

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

cea



Moyens de cartographie radiologique

EVALUATION DE L'ETAT RADIOLOGIQUE - A&D²

ATSR, La Grande Motte | Philippe GIRONES
Avec la contribution de : DTEC, DTN

www.cea.fr

6 octobre 2016



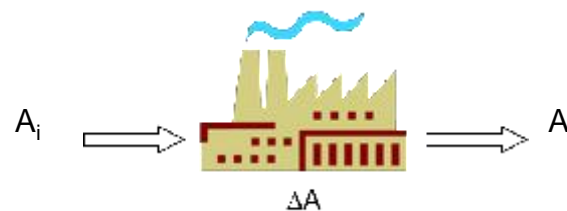
1. Le contexte, des définitions, des exigences (3 Diap.)
2. Les moyens de collecte du descripteur spatial (3 diap.)
3. Les moyens de relevé radiologique (5 diap.)
4. Les moyens de traitement des données (2 diap.)

Sujet : De l'historique du site à sa reconnaissance radiologique, les moyens de cartographie radiologique

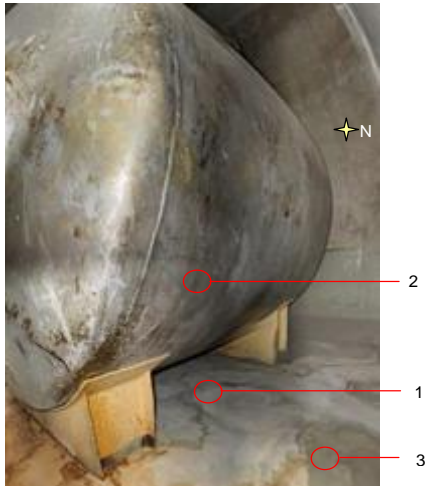
La cartographie a toujours été utilisée pour statuer sur l'état radiologique d'une installation, d'un équipement. Dans la phase d'assainissement, démantèlement et déclasséement (A&D²) elle représente l'historique de l'installation et son évolution vers une cible.

Le projet d'A&D² impose une nouvelle **vision** du « terme source » ΔA , Δ éléments

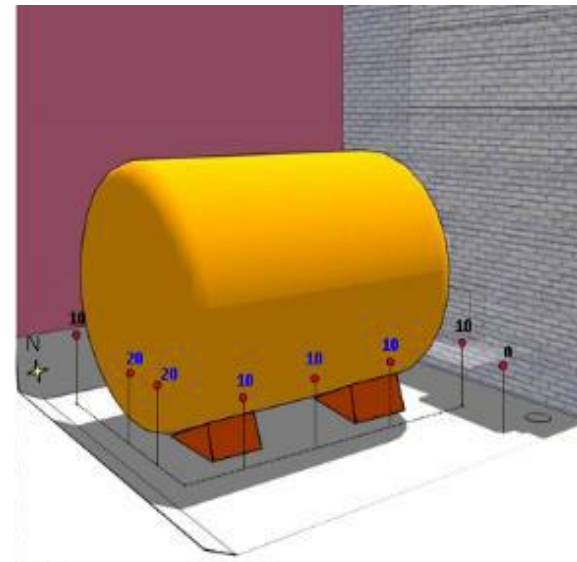
- ⇒ Complément du référentiel technique d'installation : **sûreté, radioprotection**
- ⇒ Mettre en place des procédés : **qualité de produits**
- ⇒ $f(\text{temps}) = \min(\text{Gy, Bq, (n, f), éléments})$: **scénarios**



Représentation graphique → **Structuration de l'information**



| Frottis | Contamination surfacique (Bq/cm ²) | |
|---------|--|---|
| | α | β |
| 1 | < 1,7 | 0 |
| 2 | < 1,7 | 0 |
| 3 | < 1,7 | 1 |



La carte (cartographie radiologique) est un support ou « frontal » de l'information de référence spatialisée, elle se présente sous forme d'un objet composite numérique reconnue par l'entreprise.

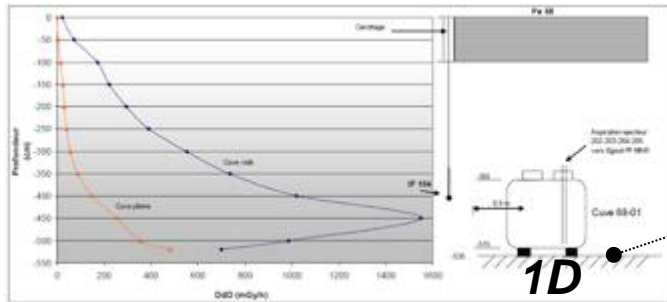
Des exigences

Le découpage, la qualité des relevés

Résolution spatiale, qualité des relevés (x, y, z, ddd, conta,...)

