

# Fiabilisation et optimisation radiologique des interventions avec **MANUELA™**

Direction Technique et Innovation Orano DS

24/05/2018

SFRP – St MALO

Benjamin CHAGNEAU – [benjamin.chagneau2@orano.group](mailto:benjamin.chagneau2@orano.group)



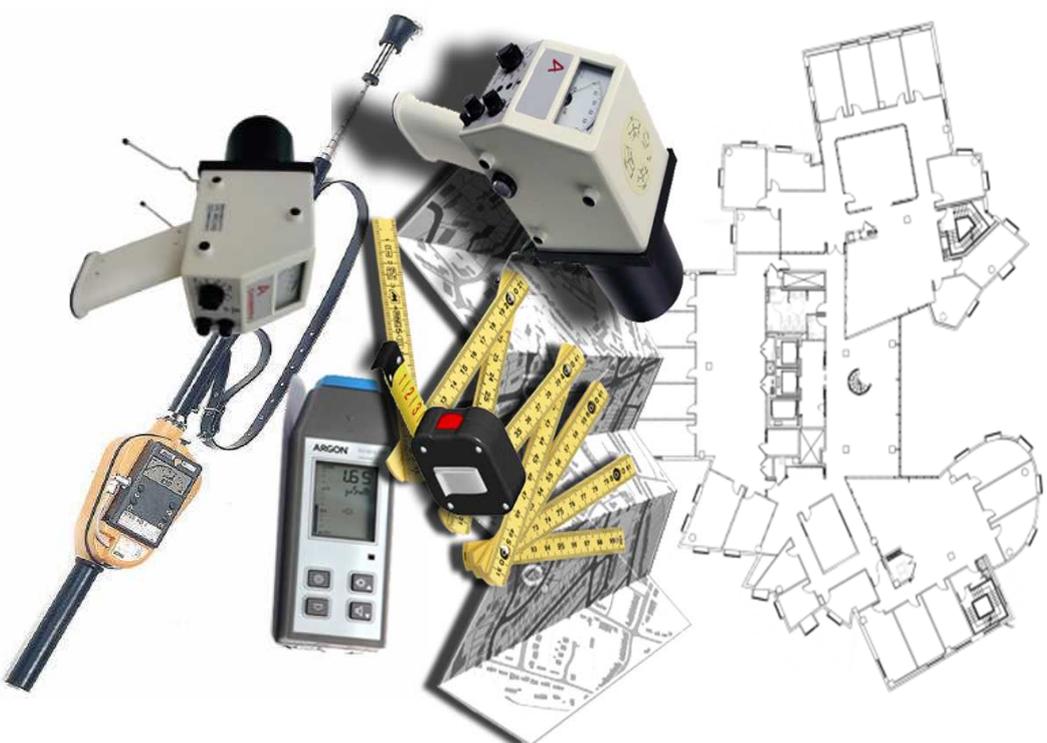
**orano**

# Sommaire

1. Contexte
2. Notre solution MANUELA™
3. Les gains apportés
4. Retour d'EXpérience
5. Amélioration continue

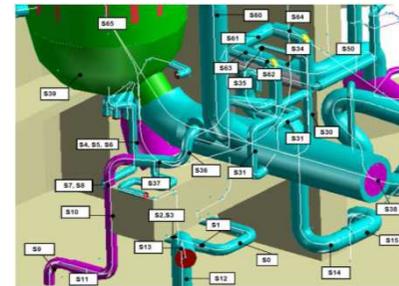
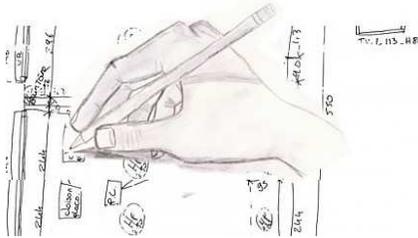
# 01

## Contexte



# 1. Contexte

L'industrie nucléaire comme toute autre, nécessite de la maintenance et des opérations de surveillance et d'intervention, mais avec des risques supplémentaires. La maîtrise de ces opérations est donc un élément d'importance et elle repose notamment sur la bonne connaissance de l'environnement d'intervention.



- ➔ Une erreur peut avoir des conséquences importantes allant jusqu'à l'arrêt du chantier, ou un report du redémarrage de la production.
- ➔ Maîtriser son environnement, ça commence par bien le connaître.

Précision ? Exhaustivité ? Qualité ?

Usine 4.0 ?

# 02

Notre solution  
**MANUELA™**



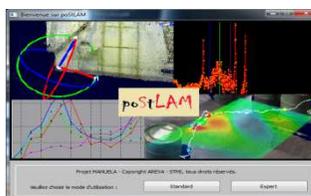
## 2. Notre solution MANUELA™



### **Manuela**

#### *Instrument de mesure*

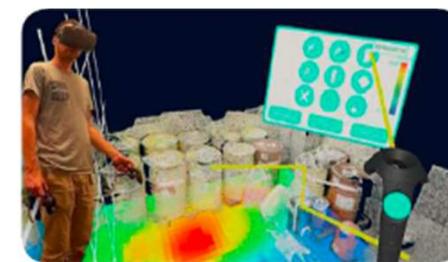
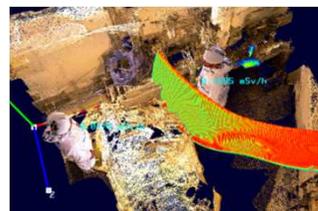
- Capture en temps réel de l'information topographique et radiologique
- Débit de dose, spectrométrie (CZT)
- Interpolation, retroprojection



### **PoStLAM**

#### *Logiciel de post-traitement*

- Espace virtuel avec données mesurées et reconstruction 3D
- Prise de cotes, surfaces isodoses
- Dosimétrie (avatar), sélection de raies spectrales (CZT)
- Expertise



### **MANUELA – VR**

#### *Réalité Virtuelle*

- Immersion en zone
- Mètre et radiamètre virtuel
- Préparation des interventions
- Formations

## 2. Notre solution MANUELA™

Une petite vidéo ...



