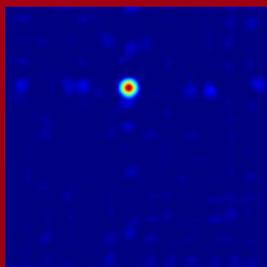
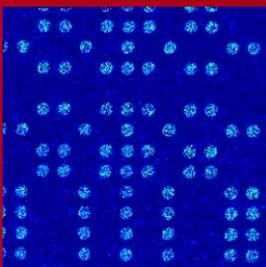


DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE



www.cea.fr

UTILISATION DE LA CAMÉRA GAMMA GAMPIX SUR LES CHANTIERS DE DÉMANTÈLEMENT

H. LEMAIRE, R. ABOU KHALIL, F. CARREL, D. DE
TORO, E. GAILLARD-LECANU, M. GMAR, S. JAHAN,
N. MENAA, V. SCHOEPFF

Contact : hermine.lemaire@cea.fr

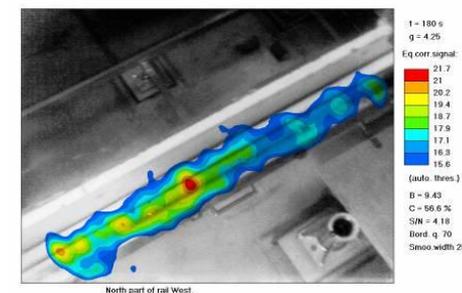
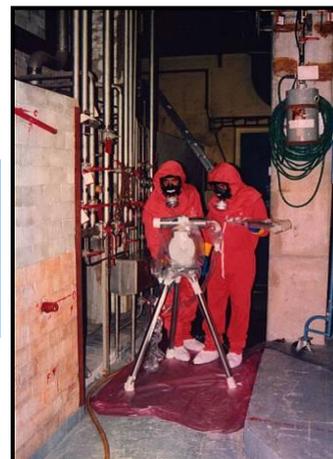
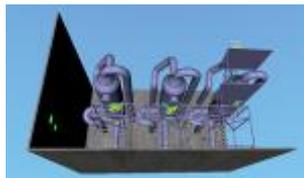
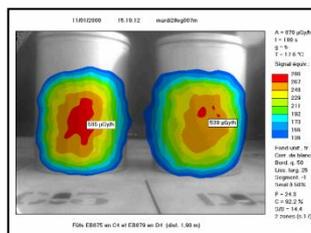


Plan de la présentation

- ❑ Contexte et enjeux
- ❑ Principales caractéristiques de la caméra gamma GAMPIX
- ❑ Résultats expérimentaux obtenus sur le site du laboratoire de purification chimique (AREVA NC, LPC)
- ❑ Conclusions et perspectives

Localisation de points chauds radioactifs

➔ **Un enjeu majeur** dans l'optique des opérations de démantèlement



- Définition des **scénarios d'intervention**
- **Minimisation de la dose reçue** par les intervenants (ALARA)
- **Suivi en temps réel** du processus d'assainissement

➔ **Imagerie gamma** : une technique d'intérêt pour répondre à cette problématique