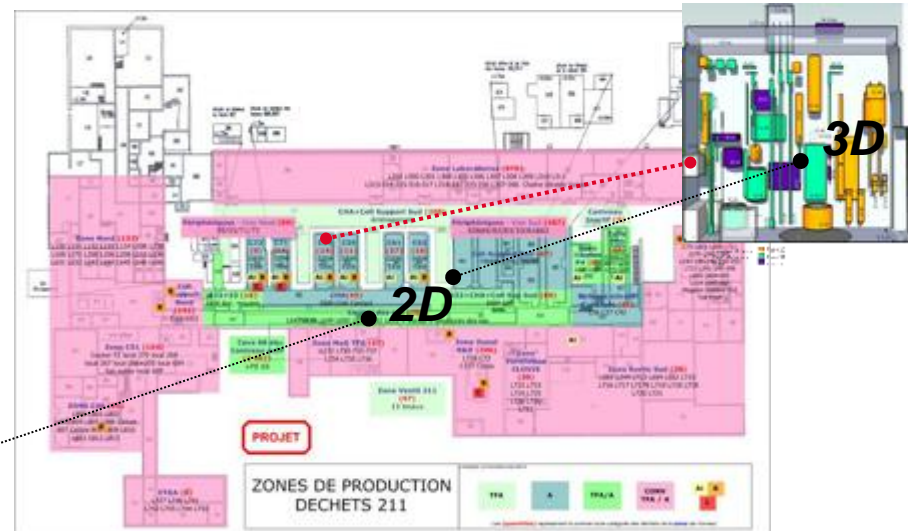
1. Les **risques** (sûreté, radioprotection),
2. La catégorisation des déchets (produits).

Décontamination



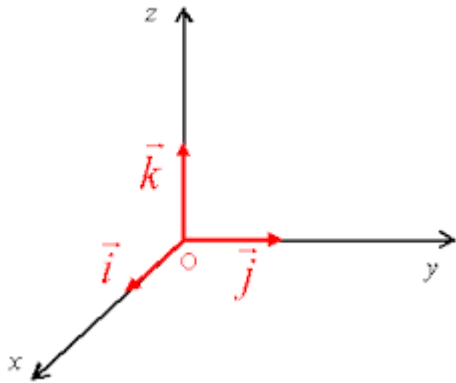
Plan déchets

Scénario



→ Moyens de réalisation ?

1. Le contexte, des définitions, des exigences
2. Les moyens de collecte du descripteur spatial
3. Les moyens de relevé radiologique
4. Les moyens de traitement des données



$$\left(O; \vec{I}, \vec{J}, \vec{K} \right)$$

LES MOYENS DE COLLECTE DU DESCRIPTEUR SPATIAL

Le constat visuel, les caméras



Verrous technos

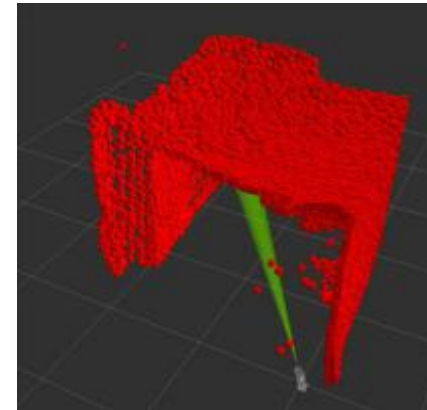
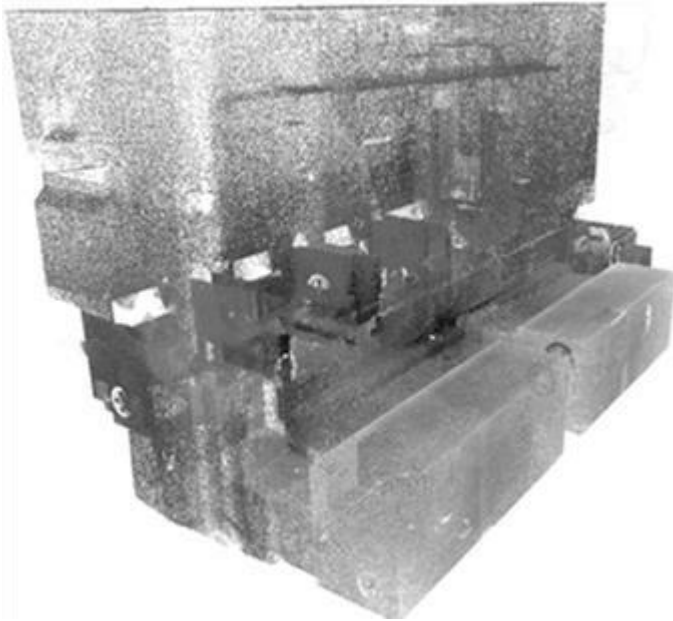
1. Définition (résolution) des capteurs
2. La commande
3. La **tenue à la dose**

| Référence de Webcam | Dose limite (Gy, source ^{60}Co) |
|---------------------------|--|
| Lifecam studio, Microsoft | 1380 |
| C920, Logitech | 600 |
| C525, Logitech | 860 |