... et un peu de technique :

**Simultaneous Localization and Mapping (SLAM).**



## 2. Notre solution MANUELA™

### Simultaneous Localization ...



Flux vidéo quelconque

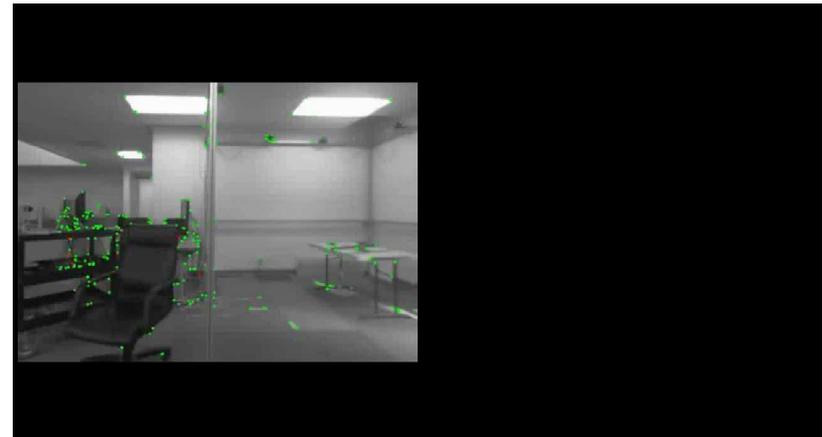


Tracking d'amères visuelles



Reconstruction de la trajectoire

**Odométrie:** Technique utilisant les données issues de capteurs de mouvement pour estimer la distance parcourue.



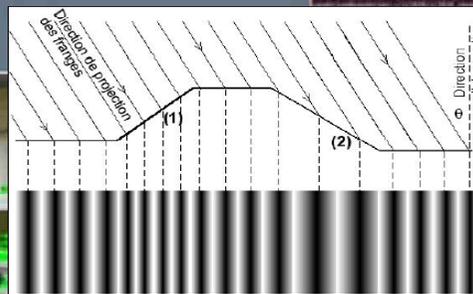
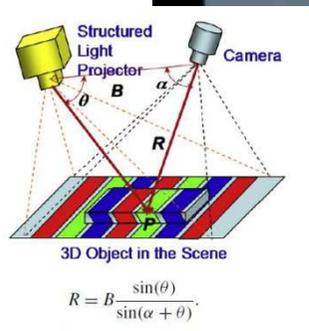
## 2. Notre solution MANUELA™

### ... And Mapping

Différents types de caméra permettant une cartographie 3D temps réel (Temps de vol, Lumière structurée, Event, ...)

La projection de lumière structurée (Kinect 1 de Microsoft)

- Stéréo active (Projection d'indices visuels sur la scène (simplification du problème de mise en correspondance))
  - Les déformations du motif projeté sont fonctions des variations de profondeur à la surface de l'objet.
- Trame semi aléatoire



## 2. Notre solution MANUELA™



# 03

Les gains apportés



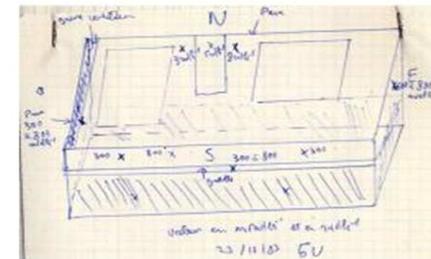
# 3. Les gains apportés



1 – Espace 3D virtuel



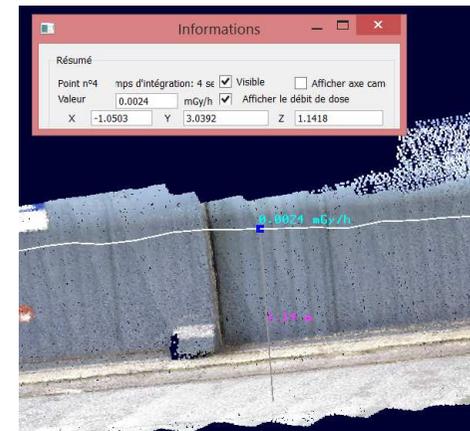
VS



2 – Positionnement des points de mesures

- Position de la mesure désormais chiffrable dans un repère X,Y,Z.
- Evaluation d'une incertitude sur la position
- Répétabilité de la mesure possible

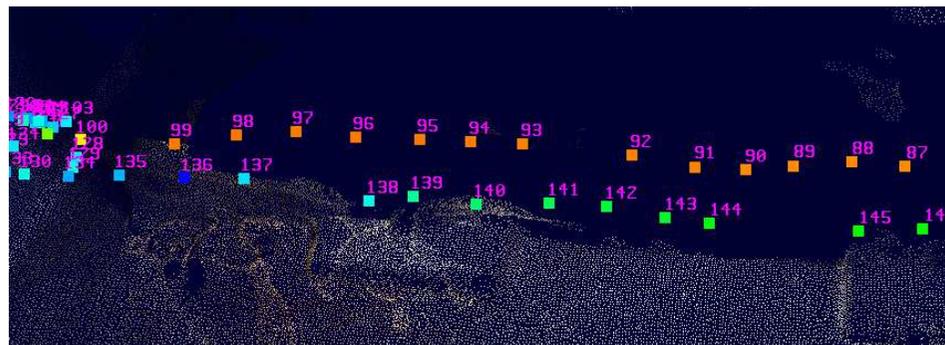
**QUALITE**  
Fiabilité et  
traçabilité  
des mesures



# 3. Les gains apportés

## 3 – Automatisation de la mesure

- Mesure périodiques sauvegardées automatiquement dans l'environnement
- Plus de points → Meilleure caractérisation des locaux avec le même geste



**EFFICACITE**  
*Rendement  
supérieur à  
tâches égales*

## 4 – Le temps réel

- Reconstruction 3D et rétroprojection des points chauds accessibles directement en fin de scan.

