

Les premiers essais de la caméra gamma GAMPIX sur un site EDF : recherche opérationnelle de points chauds

EDF R&D : Emmanuelle Gaillard-Lecanu, Daniel Hameau, Hervé Onillon, Sylvie Jahan

CEA LIST : Frédéric Carrel, Mehdi Gmar, Vincent Schoepff

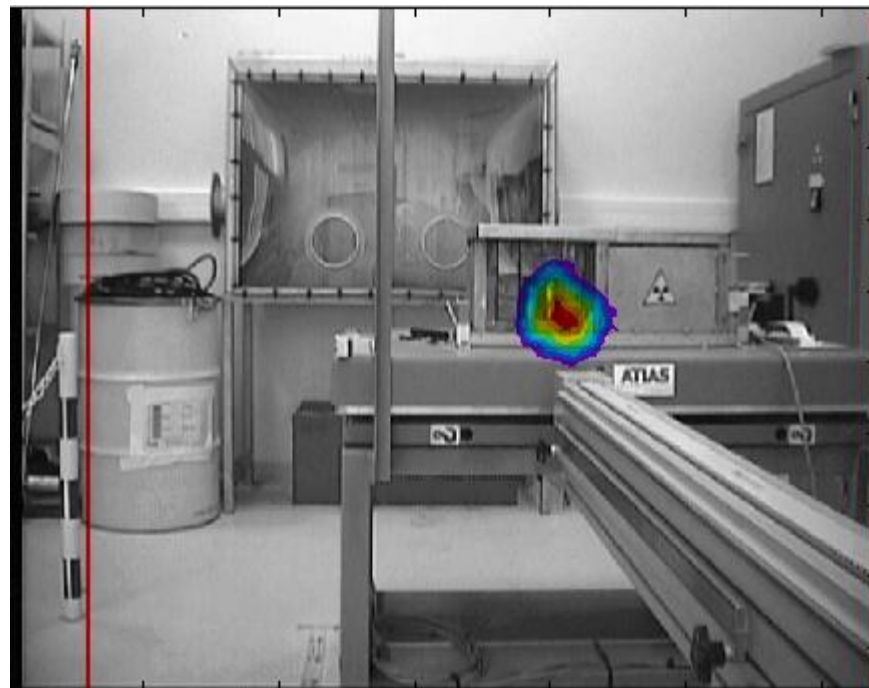
EDF DPN : Alexandre Arnette, Marc Lestang, Jean-Eric Maurer, Pascal Oleksy

CEA DEN : Charly Mahé, Julien Venara



La caméra gamma GAMPIX

- ▶ Principe : superposer une image gamma à une image visible
- ▶ Développée par le CEA LIST
- ▶ Programme 2010 – 2011 EDF/CEA d'adaptation aux conditions CNPE

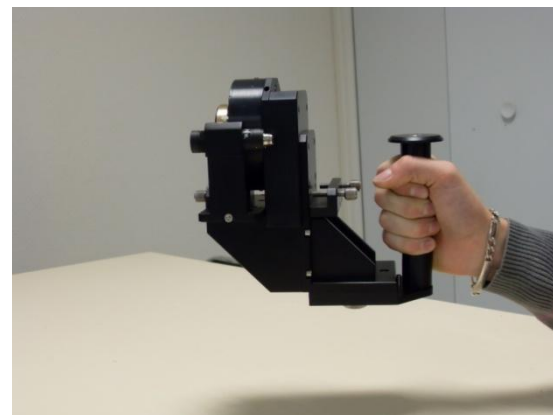
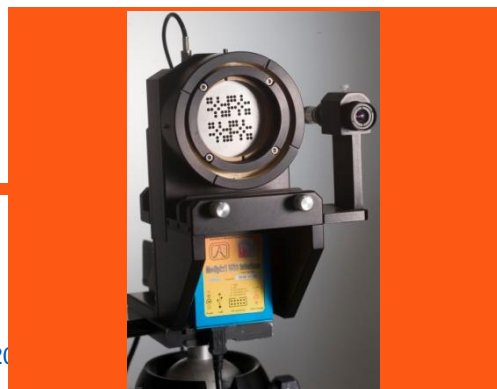
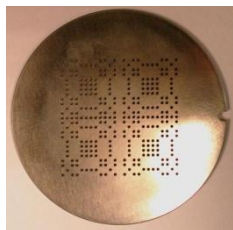
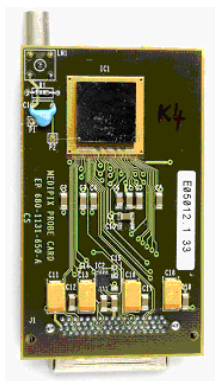