La télémétrie laser, relevé du points

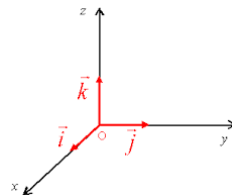
Verrous technos

1. La technologie des capteurs
2. La communication
3. La tenue à la dose, **contamination**



Le Light Detection And Ranging (LIDAR).

Image \rightarrow (x, y, z)



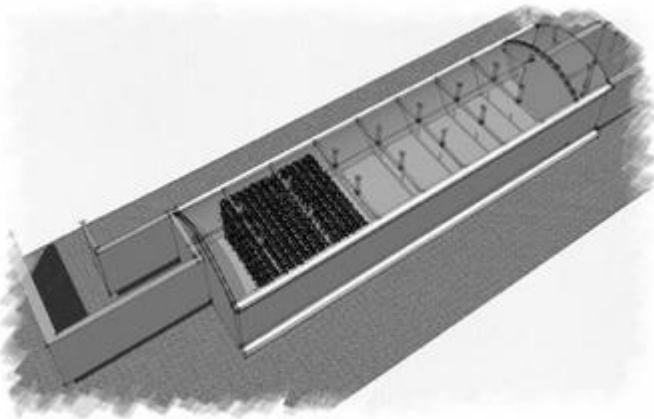
Les moyens de collecte du descripteur spatial

Résumons-nous !

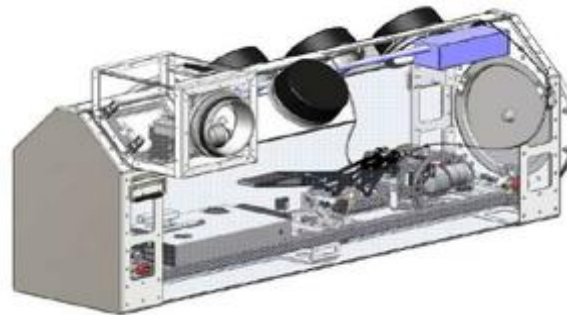
Solutions dédiées aux relevés dimensionnels

Etude de tenue à la dose

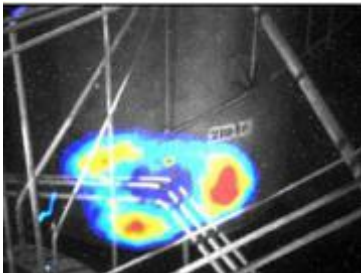
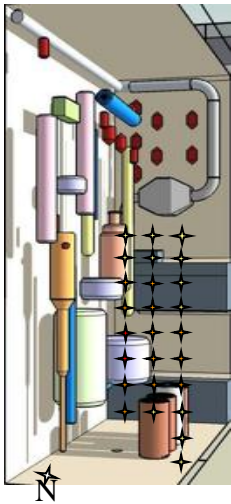
Robot dédié



→ Un système



1. Le contexte, des définitions, des exigences
2. Les moyens de collecte du descripteur spatial
3. **Les moyens de relevé radiologique**
4. Les moyens de traitement des données



LES MOYENS DE RELEVÉ RADIOLOGIQUE

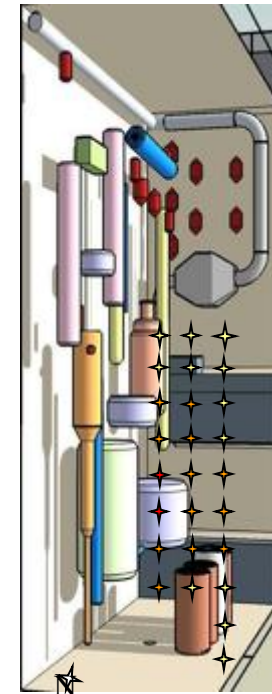
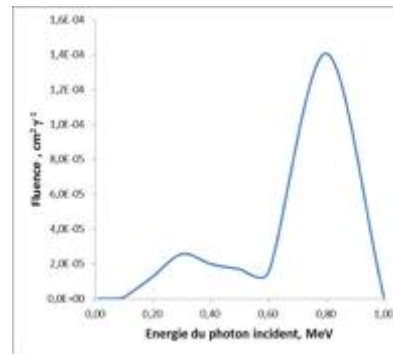
Les techniques de relevé radiologique direct

Des moyens de radioprotection aux systèmes innovants

Carte de contraste

Prolongation des pratiques de radioprotection :
mesure de DDD, prélèvements puis analyses.