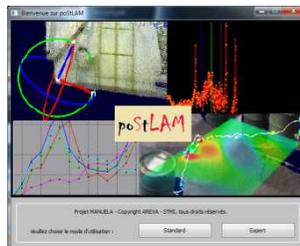
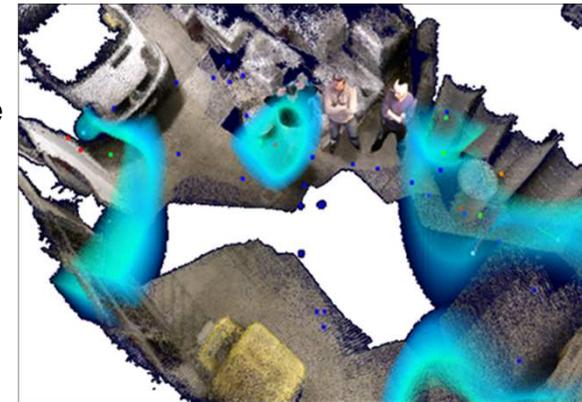


Diffusion normale Orano / Manuela  
Orano DS

# 3. Les gains apportés

## 5 – Un environnement 3D amélioré

- Toutes les fonctionnalités de MANUELA avec une ergonomie améliorée.
- Outils supplémentaires (isodoses, grille dimensionnement, ...)



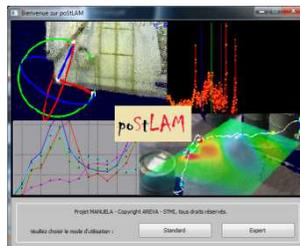
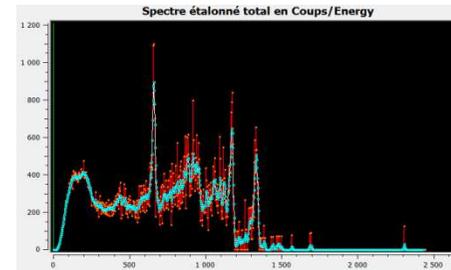
## 6 – Outils de démarche ALARA

- Avatars avec dosimètre poitrine.
- Dosimètres indépendants.
- Dose intégrée sur un parcours.
- Optimisation de dose



# 3. Les gains apportés

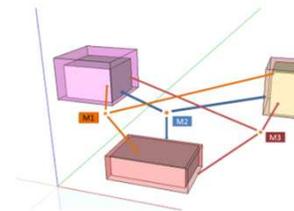
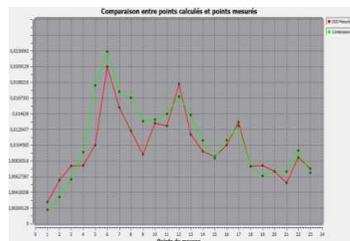
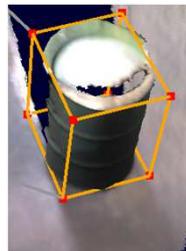
## 7 – La spectrométrie gamma



## 8 – Calculs et simulations

- Calculs d'activités par fonctions de transfert et solving.
- Simulation de protections biologiques, retrait d'éléments dosant, ...

**EXPERTISE**  
Code de  
calculs et  
ingénierie



**Export vers différents logiciels de CAO**

# 3. Les gains apportés

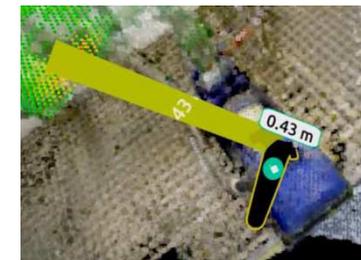
## 9 – Environnement immersif

- Déployable rapidement et dans tout type d'environnement
- Visualiser toutes les informations dont vous avez besoin sans la moindre dose



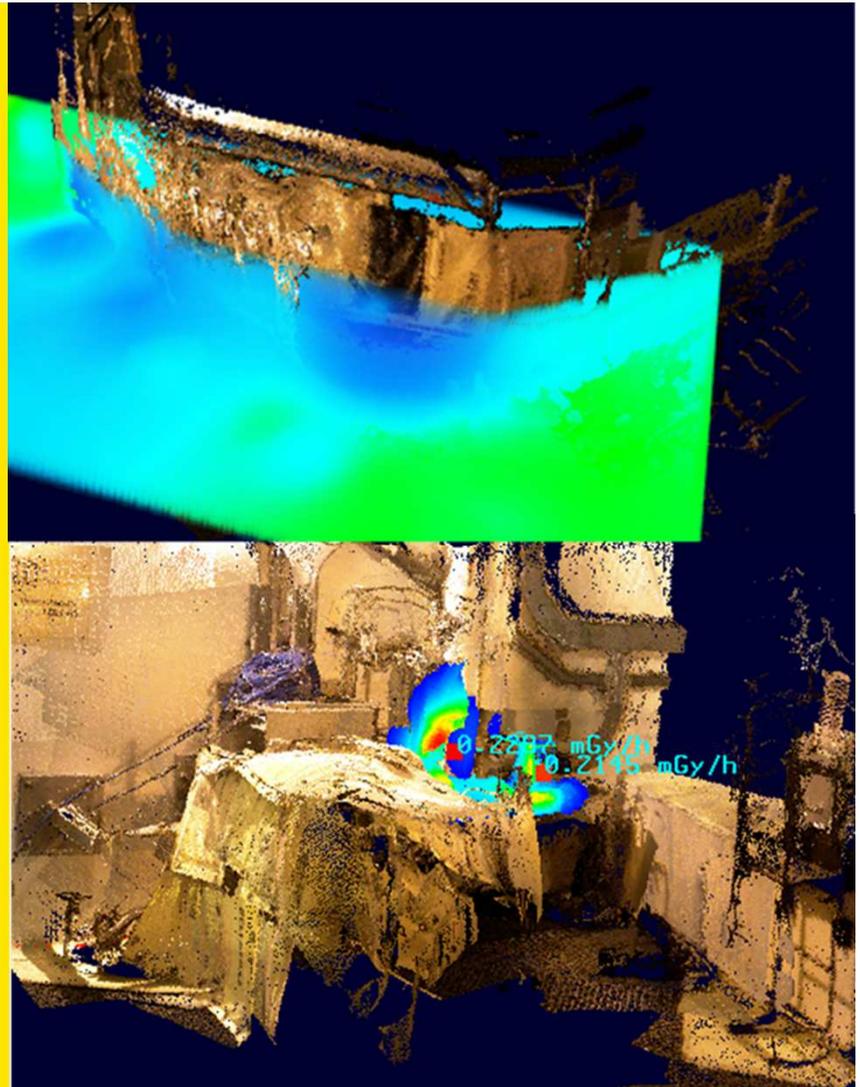
## 10 - Environnement interactif pour la formation des intervenants

