

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

cea



L'imagerie Haute-Énergie pour le CND : Plateforme CINPHONIE

Nicolas Estre – Jean-Luc Pettier

LUNDI 08 AVRIL 2013

www.cea.fr

3èmes rencontre CEA ⇔ Industrie, en région PACA, pour l'innovation et le transfert de technologie co-organisées avec le CETIM dans le cadre d'un « Lundi de la Mécanique » dédiées Contrôle Non Destructif - CND

■ Contrôles non destructifs pour la caractérisation **élémentaire**

Caractérisation élémentaire (uranium, plutonium, toxiques chimiques) par Interrogation Neutronique **Active** et passive

Caractérisation radiologique (identification et quantification de matière radioactive) par **spectrométrie gamma**

Détection de matière interdite (drogue, explosif) par interrogation neutronique **TPA** (technique de la particule associée) : détection et localisation.



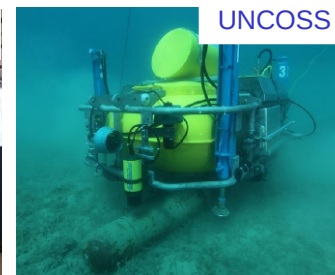
I.N.A.



Spectrométrie



EURITRACK



UNCOSS

■ Contrôles non destructifs pour la caractérisation **physique**, Mêmes motivations que pour le CND dans l'industrie en général :

Optimisation du ratio information récoltée/coût des contrôles

Imagerie sur colis de déchets – ANDRA



Ø 1m, béton

Réutilisation de l'objet inspecté

Imagerie sur combustible – RJH



qq cm, densité 11

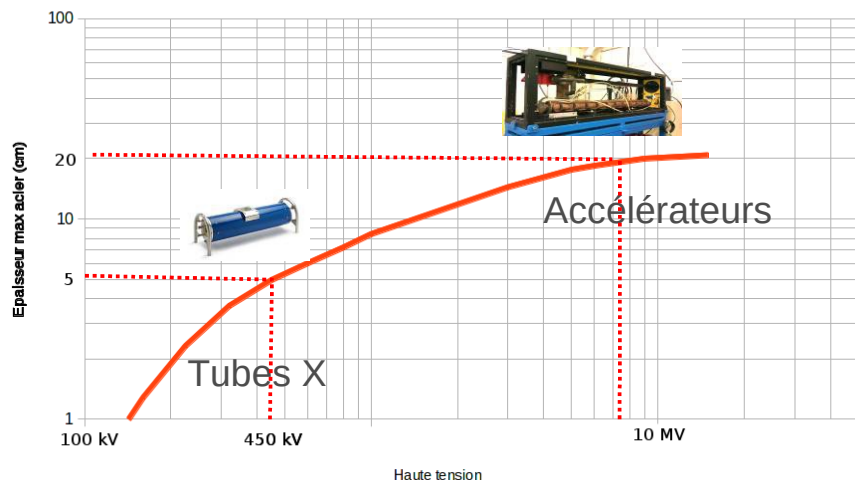
Pas d'autre technique possible

Radioscopie sur l'interaction corium/eau – KROTOS

*Nécessité de
RX de Haute Énergie (MV)*

Cinphonie : une plateforme d'imagerie pour le CND unique en France.

