



Projet M.A.NU.E.L.A

Mobile Apparatus for NUclear Expertise & Localization Assistance



1. Vue d'ensemble.
2. A quoi ça sert ?
3. Qualifications et retours terrain
4. Limites et perspectives

Instrumentation Nucléaire

Cartographie topologie et radiologique.
Investigation.

Philippe DUBART – AREVA D&S
Senior Expert Instrumentation & Mesures
Nucléaires

Felix HAUTOT – AREVA D&S
Doctorant Mesures Nucléaires

Benjamin CHAGNEAU – AREVA D&S
Ingénieur R&D – Mesures Nucléaires

AREVA – Démantèlement et Services

Projet MANUELA

Instrumentation Nucléaire
Cartographie topologie et radiologique.
Investigation.



1 projet, 2 outils

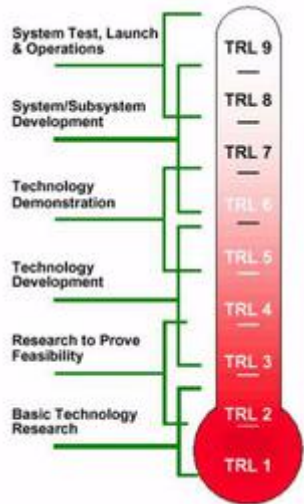


MANUELA

Instrument de mesure :

IN SITU

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

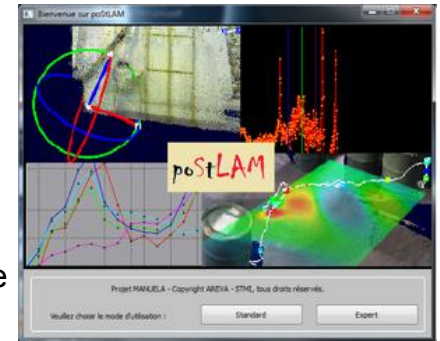


PoStLAM

Logiciel de post-traitement :

HORS-ZONE

- Retouches et visualisation de la reconstruction 3D
- Accès aux données mesurées dans un espace 3D virtuel.
- Dimensionnement.
- Interpolation, retroprojection
- Dosimétrie (avatar)
- Création d'un résumé (png)



Scénarisation, définition de sources, calcul d'activités, simulations, ...

1 brevet



Une petite vidéo ...



Projet M.A.NU.E.L.A

Mobile Apparatus for NUclear Expertise & Localization Assistance

... et un peu de technique :

Simultaneous Localization and Mapping (SLAM).



Projet MANUELA

Instrumentation Nucléaire
Cartographie topologie et radiologique.
Investigation.



Simultaneous Localization ...