- Dosimètre virtuel
- Mesure de distance
- Visualisation de la dosimétrie

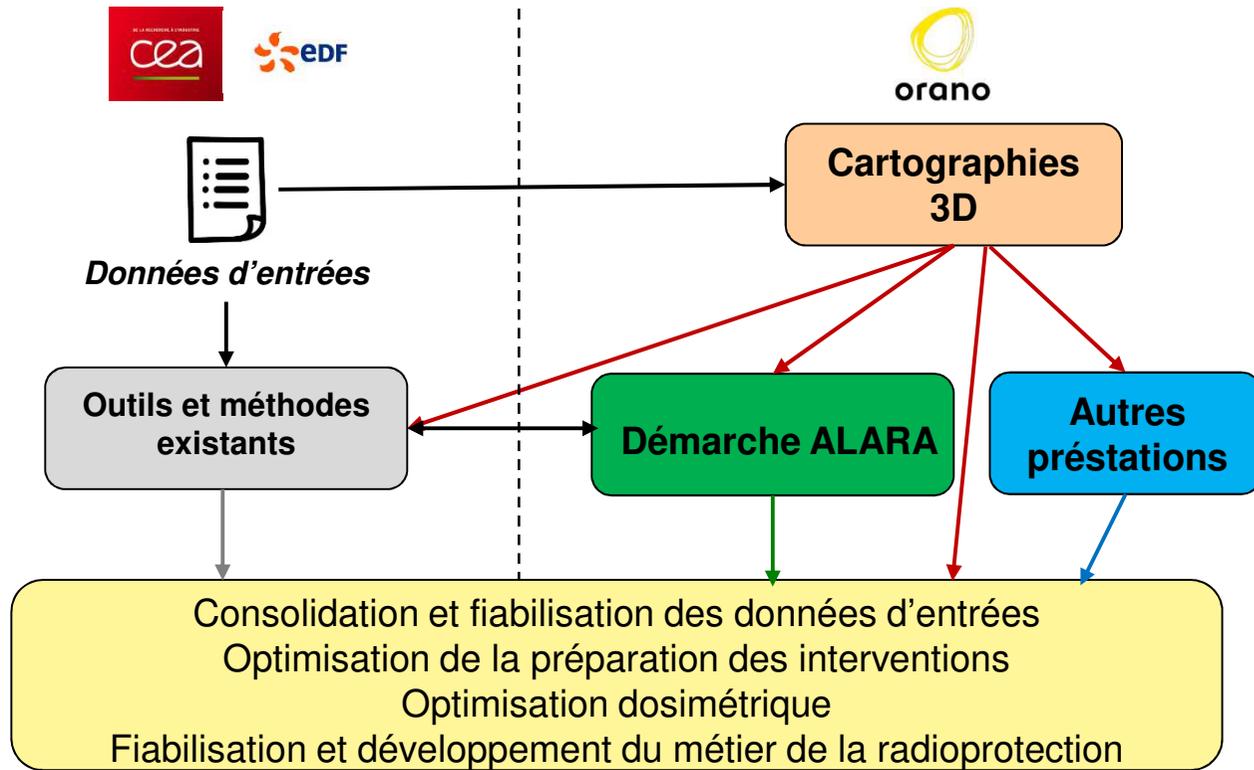
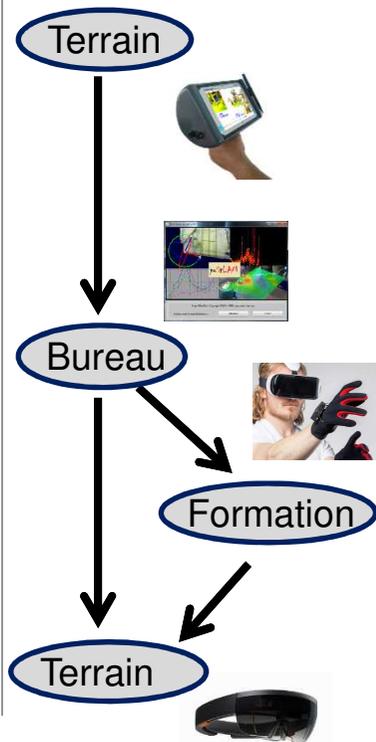


# 04

## Retour d'EXpérience



# 3. REX et prestations MANUELA



# 3. REX et prestations MANUELA

## Cartographie 3D

Réaliser des cartographies en 3D d'une zone (hall, cellule, sas...) avec mesure du débit de dose en tous points et spectrométrie associée

### REX de nos réalisations

#### CNPE de Fessenheim :



- Intervention en milieu contraint
- Mise en évidence de points d'intérêt
- Vérification balisage de zones oranges

#### CNPE de Cattenom :



- Fournitures de données d'entrées enquête N-2 RGV

GAINS

MAITRISE DES  
DONNES  
D'ENTREES

EVENEMENTS Z.O.