Imagerie gamma : le principe

❑ Principe de l'imagerie gamma

➔ **Objectif : localisation de sources radioactives**



Image visible

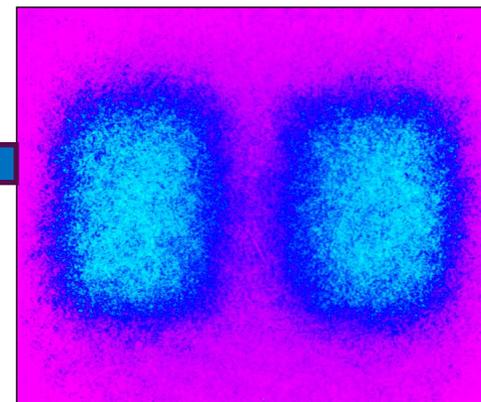
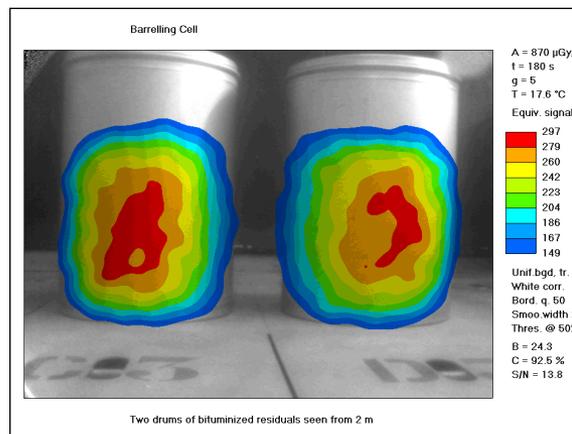


Image gamma



**Superposition des
deux images**

L'imagerie gamma au CEA

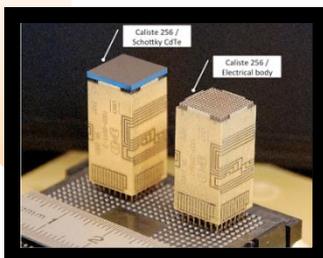
□ Imagerie gamma : une expertise forte au CEA



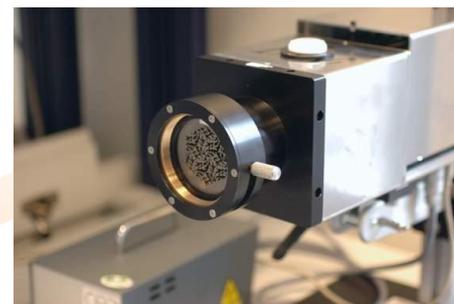
DEN DTEC – Marcoule



DRT LIST – Saclay



DSM IRFU – Saclay

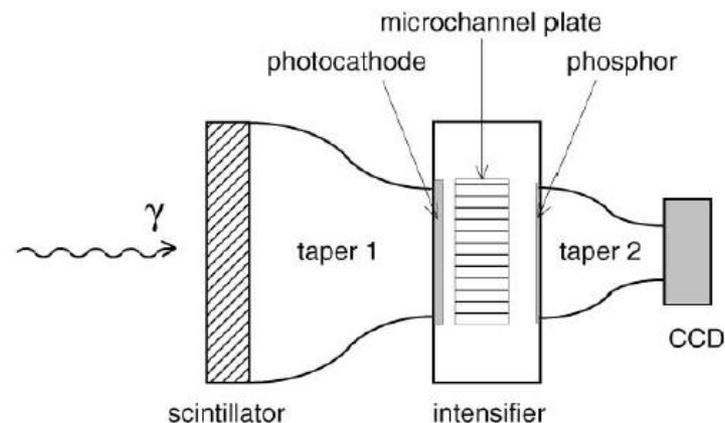


DRT LETI – Grenoble



Un savoir-faire allant de la **conception du détecteur** jusqu'à **l'utilisation experte** du système final

❑ CARTOGAM: un standard industriel



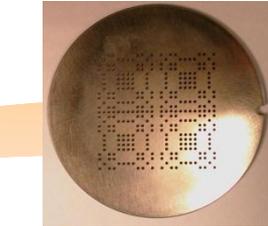
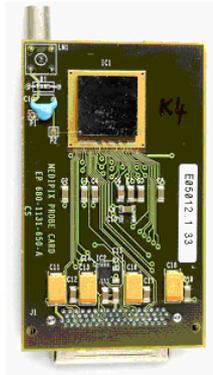
➔ Développé par le **CEA**⁽¹⁾, industrialisé by **AREVA CANBERRA**

❑ Une technologie performante... mais perfectible

- Amélioration de la **sensibilité** à basse énergie
- Réduction du **poids** (>15 kg)
- Simplification de la **connectique**
- Simplification de **l'utilisation**