- Présentation de la caméra
- Cahier des charges établi par EDF
- Campagnes d'essais 2011
- Quelques résultats
- Perspectives

Présentation de la caméra Gampix

- ▶ **Génération actuellement commercialisée** : techno scintillateur + PM
 → de 10 kg (sans accessoires) jusqu'à 40 - 50 kg (blindage + accessoires)
- ▶ **Gampix** : rupture technologique - utilisation de la techno SC (détecteur CdTe + masque codé) → de 1 kg jusqu'à 6 kg (avec blindage, sans optimisation)

Medipix 2/
Timepix + masque + Interface USB



Le cahier des charges établi par EDF

► Caractéristiques techniques

- **Energie** : Détection efficace de 100 keV jusqu'au ^{60}Co (1.3 MeV)
- **Débit d'équivalent de dose** de l'ordre de 1 mSv/h au niveau du point chaud en quelques secondes – Le bruit de fond ambiant pouvant être assez élevé.
- **Débit d'équivalent de dose** de quelques 10 $\mu\text{Sv/h}$ en plusieurs minutes.
- **Géométriques** : distance minimale de prise de vue 1 m / résolution $\approx 1^\circ$

► Autres caractéristiques

- **Liées aux exigences CNPE** : robuste, décontaminable, sans matériaux poreux
- **Liées à l'ergonomie** : image visible couleur, poids total < 8 kg, portage manuel possible (format « camescope »), ergonomie du logiciel (utilisation simple)
- **Liées à un éventuel déploiement Parc** : un vœu → prix ≈ 20 k€

Première campagne d'essai 2011

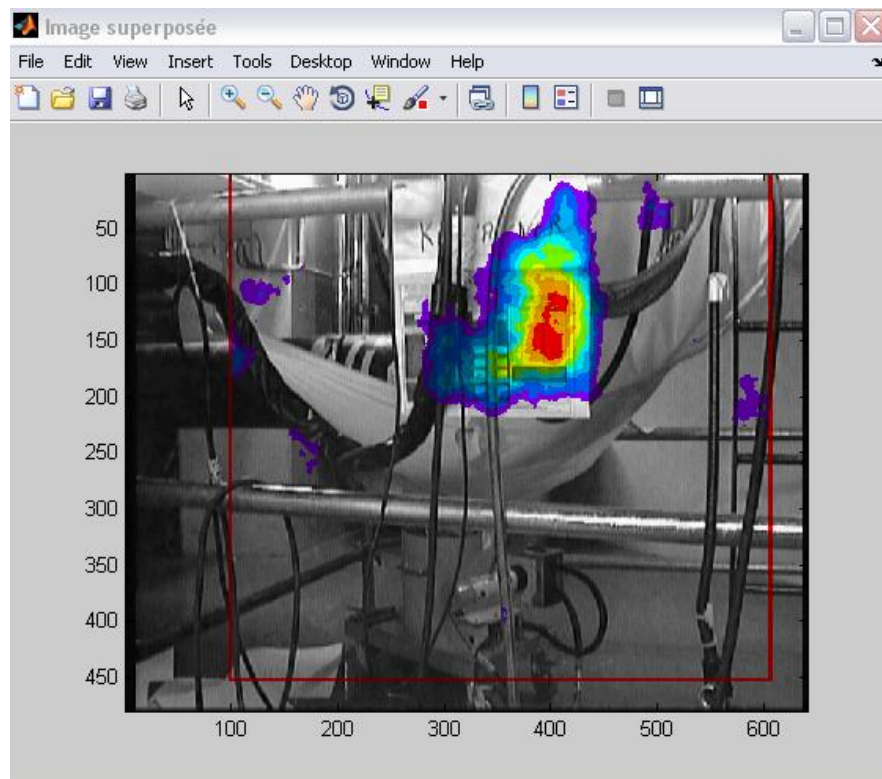
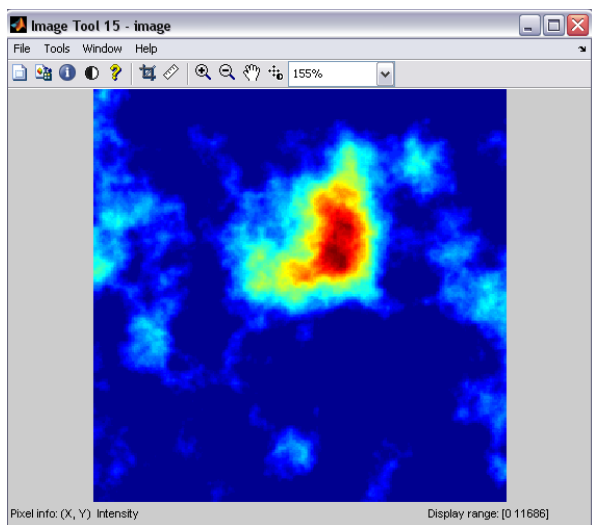
- ▶ Visite Décennale de la tranche 2 de Tricastin (janvier 2011)
 - Jambe d'expansion du pressuriseur (BR niveau 8 m)
 - Points chauds au niveau 0 m dans l'espace annulaire du BR
 - Bâtiment des auxiliaires nucléaires – pompes RCV – niveau 0 m