COMMUNICATION

PERFORMANCE  
CHANTIER

QUALITE

# 3. REX et prestations MANUELA

## Démarche ALARA

*Réduire les doses individuelles par une meilleure préparation de l'intervention*

### REX de nos réalisations

#### CNPE de Belleville :



- Optimisation des postes de travail
- Pertinence et efficacité des protections biologiques
- Simulation et choix du scénario optimisé

#### CNPE de Fessenheim :



- Visualisation de la dosimétrie dans les zones à fort enjeu

**GAINS**

**SURETE**

**DOSIMETRIE**

**PERFORMANCE  
CHANTIER**

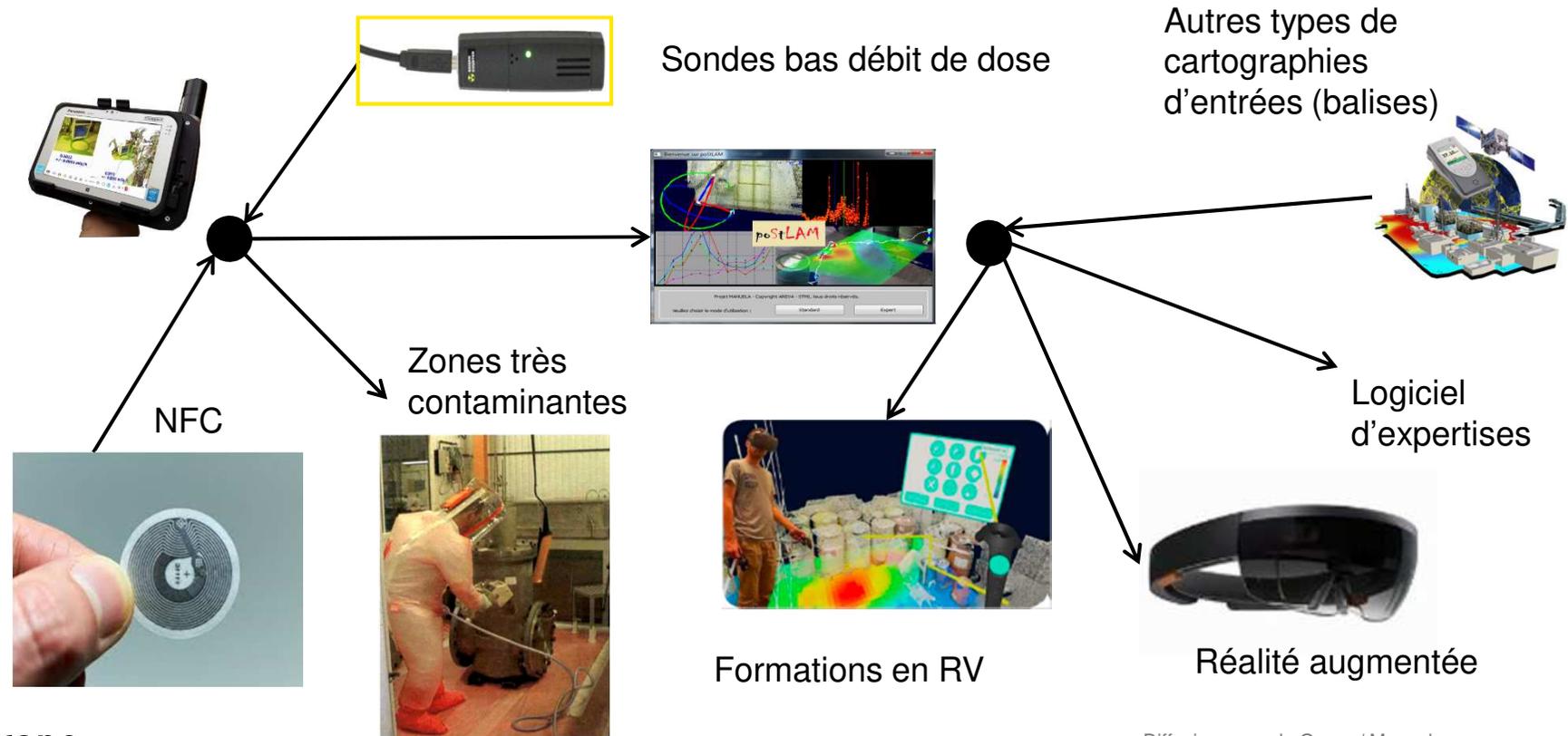
**COMMUNICATION**

# 05

**Amélioration continue**



# 5. Amélioration continue





**orano**

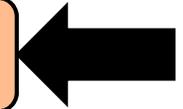
Donnons toute sa valeur au nucléaire

Benjamin CHAGNEAU – [benjamin.chagneau2@orano.group](mailto:benjamin.chagneau2@orano.group) – 06 50 15 34 43

Philippe DUBART – [philippe.dubart@orano.group](mailto:philippe.dubart@orano.group) – 06 85 66 14 45

# **Annexes : Cartographie 3D**

# Cartographie 3D : Fessenheim



Réaliser la cartographie 3D de 20 locaux du BR n°2 du CNPE de Fessenheim

## QUALITE

Augmentation du nombre de points de mesure  
Enregistrement automatique des mesures  
Traçabilité et suivi des évolutions

## COMMUNICATION

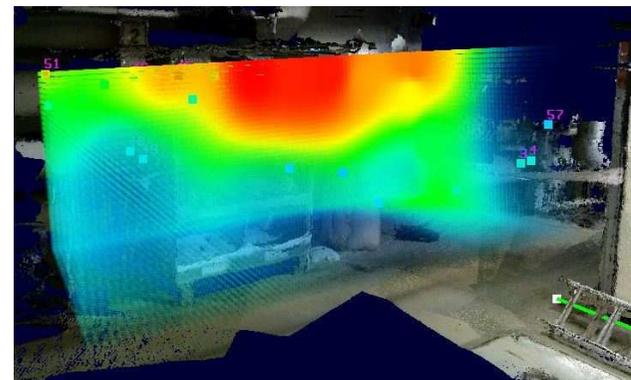
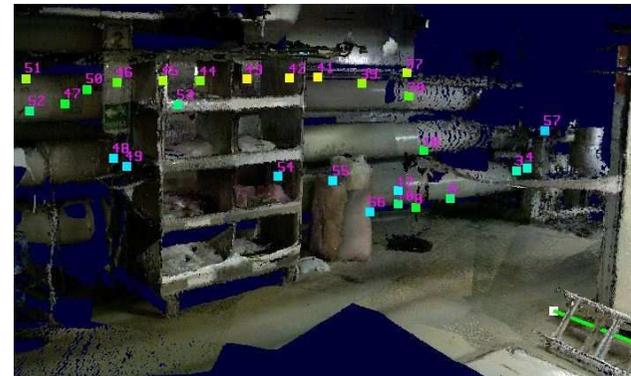
Mise en évidence visuelle de points d'intérêt et des risques