GAMPIX : une caméra gamma de nouvelle génération

Détecteur Timepix



Masque codé



m~1 kg



Interface USB

Corps de caméra

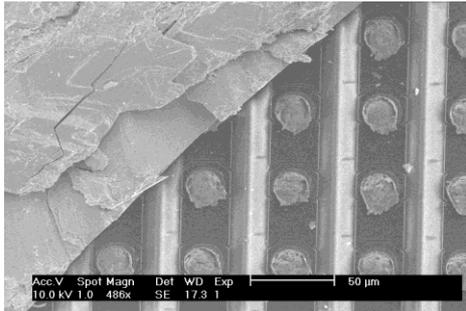


Intégration des différentes **brques technologiques** au sein d'un système optimisé

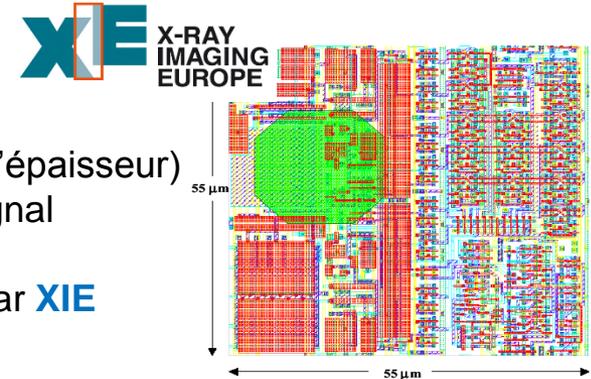


A l'intérieur de GAMPIX

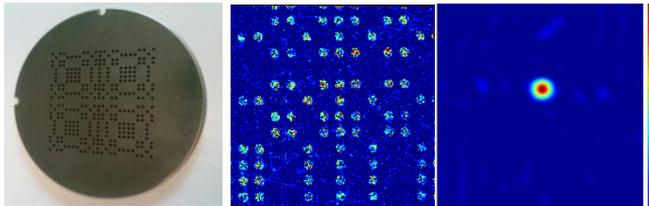
□ La puce Timepix au cœur du système GAMPIX



- Matrice de **256 x 256 pixels** (côté **55 μm**)
- Hybridation à un **substrat de CdTe** (**1 mm** d'épaisseur)
- **Conversion directe** du signal gamma en signal électrique
- Développée par le **CERN**, commercialisée par **XIE**

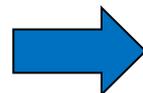


□ Masque codé MURA : un collimateur multi-trous



- **Amélioration significative de la sensibilité** par rapport à un sténopé
- Besoin d'une **étape de décodage**
- **Caractéristiques du masque** (rang, épaisseur) adaptées au besoin de l'utilisateur

□ Interface USB : simplicité d'utilisation



Utilisation de GAMPIX avec **n'importe quel type de PC**

Performances en laboratoire

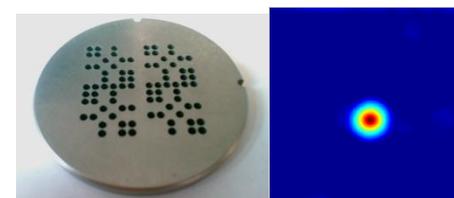
☐ Sensibilité: performances en conditions de laboratoire

Source	Débit de dose ($\mu\text{Sv.h}^{-1}$)	Masque codé Rang 13 – e=2 mm	Masque codé Rang 7 – e=8 mm
^{241}Am	0,25	~3 s	1 s
^{137}Cs	2,50	300 s	20 s
^{60}Co	3,84	-	60 s

➔ Capable de couvrir une **large gamme en énergie** (de l' ^{241}Am au ^{60}Co)

☐ Résolution angulaire pour un champ de vue de 30 degrés

Source	Masque codé Rang 13	Masque codé Rang 11	Masque codé Rang 7
^{241}Am	1,38°	2,12°	3,81°
^{137}Cs	1,35°	2,06°	3,68°
^{60}Co	-	2,57°	3,41°