Épaisseur maximale d'acier traversé
Configuration standard



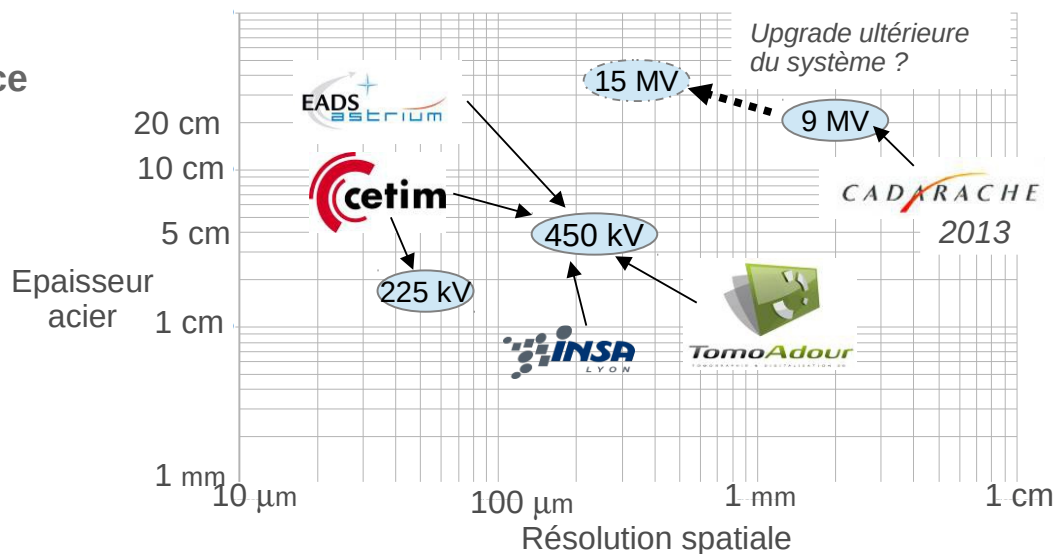
■ Plateformes de tomographie en France

- CETIM
- ASTRIUM
- TOMOADOUR
- INSA-Lyon
- CEA Cadarache

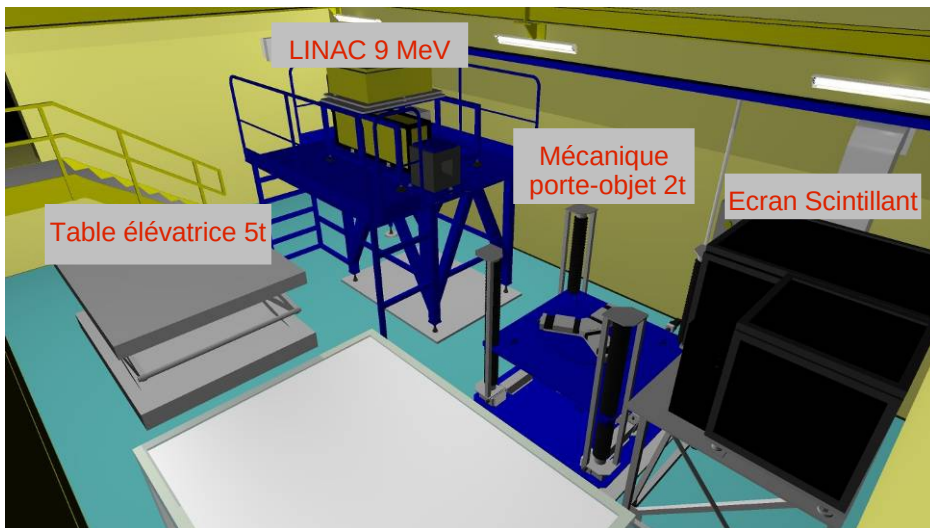
■ Pour le CND RX, 2 types d'appareils :

- Tubes X
 - Haute résolution
 - Épaisseur traversée réduite
 - Facilité de mise en œuvre
 - Accélérateurs Linéaires
 - Épaisseur traversée importante
 - Résolutions limitées
 - Génie civil (casemate)
- Évolutions importantes en cours