Masque rg 7, épaisseur 8 mm
Blindage 6 mm
Poids < 10 kg



Quelques résultats – jambe d'expansion du PZR



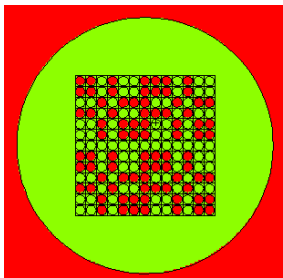
- Acquisition 250 s
- DED (au contact) = 500 $\mu\text{Sv/h}$
- DED (caméra) = 40 à 100 $\mu\text{Sv/h}$
- Post-traitement logiciel (soustraction BdF)

Deuxième campagne d'essai 2011

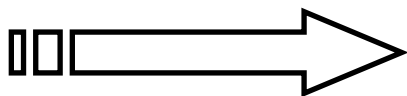
► Campagne n°2 : Arrêt Simple Rechargement de la tranche 3 de Tricastin (mai 2011)

- Bâtiment combustible – locaux pompes PTR
- Bâtiment des auxiliaires nucléaires – niveau 7,30 m – différentes tuyauteries
- Bâtiment combustible – local ETY

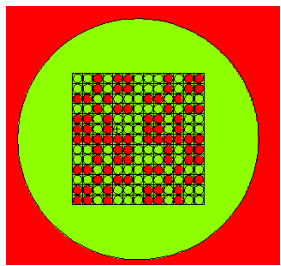
Masque rg 7, ép. 8 mm ou ép. 4 mm
 Pas de blindage
 procédure masque / antimasque
 Traitement logiciel soustraction BdF sur site
 Poids \approx 1 kg