## MAITRISE DES DONNES D'ENTRES

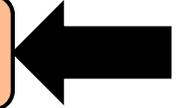
Visualisation précise et complète de l'état de santé radiologique des locaux

## PRODUCTIVITE

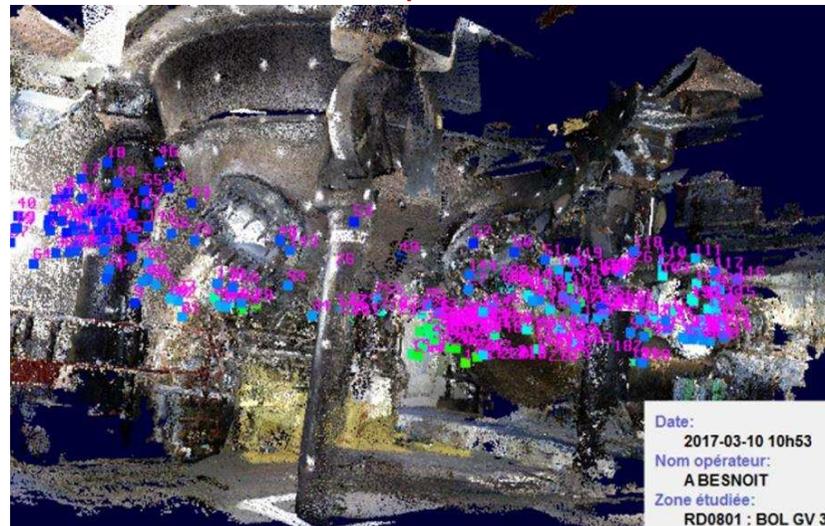
Efficacité d'intervention : 60m<sup>2</sup>/h



# Cartographie 3D : Cattenom **framatome**



Fourniture de données d'entrées radiologiques dans le cadre de la préparation des RGV Cattenom 2 réalisé par AREVA



## PERFORMANCE CHANTIER

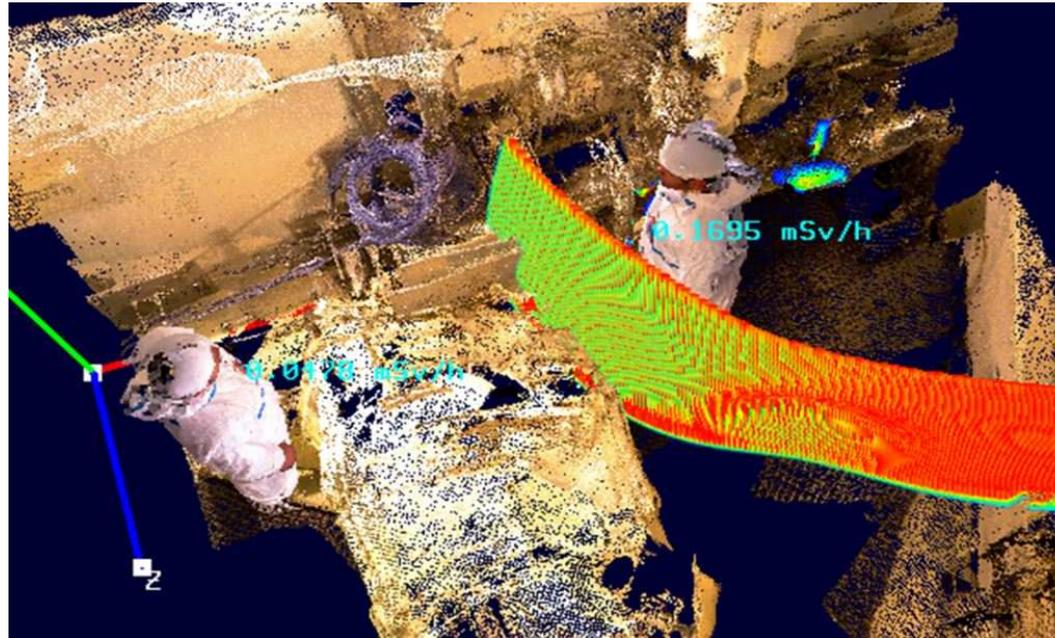
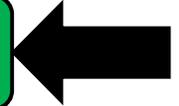
Fourniture de données d'entrées pour la préparation et l'optimisation du chantier  
Fiabilisation des données d'entrées pour la préparation de l'intervention

## QUALITE

Augmentation du nombre de points de mesure  
Enregistrement automatique des mesures  
Restitution de l'état radiologique des locaux pour intégration au code de calcul FRAMATOME (VICTORIA)

# **Annexes : Démarche ALARA**

# Démarche ALARA : Belleville



## DOSIMETRIE

Visualisation de la courbe isodose à  $100\mu\text{Sv/h}$

Optimisation du poste de travail  
(diminution de la dosimétrie par 3)

## COMMUNICATION

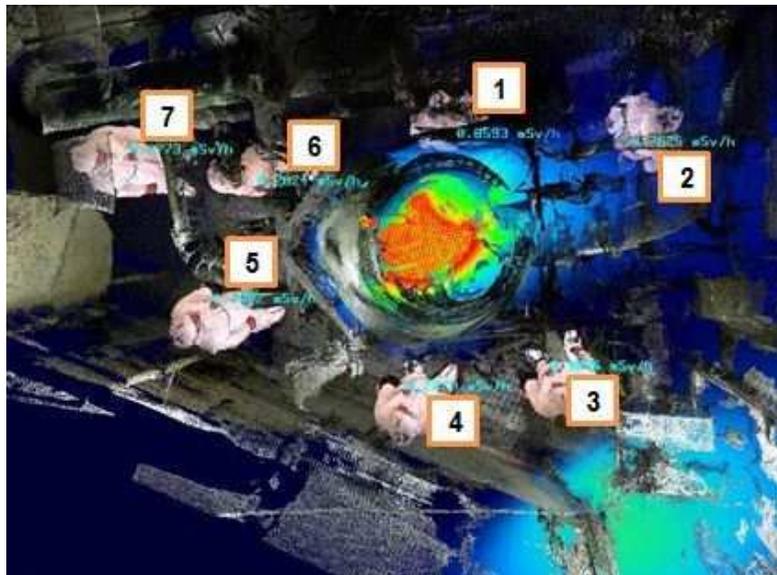
Sensibilisation des intervenants  
Pédagogie améliorée lors des pré-job  
briefing