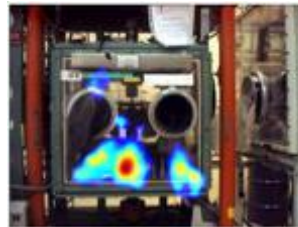
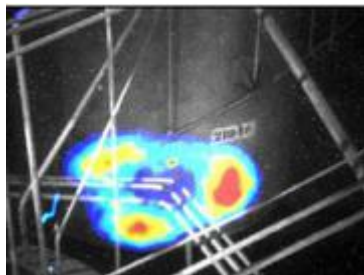
→ Maitrise de la diffusion



| Altimétrie (cm) | DdD (mGy/h) |
|-----------------|-------------|
| 800 | 142 |
| 750 | 171 |
| 700 | 207 |
| 650 | 252 |
| 600 | 332 |
| 550 | 438 |
| 500 | 562 |
| 450 | 705 |
| 400 | 970 |
| 350 | 800 |
| 300 | 893 |
| 250 | 936 |
| 200 | 1098 |
| 150 | 784 |
| 100 | 747 |
| 50 | 452 |
| 0 | 320 |

Imagerie

Technique mature en cours d'évolution
(optique, matériaux sensibles, particules chargées...)

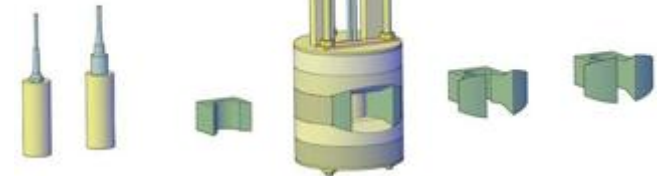
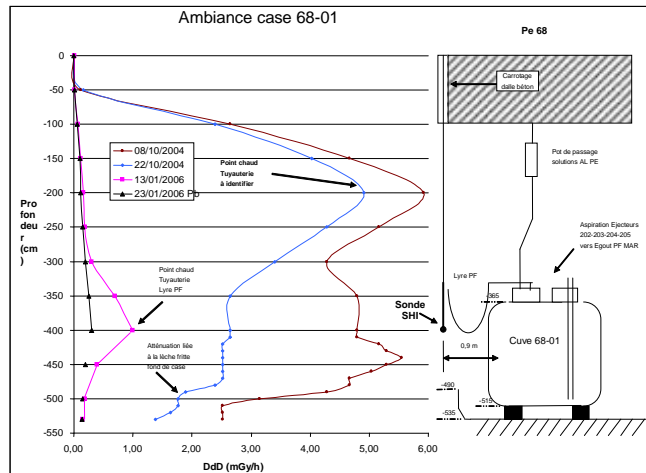
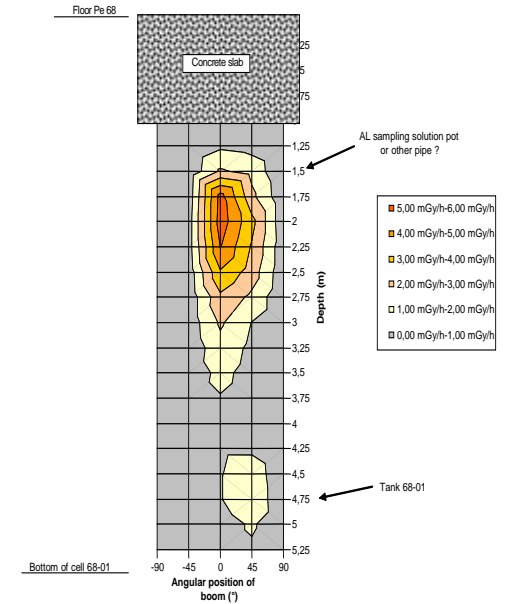
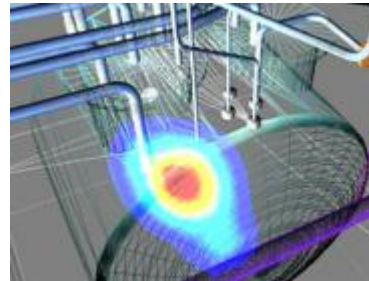


→ Imageur neutron, couplage des technologies

Suivi d'assainissement

Un exemple _ Une cuve PF (carte dynamique)