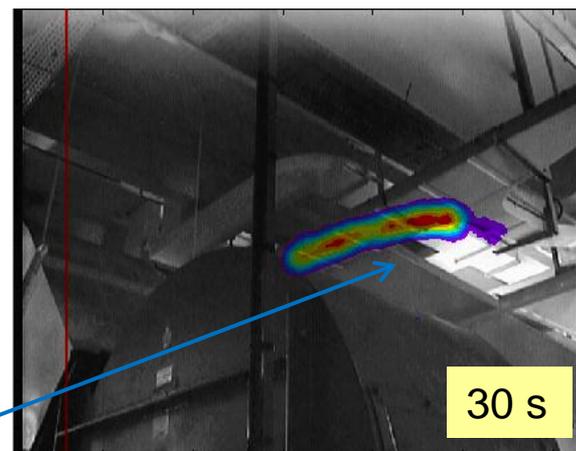
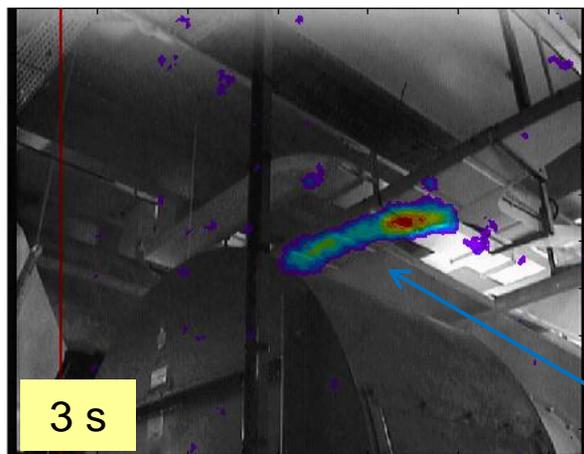
Augmentation du **rang du masque**, **amélioration** de la résolution



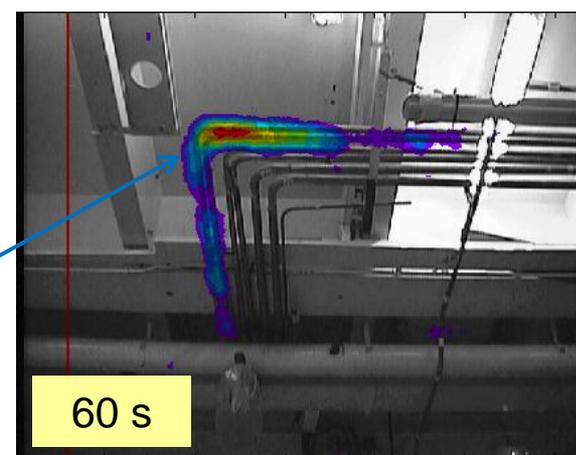
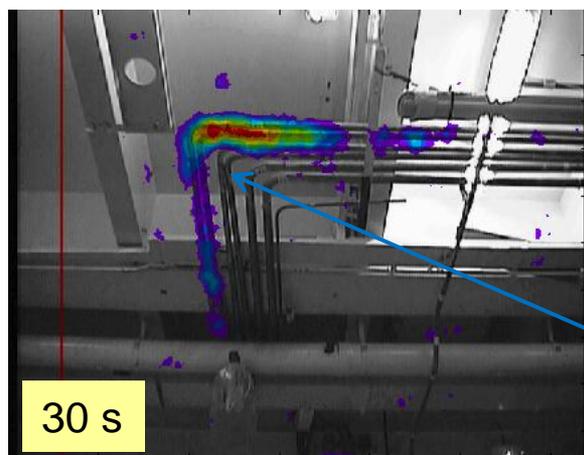
- Situé sur le site de Cadarache, installation **voisine de l'ATPu**
- Problématique du démantèlement : **détection du plutonium**

Résultats expérimentaux LPC (1)