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

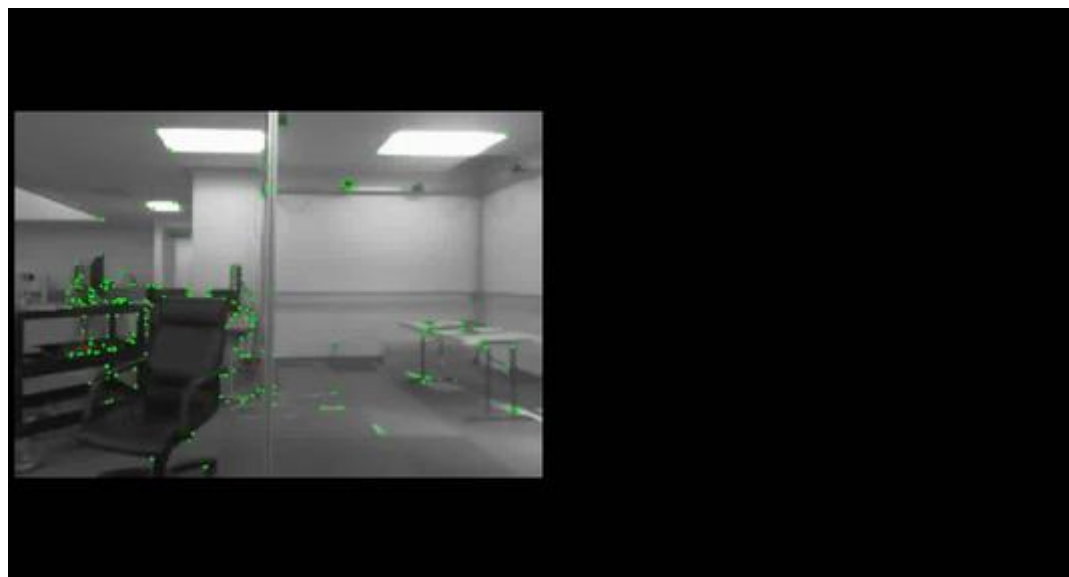
Flux vidéo quelconque



Tracking d'amères visuelles



Reconstruction de la trajectoire



Projet MANUELA

Instrumentation Nucléaire
Cartographie topologie et radiologique.
Investigation.

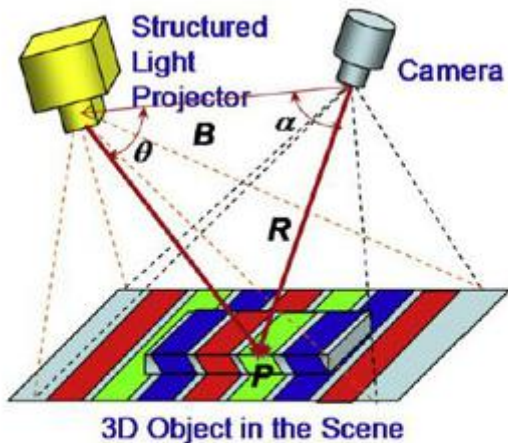


... And Mapping

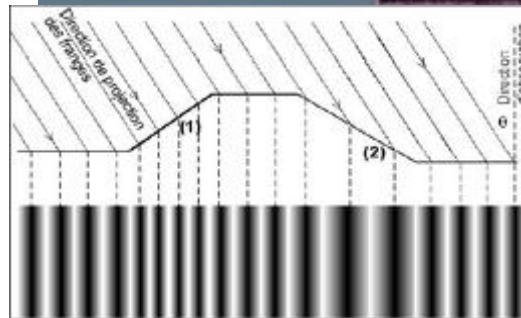
Différents types de caméra permettant une cartographie 3D temps réel (Temps de vol, Lumière structurée, Event, ...)

La projection 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.