PMB
ALCEN



Cellule Cinphonie en cours d'équipement



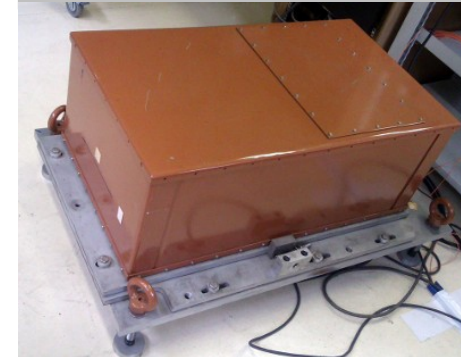
LINAC 9 MeV, 20 Gy/min



Ecran scintillant 80cmx60cm



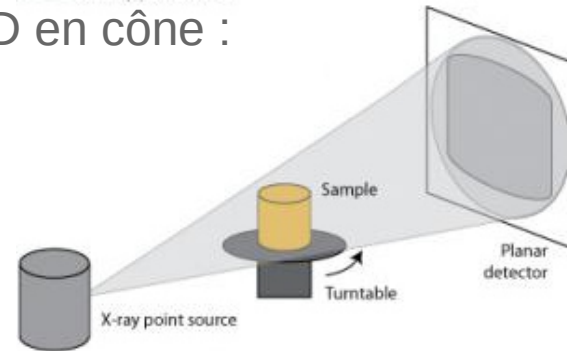
Multi éléments CdTe



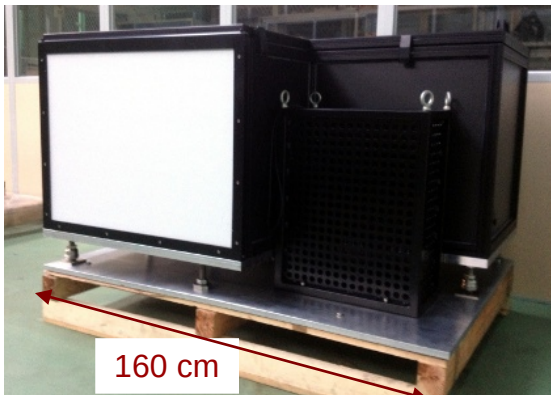
Principe de la tomographie 3D en cône :

Écran prototype
Transfert technologique
CEA Léti → Nominal Ingénierie (Grenoble)

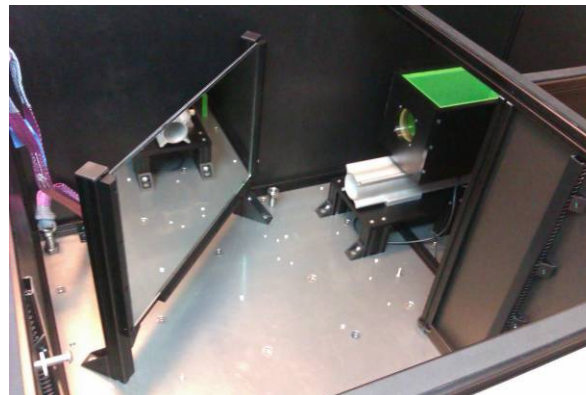
Détecteur modulaire
Possibilité de changer l'écran et la caméra selon les objets



Ecran scintillant de grande taille



Miroir renvoi d'angle



Caméra bas bruit / Blindage Pb



Radiographie / Tomographie 3D en cône (2)

Atténuation max objet $< 10^3$: **1 m béton, 25 cm acier**

Radiographie

Tomographie 3D

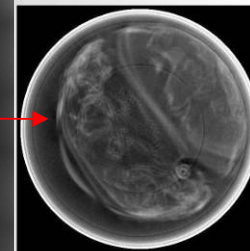
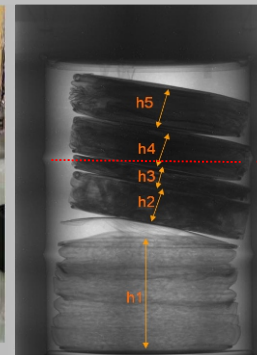
Résolution spatiale ~ 2 mm (à confirmer)