Suivi d'assainissement : imagerie, ddd



→ Besoin de développement de techniques

→ Couplage méthode → monitoring

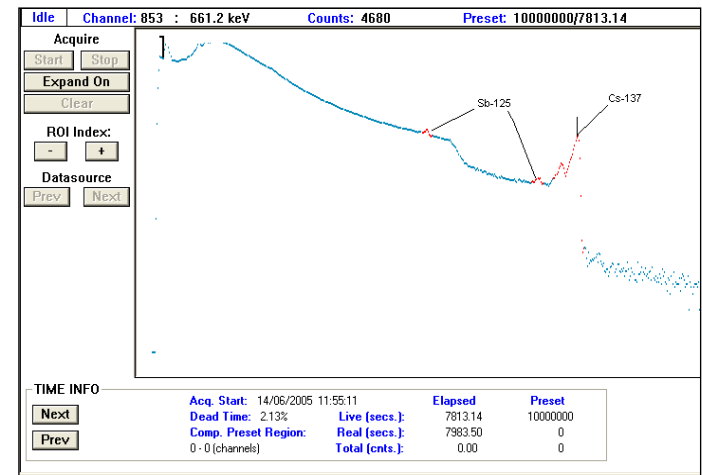
Les techniques d'analyse (lecture indirecte)

Analyses qualitative et quantitative

Les systèmes de caractérisation radiologique : neutron et gamma

- Le traitement absolu/Débit de fluence,
 - Le traitement relatif.
- Qualitatif, quantitatif

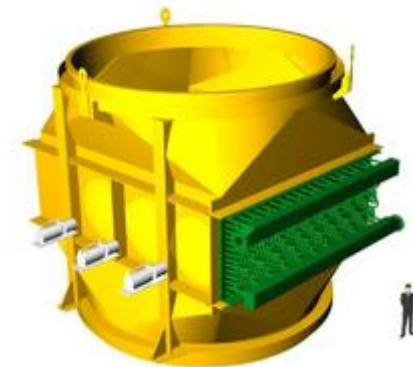
Dépend du contexte et des radionucléides



Méthodes numériques de tracé du rendement global

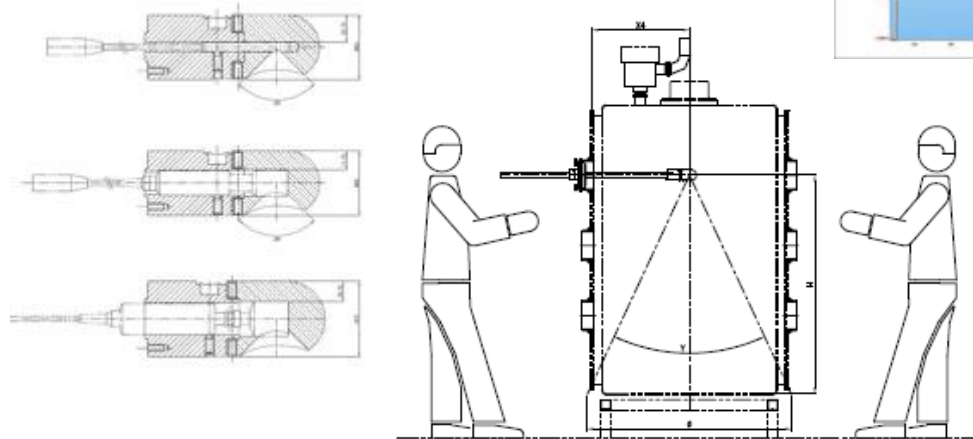
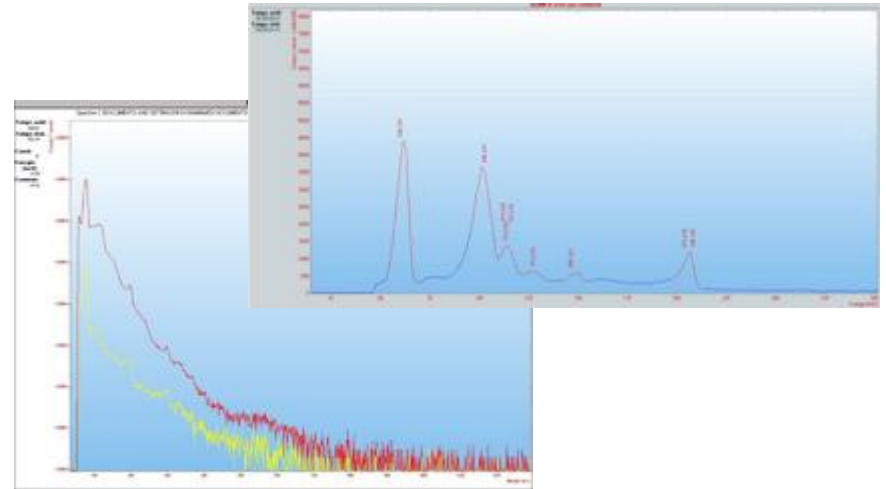
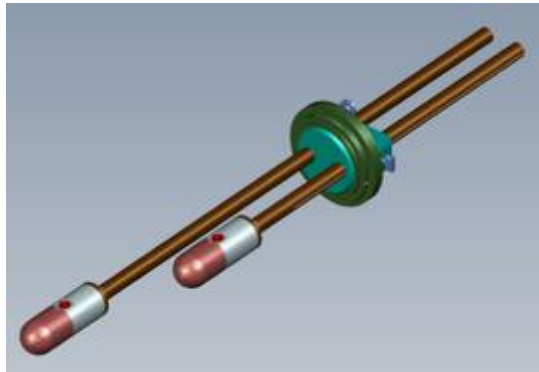
Fonction dépendante d'un nombre important de variables