$$R = B \frac{\sin(\theta)}{\sin(\alpha + \theta)}$$



Trame semi active

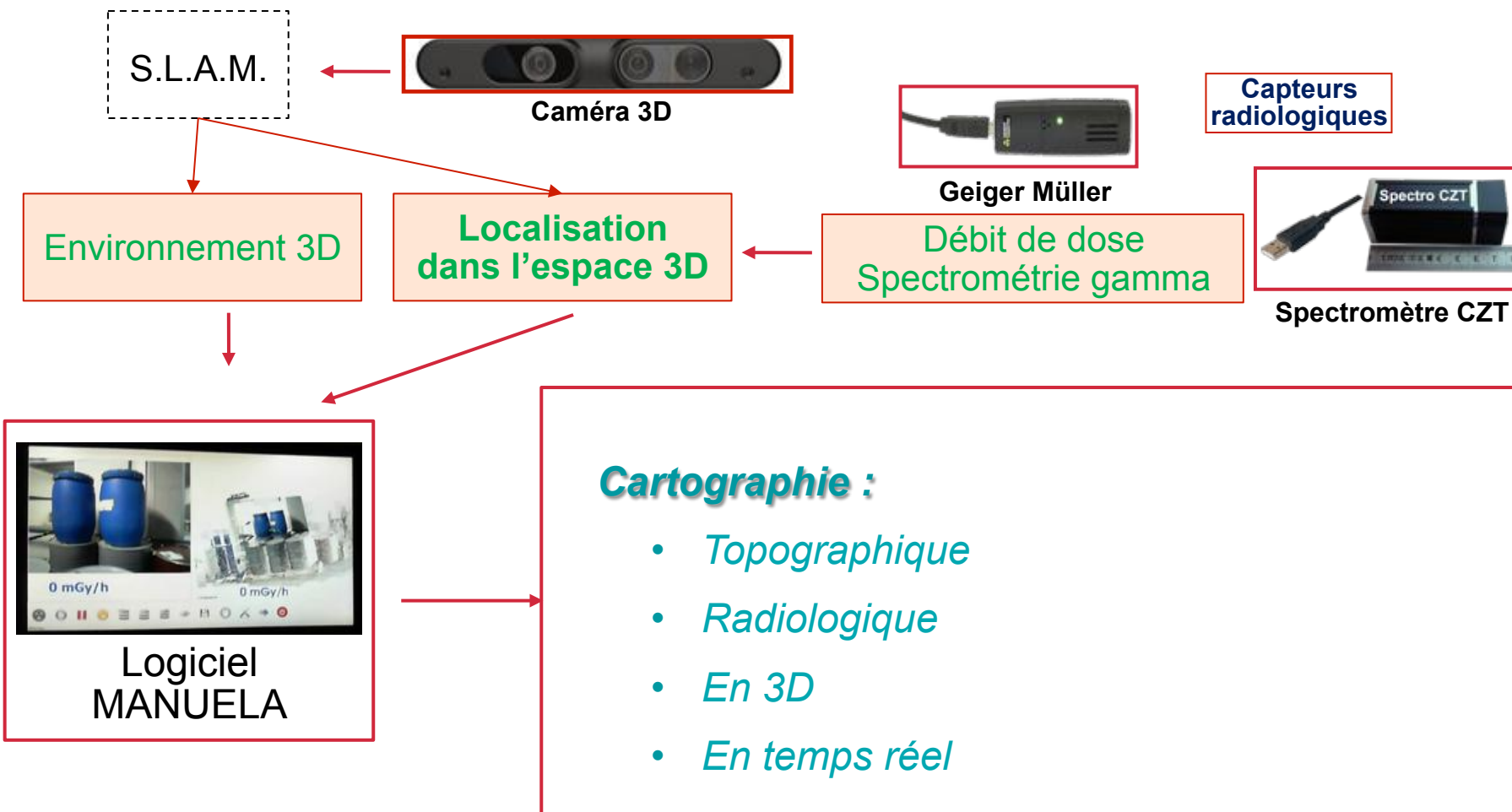


Projet M.A.NU.E.L.A

Mobile Apparatus for NUclear Expertise & Localization Assistance

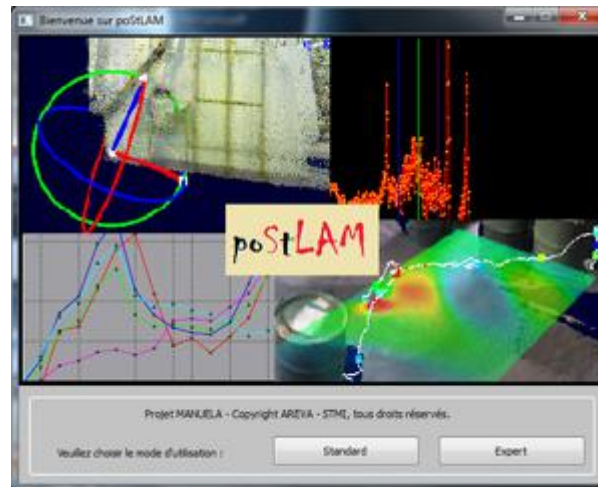


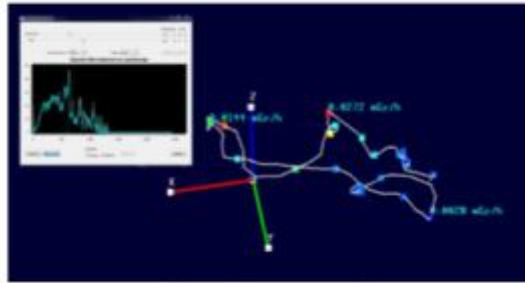
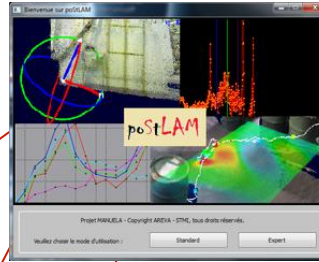
MANUELA - Qu'est-ce que c'est ?



