

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE



[www.cea.fr](http://www.cea.fr)

## CARACTERISATION

- PHYSIQUE,
- RADIOLOGIQUE,
- ELEMENTAIRE,

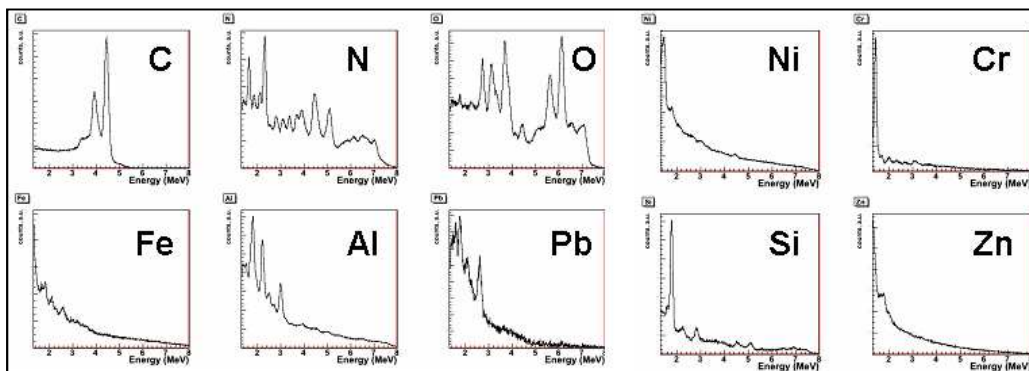
## PAR LA MESURE NUCLEAIRE NON DESTRUCTIVE

| Bertrand PEROT

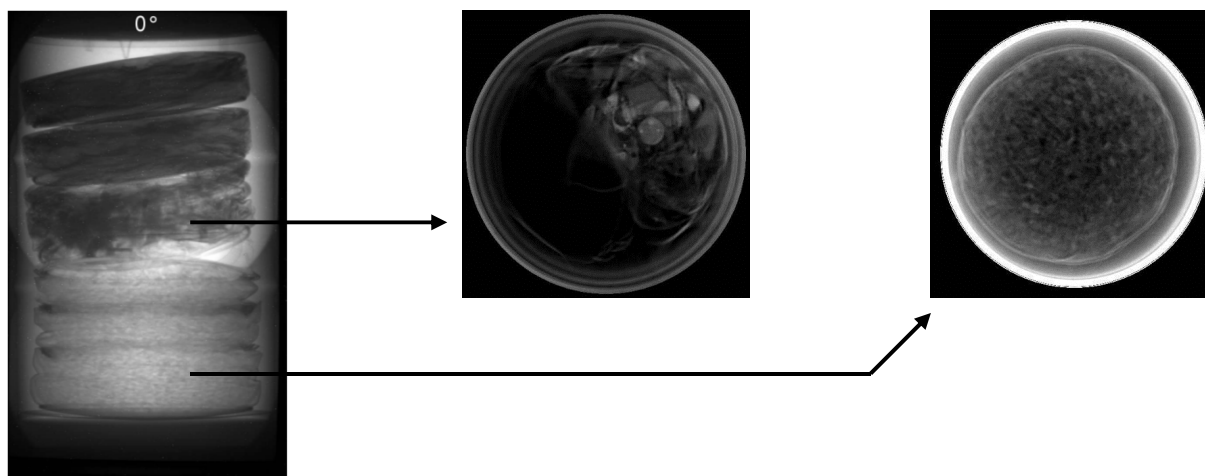
31 JANVIER 2013

Rencontre CEA ⇔ Industrie pour l'innovation et le transfert de technologie  
Instrumentation – Mesure – Caractérisation et leurs Applications

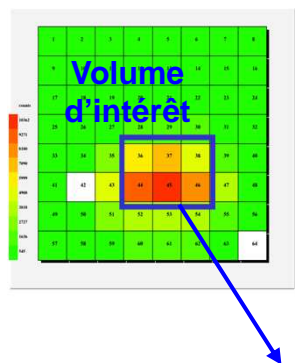
## Caractérisation élémentaire par activation neutronique