☐ Zones de contamination au niveau des tuyauteries



6 mSv.h⁻¹
contact



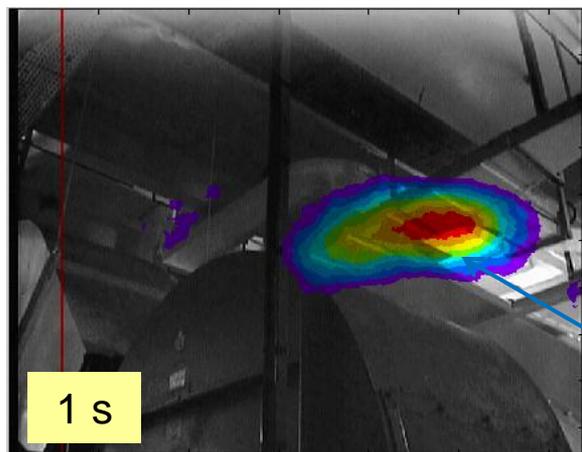
0,4 mSv.h⁻¹
contact

- **Augmentation de la durée de mesure = amélioration de la qualité** des images gamma décodées
- **Pas de limitations** en termes de durée maximale de mesure (>30 min) | PAGE 11

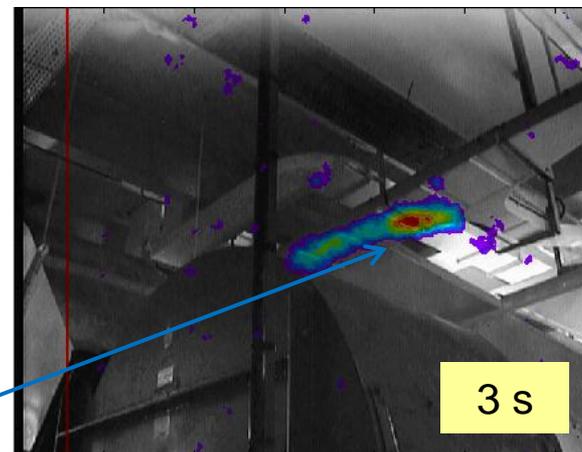
Résultats expérimentaux LPC (2)

Impact du rang du masque codé sur la résolution angulaire

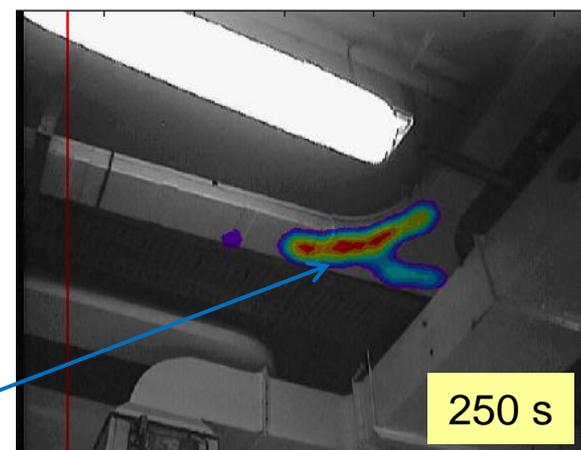
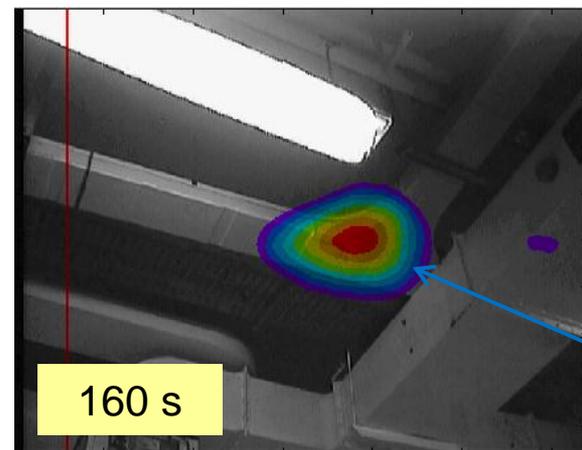
Rang 7