Masque



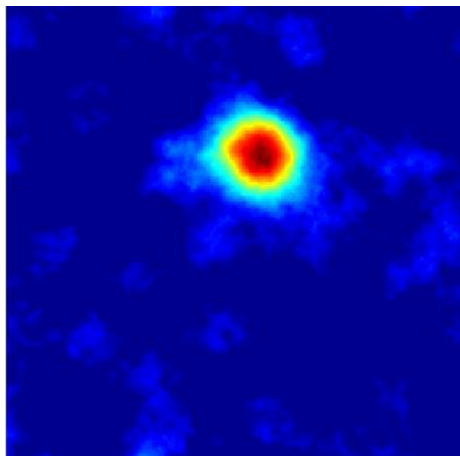
Rotation 90°



Anti-masque

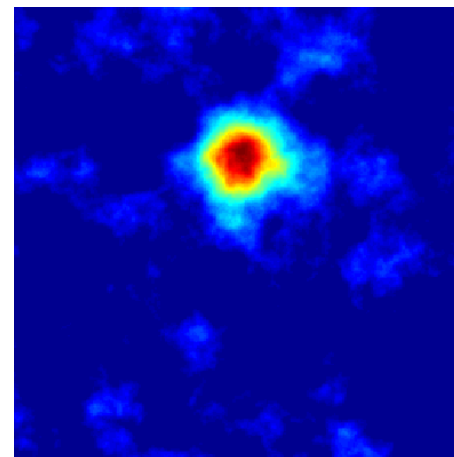


Quelques résultats – masque 4 mm ou 8 mm



Masque / Anti-masque

- DED tuyauterie \approx 2 mSv/h sauf point chaud à 80 mSv/h
- DED à 3 m (caméra) \approx 50 à 100 μ Sv/h