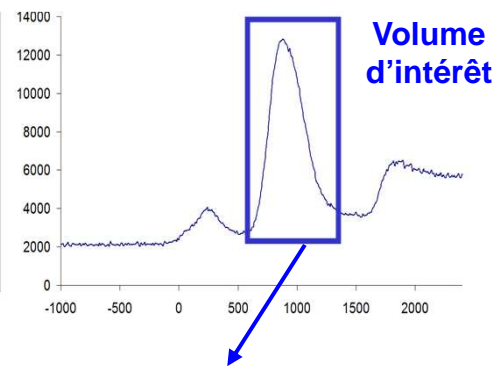
## Caractérisation physique par imagerie X



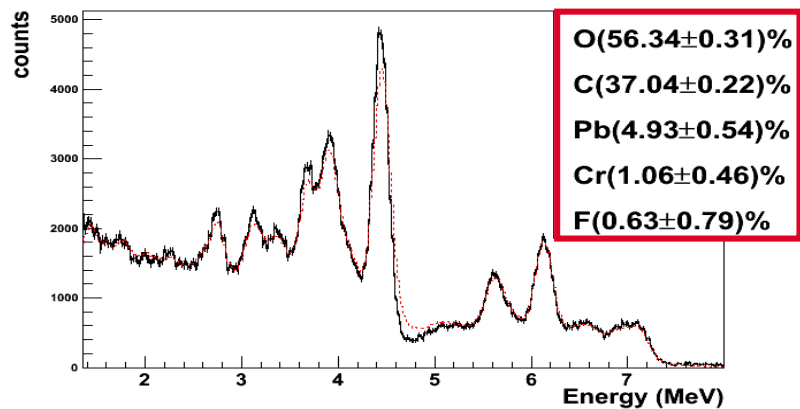
Détecteur alpha  
pixellisé



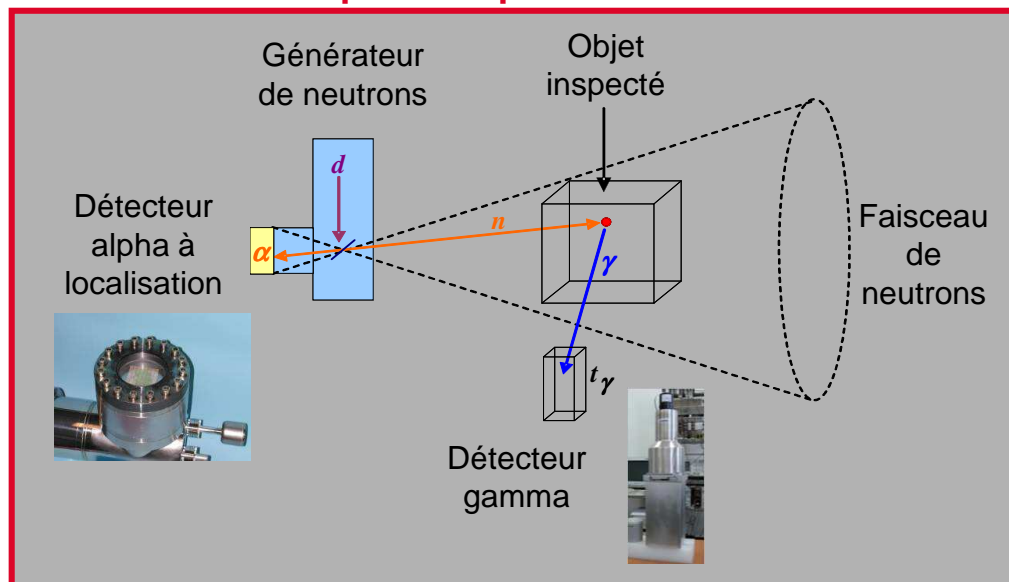
Distance jusqu'à  
l'interaction



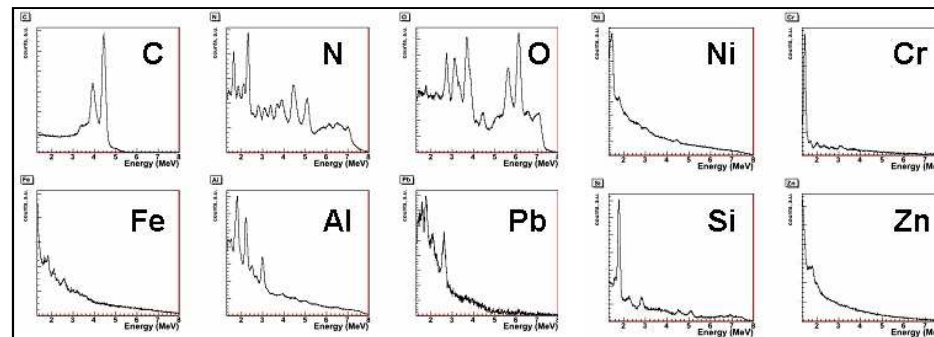
Spectre gamma du volume d'intérêt



Technique de la particule associée



Décomposition en éléments simples