Durée de la mesure : quelques minutes

Colis Béton Ø 80cm

Radiographie

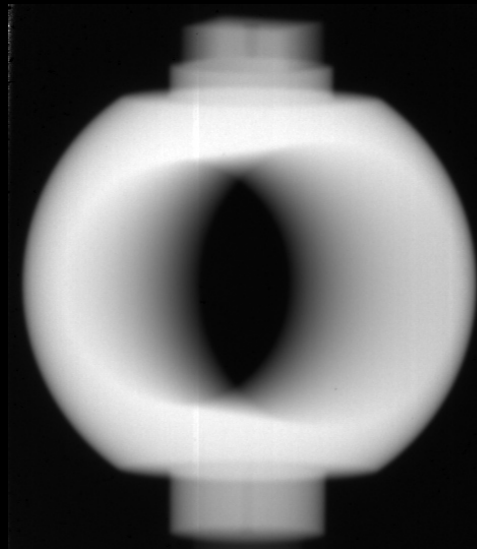
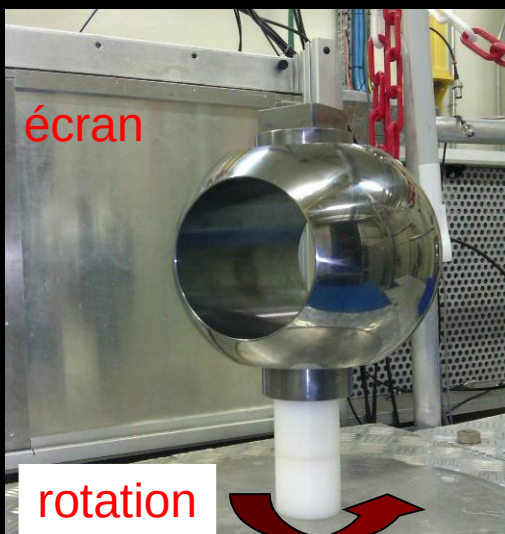
Tomographie



Imagerie sur boisseau de vanne sphérique / acier ~20 cm

Radiographie

Tomographie 3D
Inspection interne de l'objet

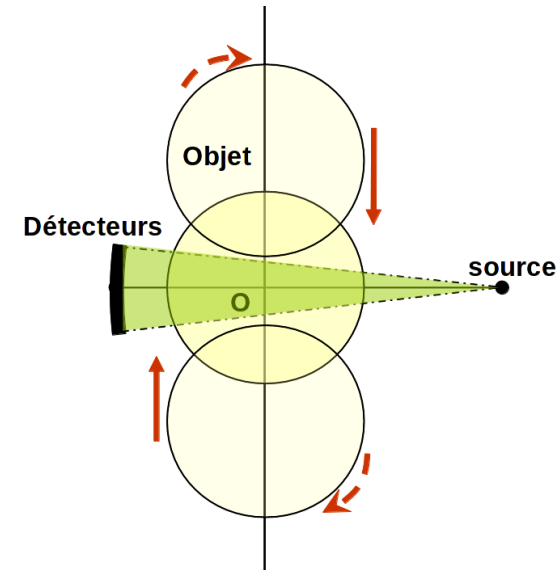


Tomodensitométrie hélicoïdale (1)

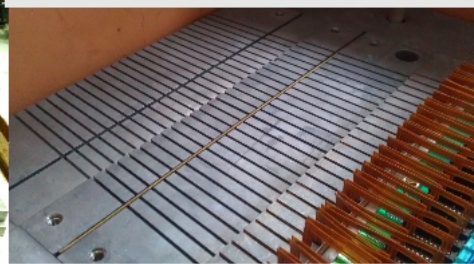
Tomographe CdTe (prototype CEA-Léti)

- Technologie semi-conducteur résistante aux rayonnements
- Fort pouvoir d'arrêt (efficacité 50%)
- Grande dynamique de mesure (dynamique 10^5)

- Nécessite une mécanique entièrement synchronisée.
- Parfaitement adapté à la tomodensitométrie hélicoïdale sur objet de grand volume (Translation-Rotation)
- Temps de mesure long (~1h/coupe)



Zoom sur les 25 détecteurs dans leur canal de visée



Signal brut (unité arbitraire)



Atténuation max objet < 10^5 : **40 cm d'acier, 1.5 m béton**

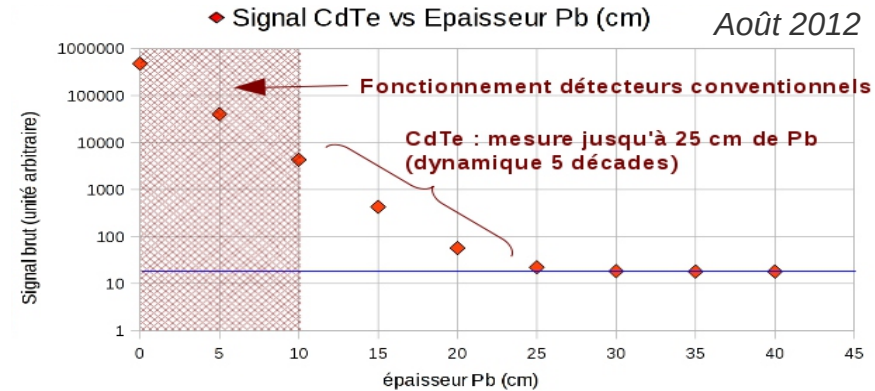
Radiographie

Tomodensitométrie plane (2D)