- Couplage méthodes numériques/traitement
- Qualité de la matrice (analyse chimique quantitative)
- Expression de l'incertitude associée à la grandeur d'intérêt



Intégration d'un système de contrôle en ligne en B à G

Pas de modification du procédé, FD en ligne (carte dynamique)



$$FD_{(0,1)}(E) = \frac{N_0(E)}{N_1(E)}$$

$$\begin{pmatrix} N_{1,0} & N_{2,0} & \dots & N_{p,0} \\ N_{1,1} & N_{2,1} & & \\ N_{1,2} & N_{2,2} & & \\ \vdots & & & \\ N_{1,n} & N_{2,n} & & N_{p,n} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} R_{(1-2)}^1 & R_{(1-3)}^1 & \dots \\ R_{(1-2)}^2 & R_{(1-3)}^2 & \\ R_{(1-2)}^n & R_{(1-3)}^n & \end{pmatrix}$$

→ Relié au centralisateur de données, carte dynamique

La cartographie radiologique/Systeme

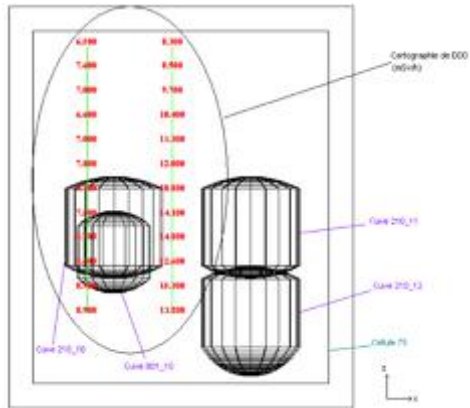
LES CHARS FILOGUIDÉS

Les trois versions de Robots d'Inspection à Commande Avancée.