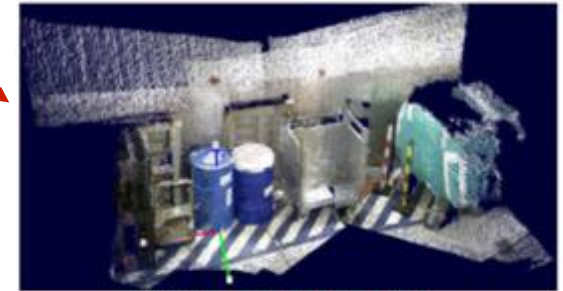
Projet M.A.NU.E.L.A

Mobile Apparatus for NUclear Expertise & Localization Assistance

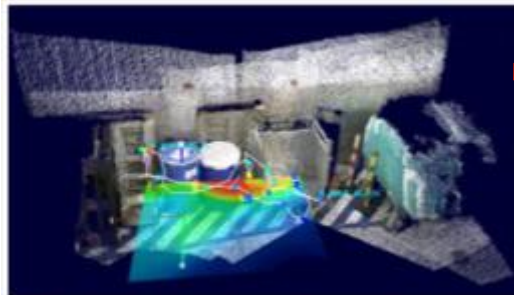




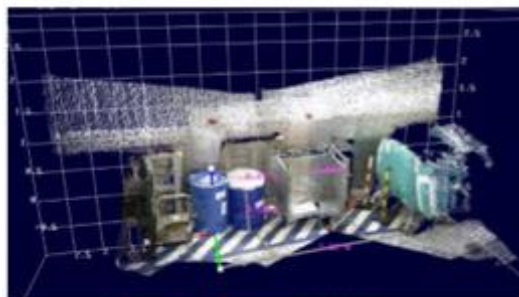
Odométrie temps-réel



Reconstruction 3D temps-réel



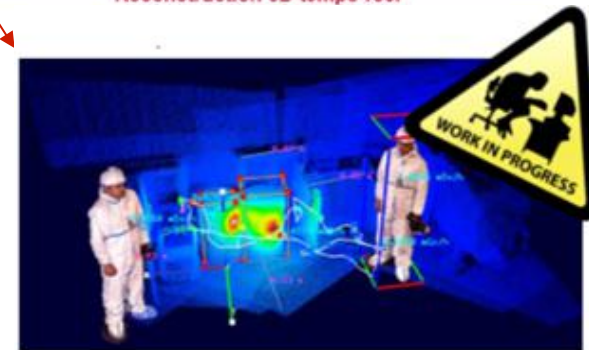
Cartographie : Interpolation spatiale



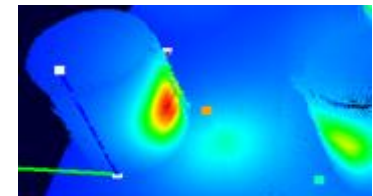
Mesures topographiques

- spectrométrie gamma
- « pointeur laser »
- filtrage et optimisation du nuage de point
- etc...

- dosimétrie
- « avatar » avec dosimètre intégré
- capture écran et sauvegarde .png

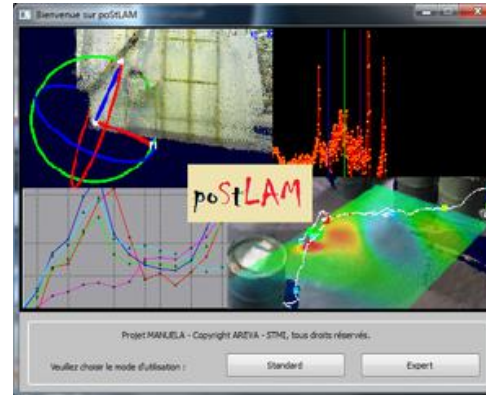


Localisation de sources : rétroprojection



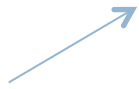
Projet M.A.N.U.E.L.A

Mobile Apparatus for NUclear Expertise & Localization Assistance

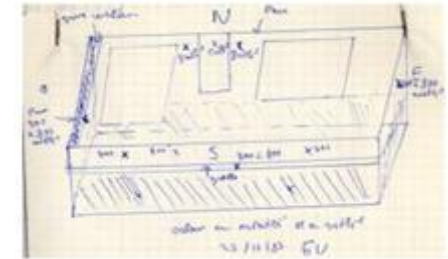


A quoi ça sert ?
Pour quels gains ?