Tomo. Hélicoïdale (~ 3D)

Résolution spatiale entre 0.5 et 2 mm (suivant objet)

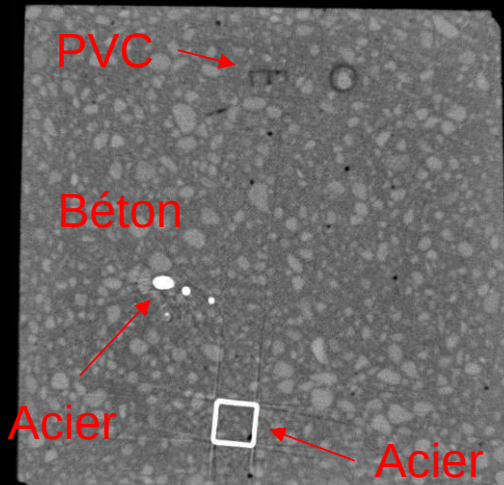
Temps de mesure : de 1 heure (2D) à plusieurs jours (3D)



Mesures Léti 2007

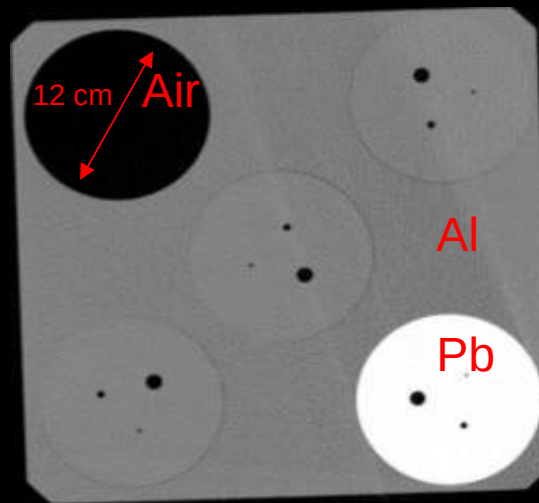
Tomodensitométrie sur maquette béton

30x30 cm

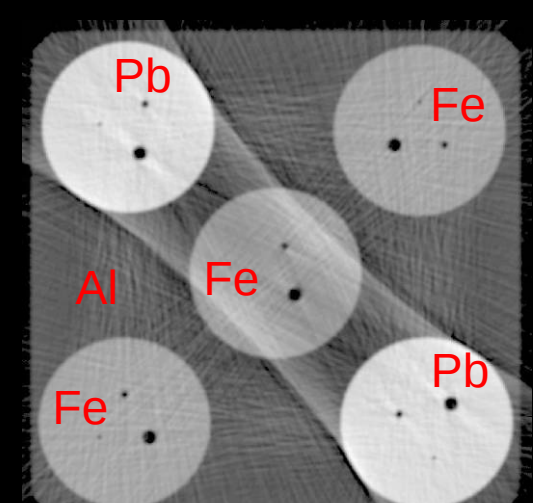


Tomodensitométries sur maquette Alu+Acier+Pb

35x35 cm Atténuation < 3 décades



Atténuation ~ 6 décades



- 2013 : mise en route à Cadarache d'un tomographe Haute-Energie 9 MV, **unique en France**

Capacité de prise charge objets < 2 t et ~ 1 m de diamètre

- Détecteurs spécialement développés pour l'imagerie de grandes épaisseurs

20 à 40 cm d'acier

60 à 100 cm d'aluminium

- Réflexions en cours pour une future évolution du système (accélérateur + puissant et banc 5t)

- Selon besoins propres CEA / Partenaires
- Selon besoins et intérêts des industriels

Contacts :

nicolas.estre@cea.fr

jean-luc.pettier@cea.fr