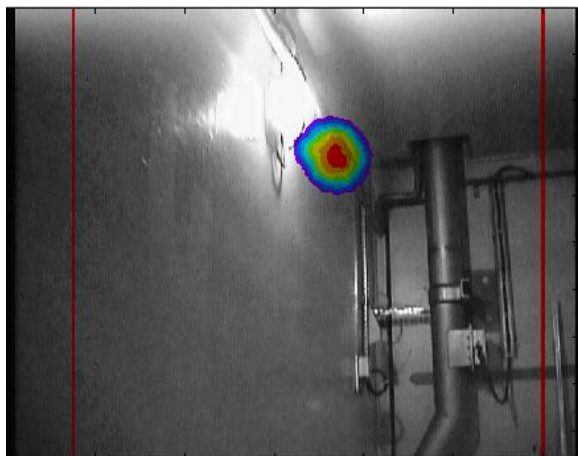


2x 200 s

2x 200 s

Rg 7 / E8

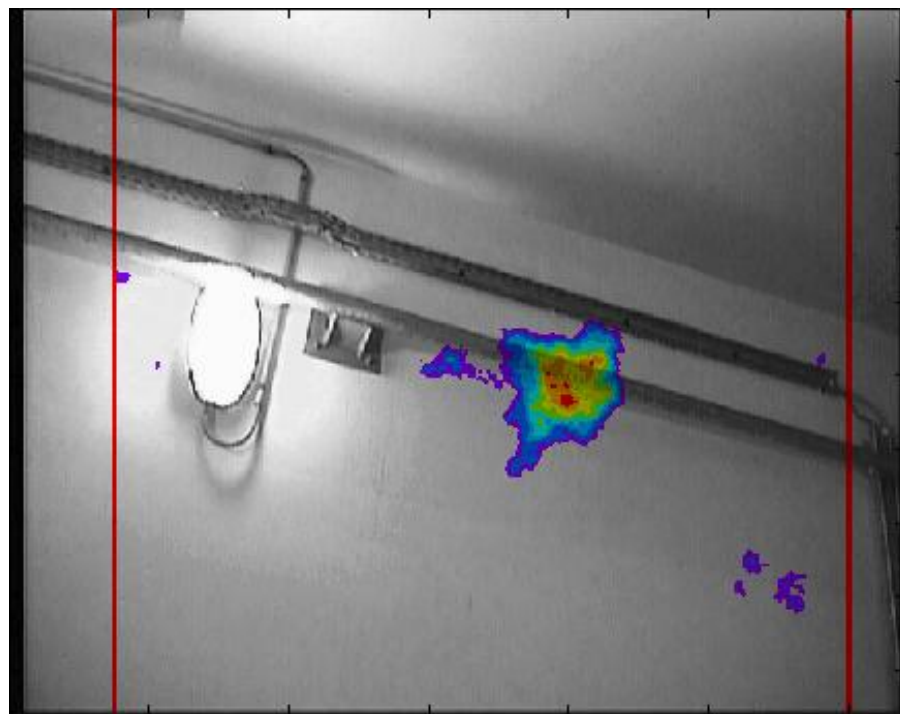
Rg 7 / E4



Quelques résultats – caméra au poing



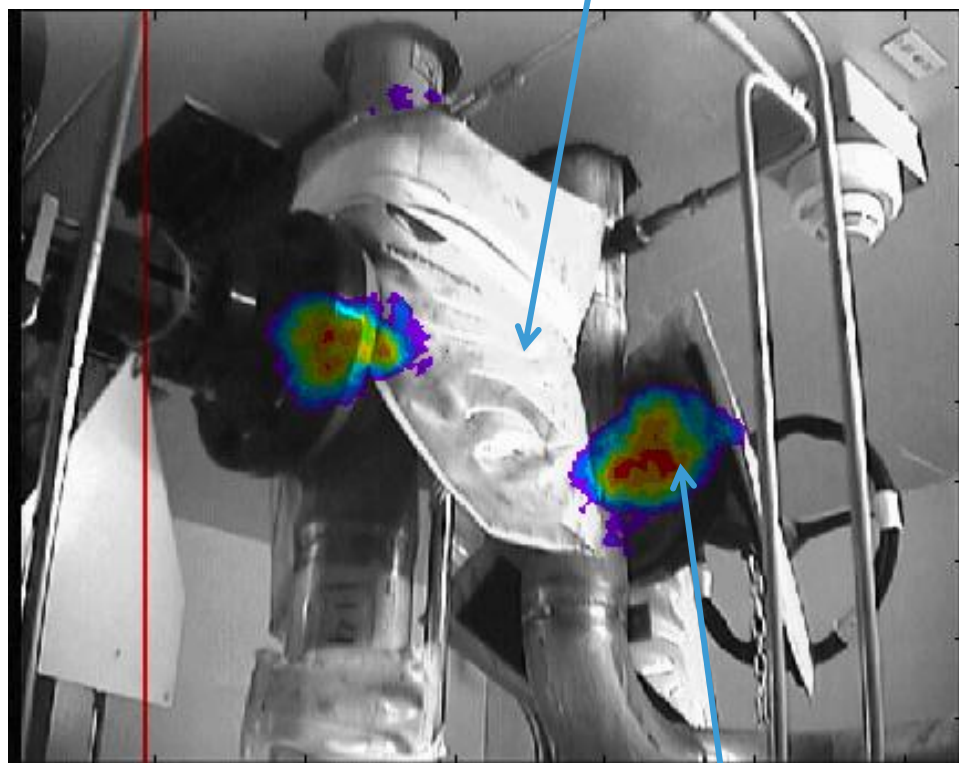
- configuration précédente
- mesure masque simple 8 mm



mesure 15 s

Quelques résultats – Visualisation des lignes de fuite autour d'un blindage (BAN)

Protection biologique Pb



Ligne de fuite

Masque / Anti-masque

2x 300 s – visible à 2 x 120 s

- DED (point chaud) 3 mSv/h
- DED (gamma-caméra) 200 μ Sv/h
- Distance \approx 2 m



Quelques résultats – Efficacité incomplète des protections biologiques

Local des échangeurs PTR



- Un point chaud est identifié à 41 mSv/h au contact sur une conduite horizontale
- Distance (point chaud, gamma-caméra) \approx 3 m
- Le point chaud n'est pas observé à l'emplacement attendu.



vérification au téledétecteur des résultats de la gamma-caméra

Conclusions et perspectives

► Déploiement sur site CNPE

- Premiers essais – caméra opérationnelle
- Facilité de déploiement
- Acquisition de REX en conditions CNPE
- Démonstration de portabilité ... pour une mesure – à étendre à d'autres situations

► Améliorations envisageables / mesure

- Optimisation du choix du masque (si procédure masque/antimasque, allègement des contraintes sur l'épaisseur → limiter les déformations de la réponse angulaire)
- Favoriser la détection des énergies ≈ 1 MeV (^{60}Co) : épaisseur du capteur Timepix de 2 mm au lieu d'1 mm actuellement et augmentation de la HT
- Correction logicielle de la non uniformité de la réponse
- Continuer à investiguer l'optimisation du blindage (lignes de fuite)

► Perspectives :

- **Industrialisation des développements à lancer**
- Spectro « allégée » – taille des clusters, hauteur d'impulsion
- Couplage avec numérisation 3D?

Merci pour votre attention



CHANGER L'ÉNERGIE ENSEMBLE