## PERFORMANCE CHANTIER

Optimisation des postes de travail  
Optimisation de la préparation des  
chantiers  
Choix de la protection biologique optimisée

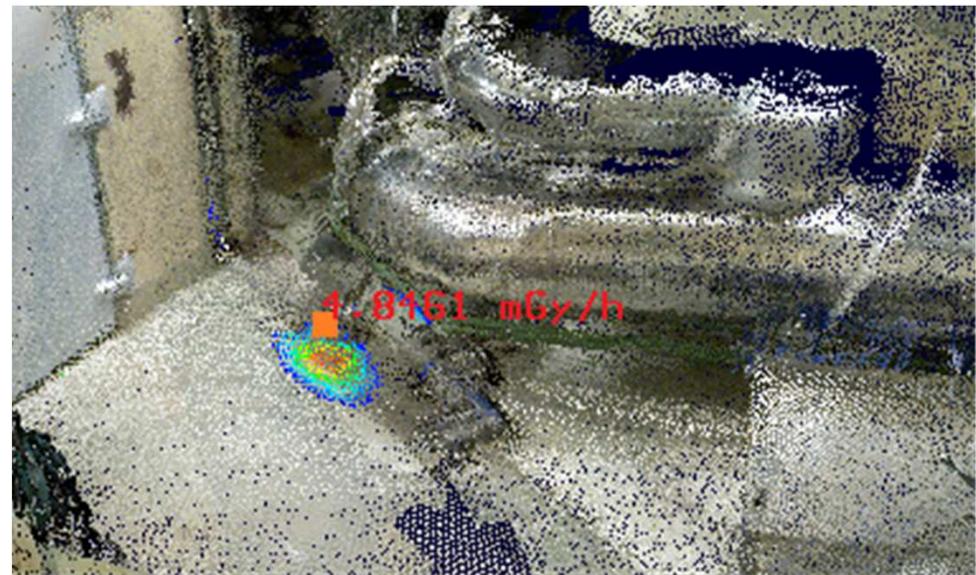
# Démarche ALARA : Fessenheim

Préparation du chantier de remplacement du joint BAE/PT de l'échangeur RRA 001 RF



## DOSIMETRIE

Simulation du positionnement des opérateurs au poste de travail  
Participation à la définition du scénario d'intervention et de pose de protections biologiques => gain prévisionnel = 40% de l'EDPi

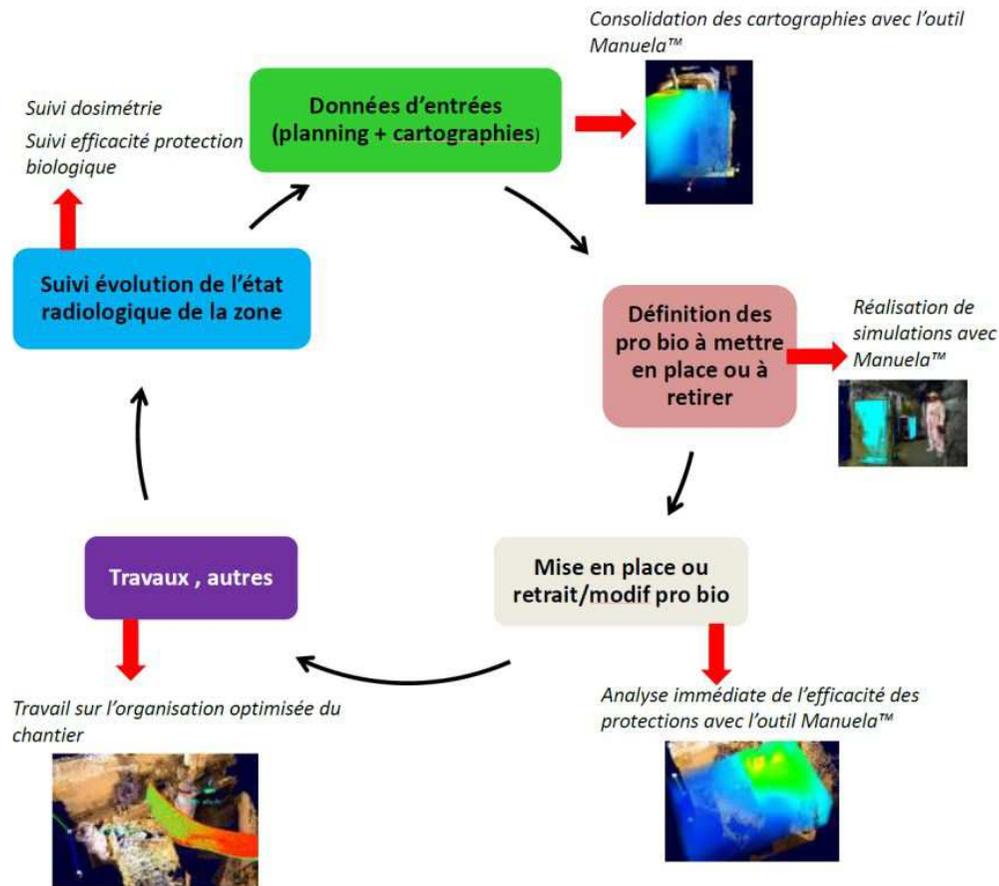
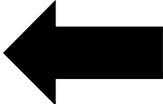