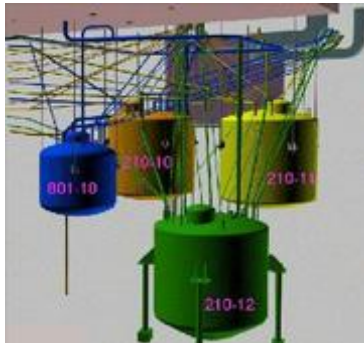


→ *Les robots capteurs*

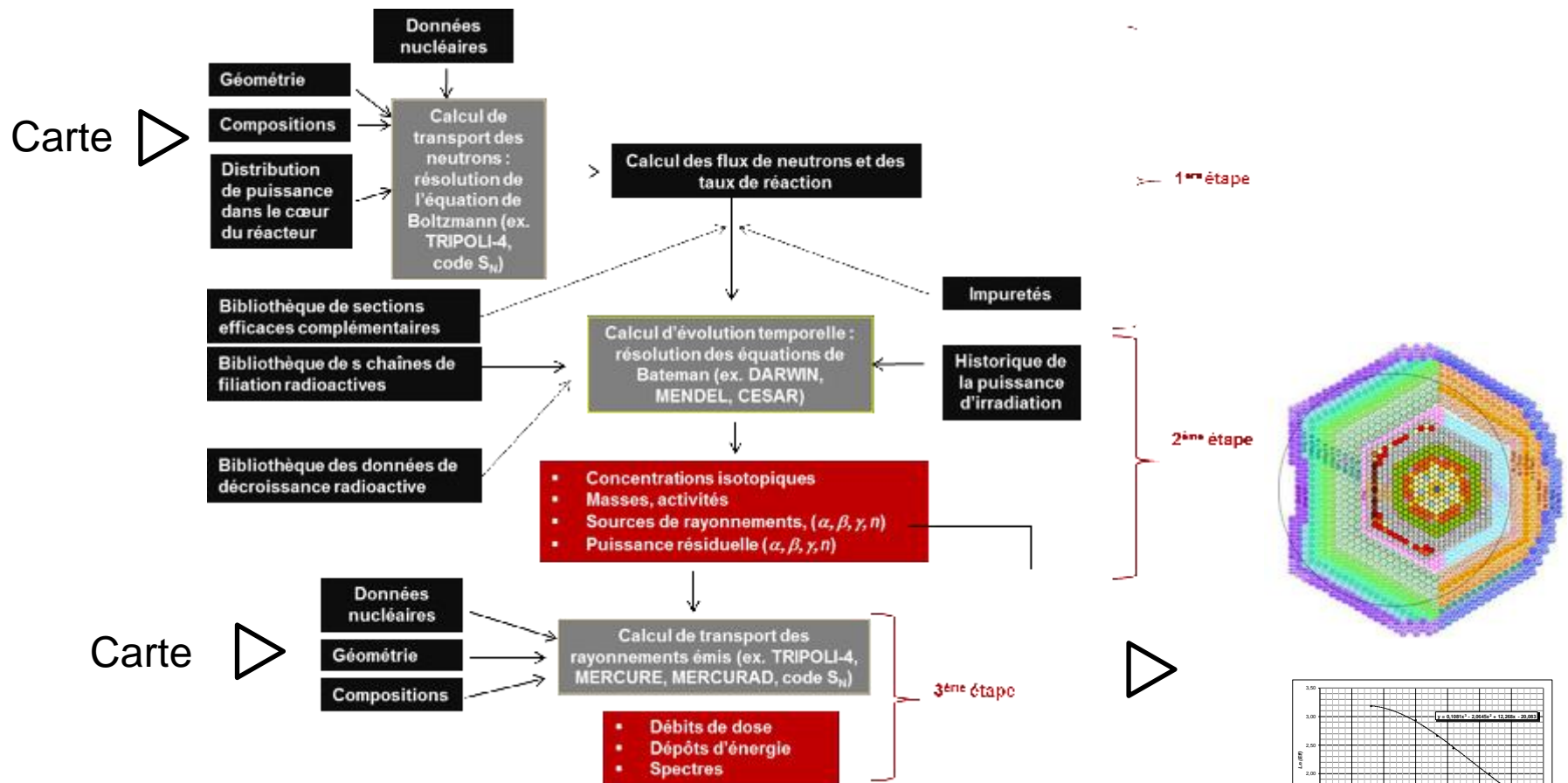
1. Le contexte, des définitions, des exigences
2. Les moyens de collecte du descripteur spatial
3. Les moyens de relevé radiologique
4. Les moyens de traitement des données



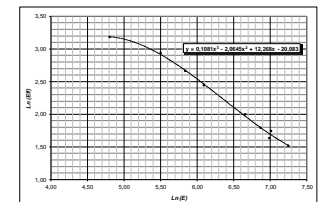
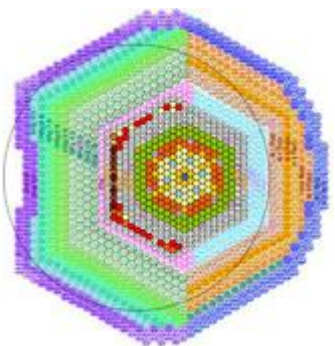
LES MOYENS DE TRAITEMENT (CALCUL)



La carte est instrumentée par les codes



- Principe de rétroaction
- Etalonnage numérique



Le code de calcul au centre de la carte

Résumons-nous !

La carte est le support de formulaire de calcul

1. *Modèle 3D*
2. *Données physicochimiques, spectre type ...*

Simulation radiologique



Simulation de dépose



Dépose, retrait



Bq(t), Gy(t)