## ■ Détection NRBCE Nucléaire Radiologique Chimique Explosif

Système portable ULIS  
EADS SODERN

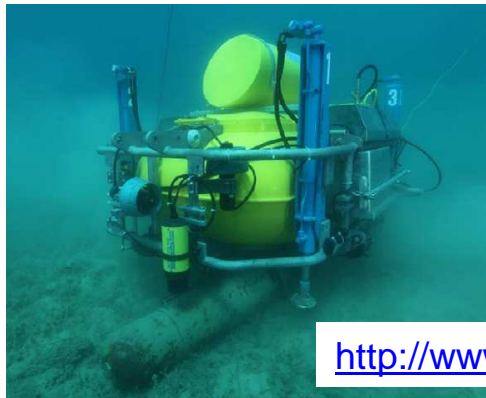
Système EURITRACK  
Projet UE (CEA et al.)



## ■ Inspection in situ, analyse environnementale

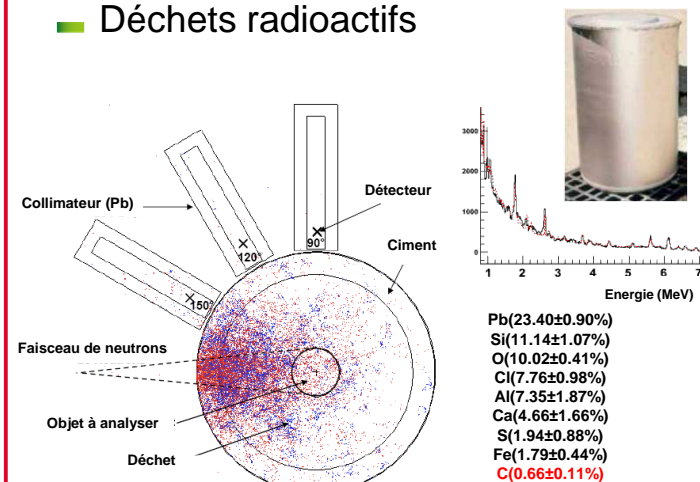
UNCOSS - Projet UE (CEA et al.)  
détection sous-marine d'explosifs

Inspection d'infrastructures,  
pipelines, sédiments, sols...