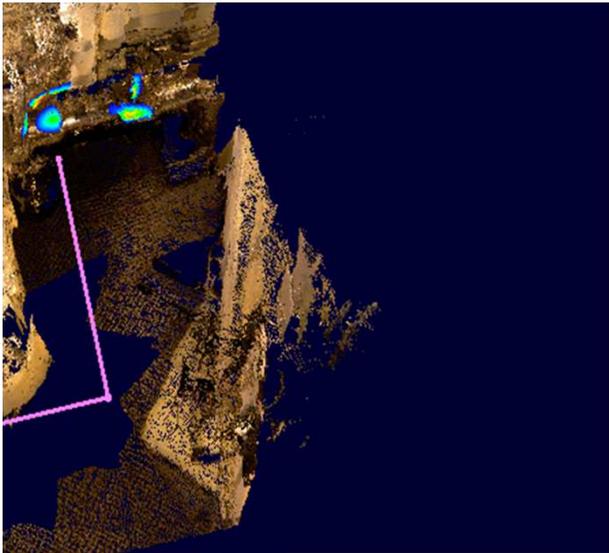
## COMMUNICATION

Sensibilisation des intervenants  
Visualisation des Z.O. et présentation en PJB

# **Annexes : OPTIDOSE**

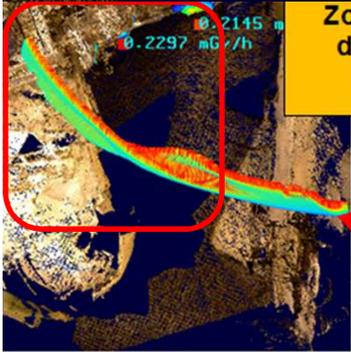
# OPTIDOSE





Masquer	Nouveau		
Parcours n°1	Supprimer		
Outils de tri			
n°	m/sec	sec	μSv
4	1,00	0	Ajouter
0	1	900	42.375
1	1	1	0.045
2	1	1	0.021
3	1	601	7.504
49.9446	μGy/h	1505	sec

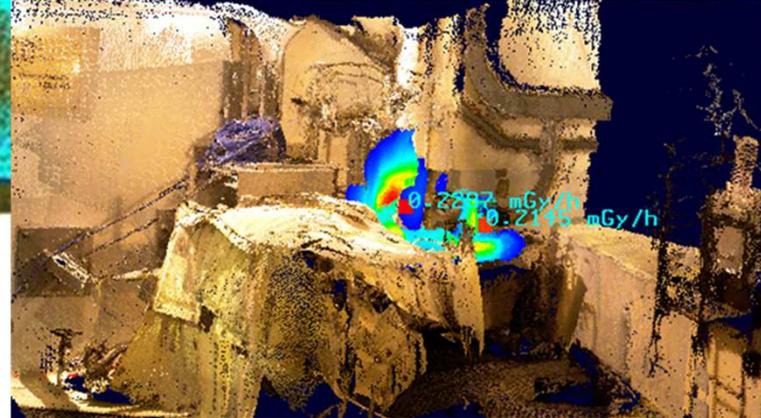
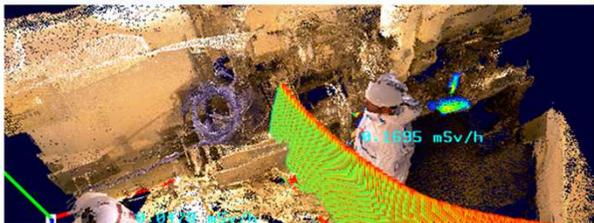
# DOSE



**Zone à débit de dose ambiant >100μSv/h**

**Modélisation de la limite 100μSv/h**

ds et limite débit de dose à 100μSv/h

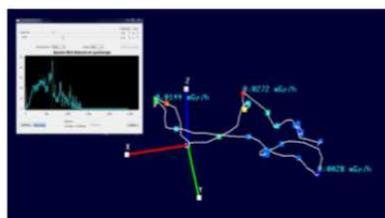




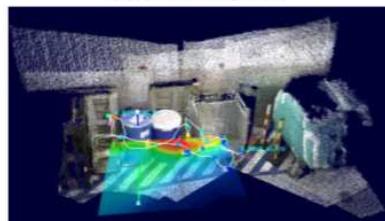
**orano**

Donnons toute sa valeur au nucléaire

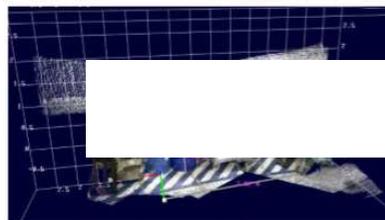
# 1. MANUELA : 3 outils complémentaires



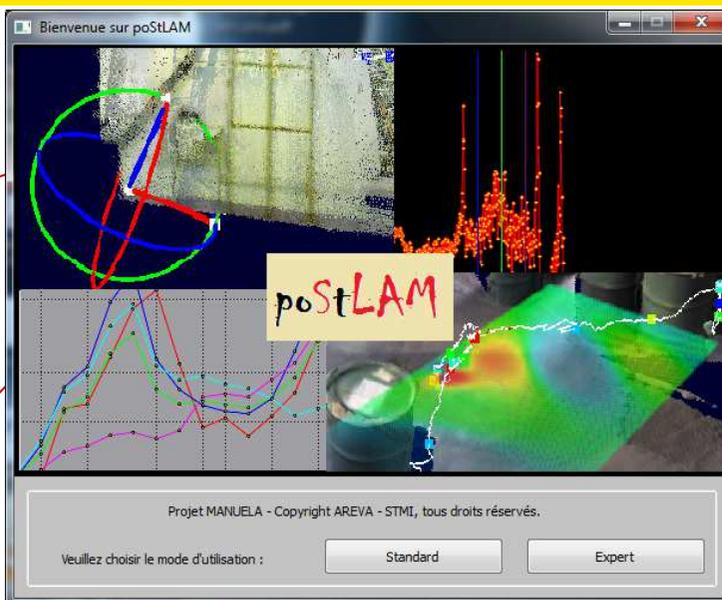
Odométrie temps-réel



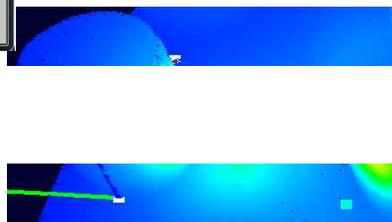
Cartographie : Interpolation spatiale



Mesures topographiques



Localisation de sources : rétroprojection



## PoStLAM ?

savegardes ipmg