$$F(t) = \min(\text{Gy}, \text{Bq})$$

→ *Consolidation des données, calculs prédictifs*

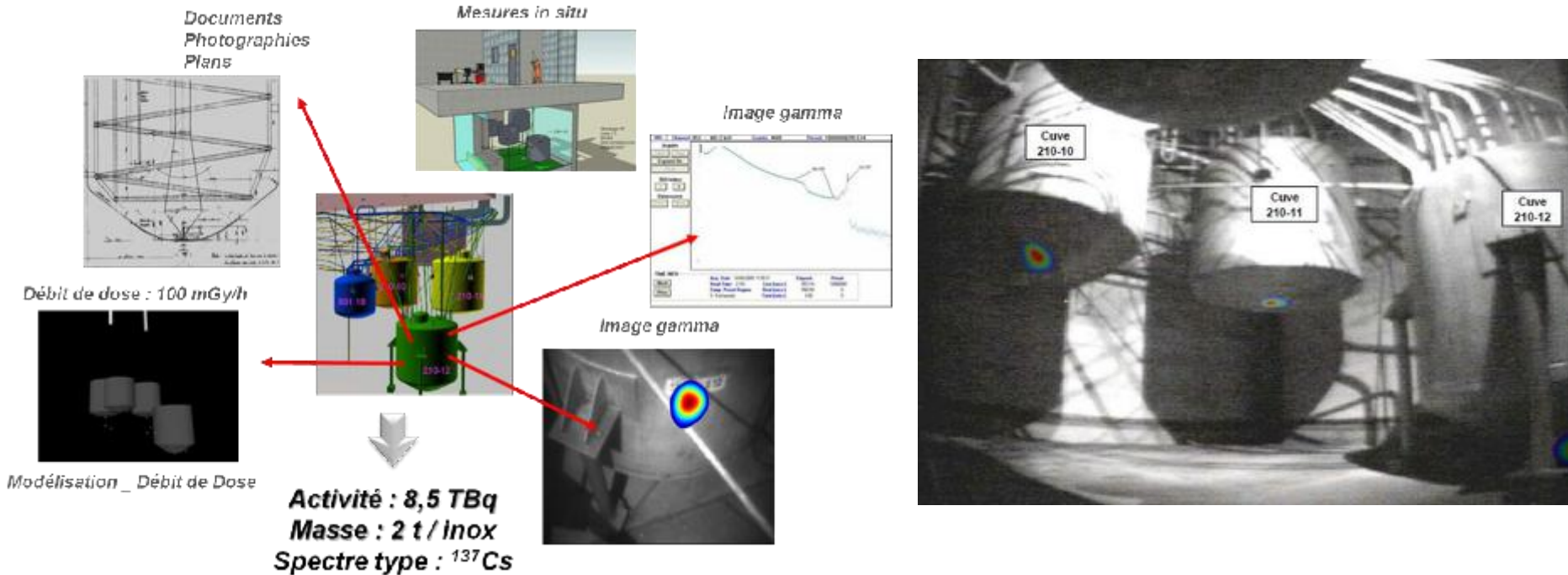
Une synthèse

La cartographie radiologique, les moyens

Un inventaire des points singuliers

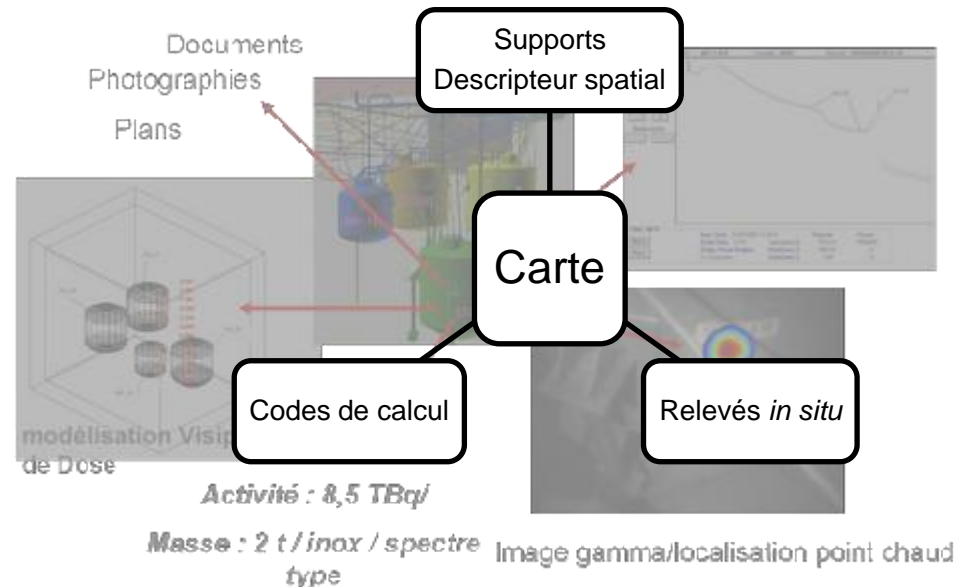
Une cartographie !

Le traitement des données, *les codes de calcul, le traitement des données avancé*



Inventaire des points singuliers, un nouveau référentiel de l'installation.

1. Les progiciels de « fonds » de carte,
2. Les robots capteurs,
3. Les moyens de **calcul** et les modèles (robots de calcul),
4. **Couplage inter disciplinaire...**





Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
Centre de Marcoule | 30207 Bagnols sur Cèze
T. +33 (0) 04 66 79 63 01 | philippe.girones@cea.fr

Direction : DEN
Département : DPAD

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