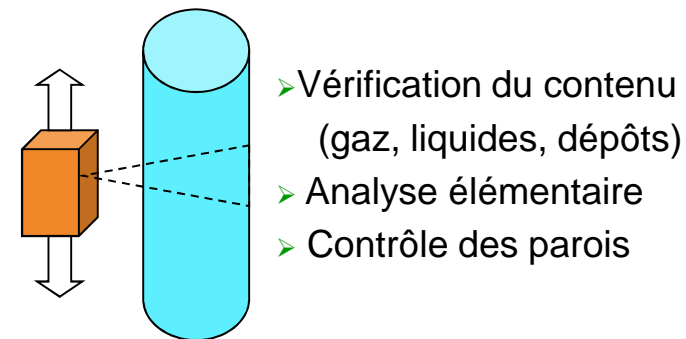


## ■ Contrôle de procédé

### ■ Déchets radioactifs



### ■ Inspection (canalisations, cuves...)





## ■ Analyseur en ligne de ciment, charbon, minéral...



- Composition élémentaire par interrogation neutronique pulsée
- En complément de l'analyse par diffraction et fluorescence X
- Commercialisé par EADS SODERN

Photos <http://www.sodern.com>

## ■ Prospection minière ou pétrolière

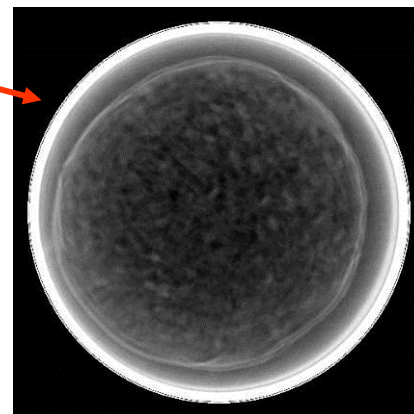
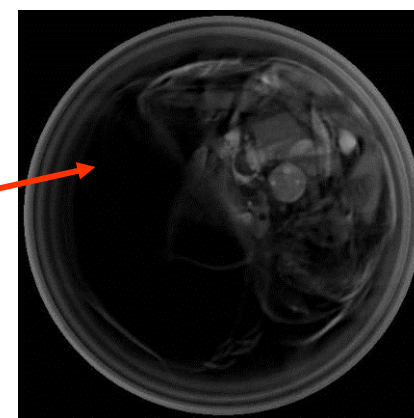
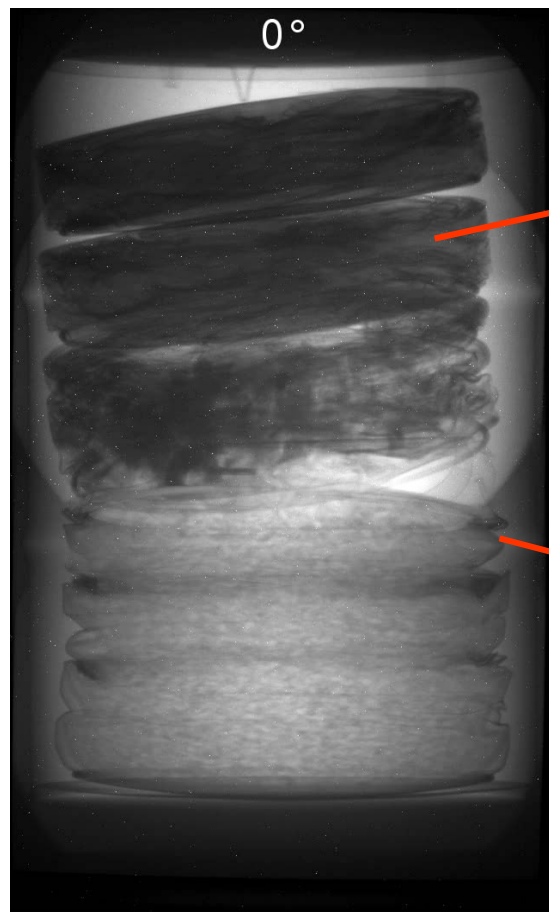
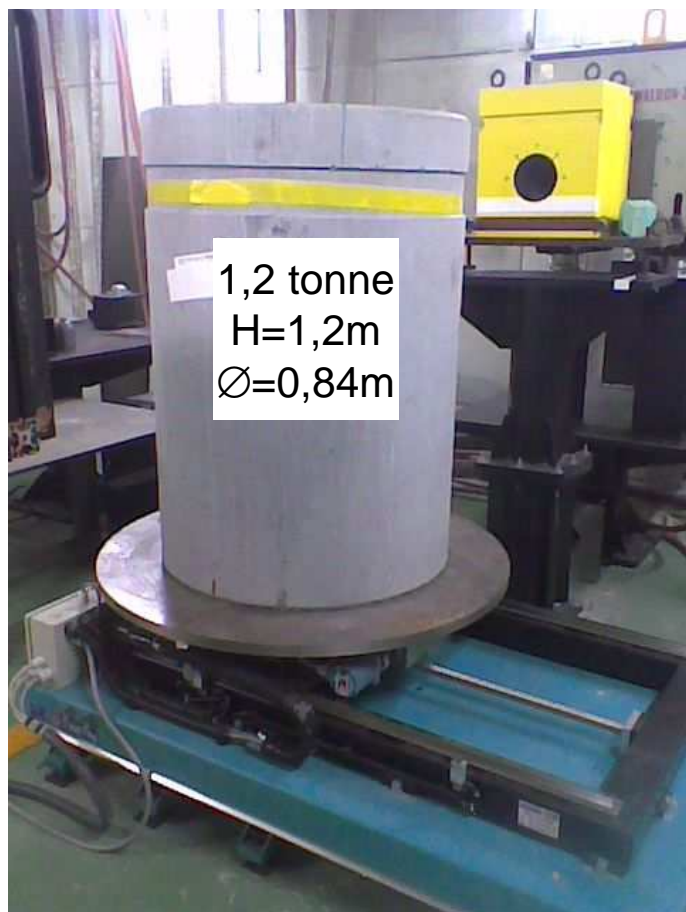


