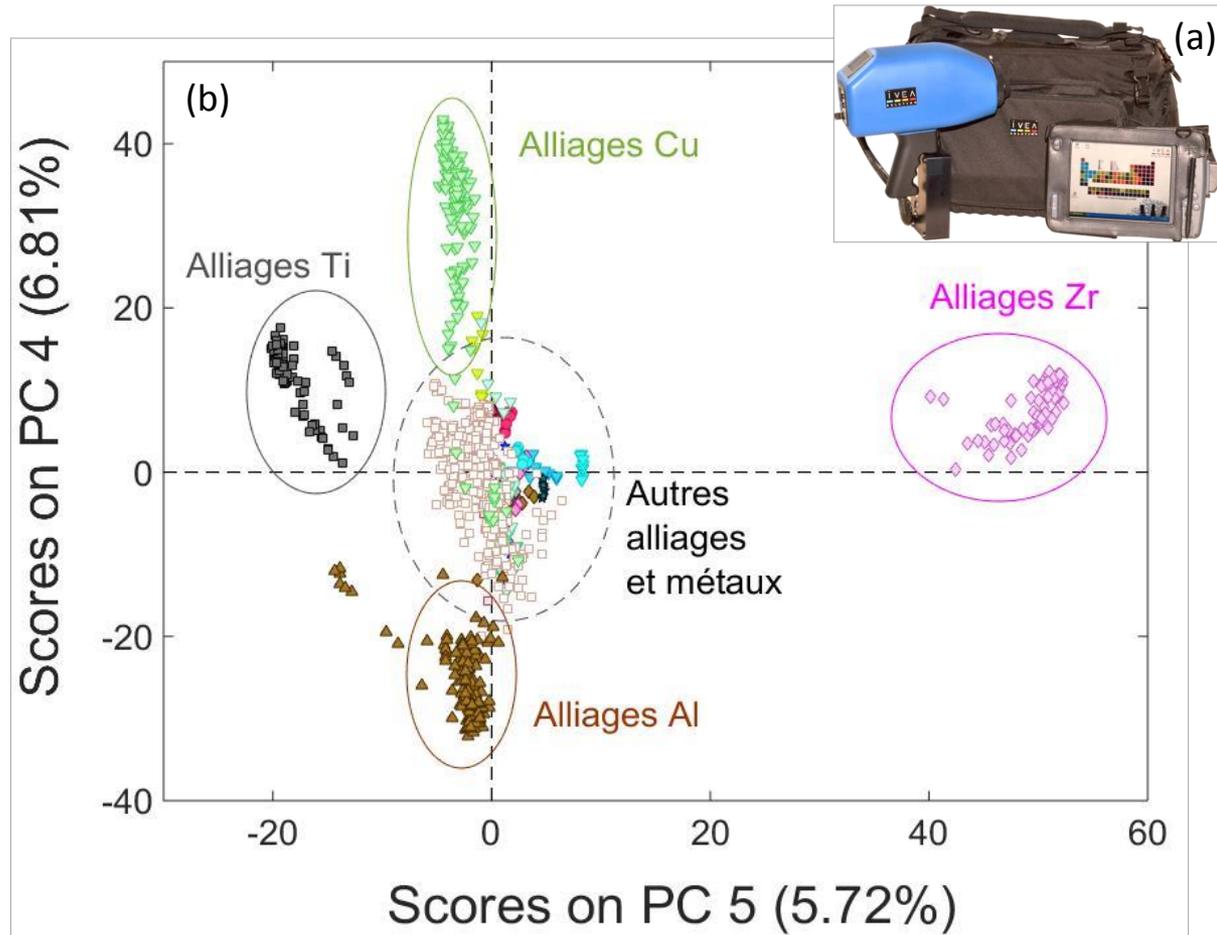


## Reconnaitances de matériaux en vue de sélectionner la bonne filière déchets

- Cas de matériau faiblement radioactif
- Qualification des matériaux (acier, alu, laiton, ...)
- Certains éléments chimiques ne doivent pas être présents car interdits dans certaines filières déchets



## DES CONFIGURATIONS PORTABLES



# DES CONFIGURATIONS PORTABLES

50 spectres de béton + 430 spectres de verres + 1260 spectres d'alliages + 650 spectres de plastiques / pré-traitement : SNV par spectromètre

↓ KNN

bétons

97 %

verres

98 %

alliages

100 %

plastiques

98 %

Les chiffres indiquent le taux d'identification correcte obtenu à chaque étape

- ❑ Démantèlement = Conditions très contraignantes
  - Nucléarisation (pilotage à distance, robustesse, entrée/sortie matériel)
  - Systèmes très spécifiques (sauf peut être pour les centrales EDF)
  - Nouveau développement à chaque fois (bilan à faire : apport LIBS, coût, temps de dév.)
  
- ❑ Vu les contraintes, il faut lâcher du mou sur les performances analytiques → privilégier la robustesse

Merci de votre attention

---

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives  
Centre de Saclay | 91191 Gif-sur-Yvette Cedex  
T. +33 (0)1 69 08 32 51 | F. +33 (0)1 69 08 53 11

[anthony.nonell@cea.fr](mailto:anthony.nonell@cea.fr)

[DEN/DANS/DPC/SEARS/LANIE](#)

Etablissement public à caractère industriel et commercial | RCS Paris B 775 685 019