Rang 13

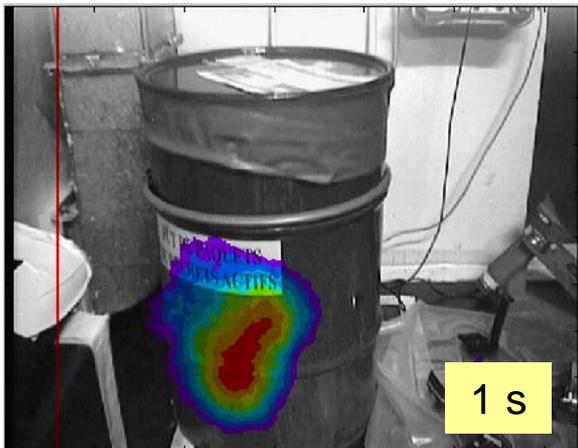


6 mSv.h⁻¹
contact

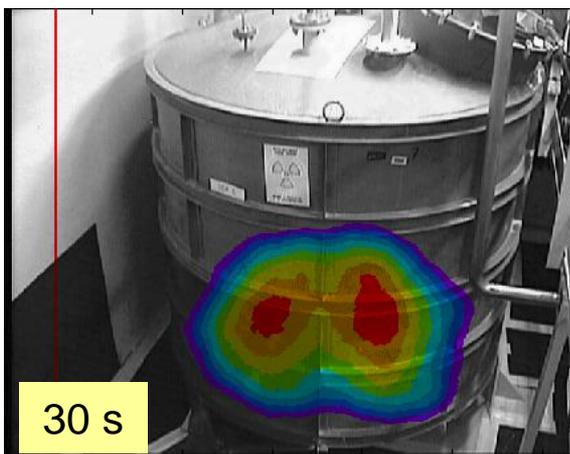
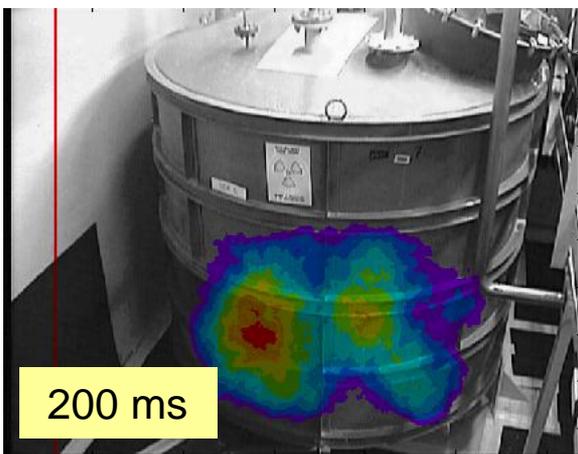


0,35 mSv.h⁻¹
contact

Autres exemples d'applications potentielles



- Localisation de points chauds dans les **colis de déchets radioactifs**



- Détection de **sources étendues**
- Détection de points chauds **en temps réel**



A
CANBERRA



□ Apports du système industriel par rapport à la version prototype

- **Nouveau design** (LxIxP= 8 cm x8 cmx15 cm)
- **Procédure masque/anti-masque automatisée**
- **Blindage minimisé et optimisé**
- **Connectique simplifiée** (un seul câble type Ethernet)
- Un **unique logiciel** pour les étapes d'acquisition et de traitement des images
-

□ Conclusions

- **GAMPIX** : une nouvelle génération de **caméra gamma**
- Combinaison du détecteur **Timepix**, d'un **masque codé** et d'une **connectique USB**
- Gain en **sensibilité**, simplicité de **déploiement** et **d'utilisation**
- **Nombreuses validations sur site**
- **Système industriel disponible courant 2013**

□ Perspectives

- Développement de **fonctionnalités spectrométriques**
- **Localisation 3D**