- Densité, porosité, teneur H, rapport C/O, composition élémentaire...
- Analyse in situ (pour remplacer les prises d'échantillons)
- EADS SODERN, Schlumberger...

Colis bétonné (densité > 2)

■ Radiographie

■ Tomographie



## ■ Observation dynamique

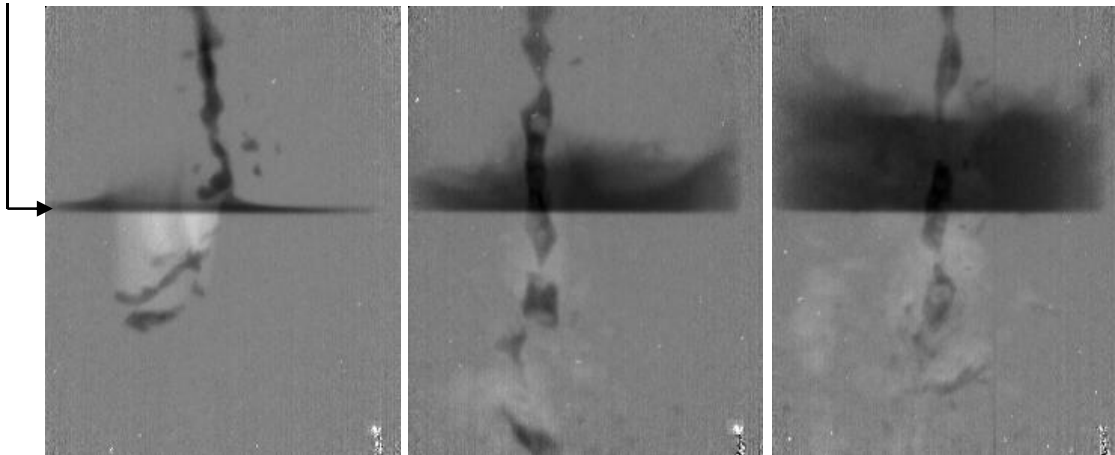
- Procédé, écoulement, explosion...
- Objets denses
- Exemple de l'interaction « corium » - eau

Nota : corium = uranium + métaux en fusion

⇒ chute, pénétration, explosion de vapeur

Niveau d'eau

**jusqu'à 300 images / sec**



En jaune : la source RX  
(LINAC 9 MeV)

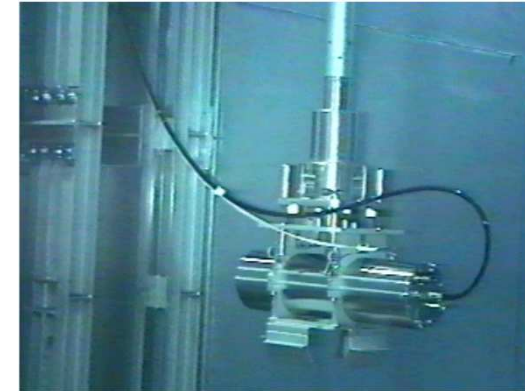
En noir : l'imageur X



# CARACTERISATION RADIOLOGIQUE



Mesure neutronique active et passive pour colis de déchets (brevet CEA, AREVA NC)



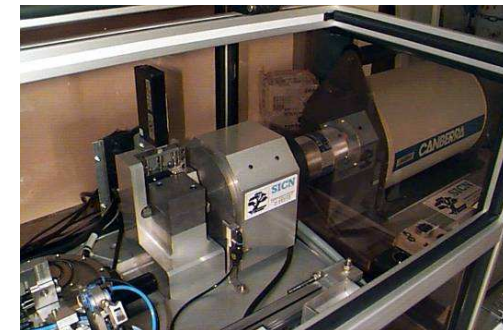
Caractérisation de combustibles nucléaires par mesures neutroniques et gamma (brevets CEA, EDF, AREVA NC, licence Canberra)



Cellule de mesure neutronique accostable pour déchets irradiants (brevet CEA)



Spectrométrie gamma pour caractériser les matières nucléaires, déchets radioactifs, circuits et composants des réacteurs, chambres à fission (brevet CEA), etc.



Caractérisation de pastilles de combustible nucléaire par transmission photonique (brevet CEA, AREVA NC)



## Domaines d'application

- **Sécurité / détection NRBCE** : transports, frontières, grands événements
- **Industrie nucléaire** : combustible, réacteur, déchets radioactifs, démantèlement
- **Contrôle non destructif** : infrastructures, procédés industriels, prospection
- **Environnement** : sols, sédiments, séquestration du carbone

## Designs adaptables aux besoins

- **Systèmes mobiles** ⇨ inspection, intervention, mesure in situ
- **Systèmes transportables** ⇨ expertise sur site industriel
- **Systèmes fixes** ⇨ analyse en ligne, mesure de colis, portiques de sécurité

## Brevets du domaine « caractérisation physique, radiologique et élémentaire »

- Détection NRBCE ([2 939 895](#) et [2 970 339](#))
- Caractérisation de matières nucléaires dans les déchets radioactifs par interrogation neutronique ([2 792 079](#)) ou photonique ([2 871 896](#))
- Caractérisation de matières nucléaires en cellule blindée ([2 933 778](#))
- Caractérisation de faisceaux de photons de haute énergie ([2 939 906](#))
- Caractérisation de pastilles de combustible nucléaire ([2 868 538](#))
- Imagerie neutronographique (dépôt novembre 2011)
- Caractérisation d'assemblages combustibles ([2 752 639](#) et [2 788 627](#))
- Caractérisation de la composition isotopique de chambres à fission ([2 950 703](#))

Contact :

[bertrand.perot@cea.fr](mailto:bertrand.perot@cea.fr)

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives  
Centre de Cadarache | 13108 Saint-Paul-Les-Durance cedex  
T. +33 (0)4 42 25 70 00 |

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

Direction de l'Energie Nucléaire  
CEA CADARACHE  
Département de Technologie Nucléaire  
Laboratoire de Mesures Nucléaires