1 – Espace 3D virtuel



VS



2 – Positionnement des points de mesures

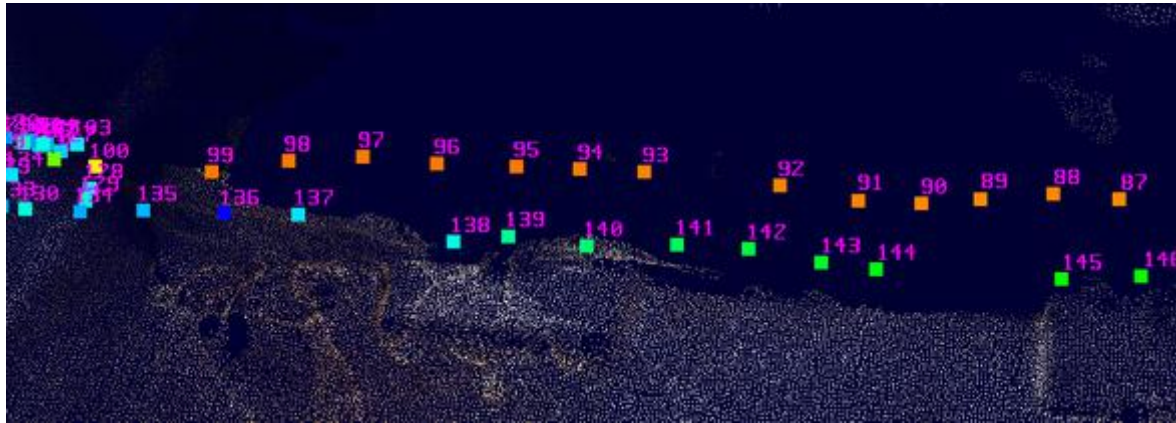
- ⇒ Position de la mesure désormais chiffrable dans un repère X,Y,Z.
- ⇒ Evaluation d'une incertitude sur la position (Thèse Félix Hautot)
- ⇒ Répétabilité de la mesure possible (télémètre + FH40)



3 – Automatisation de la mesure

Mesure périodiques sauvegardées automatiquement dans l'environnement

Plus de points → Meilleure caractérisation des locaux avec le même geste (cartos à l'aveugle, vérification des cartos routinières)



4 – Le temps réel

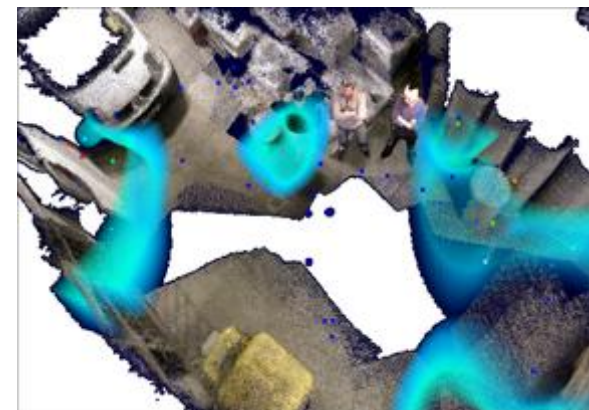
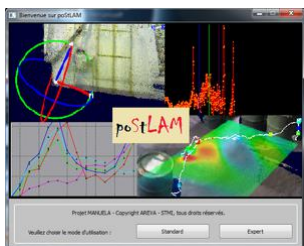
Reconstruction 3D et rétroprojection des points chauds accessibles directement en fin de scan.



Solution totalement autonome sur le terrain !!!

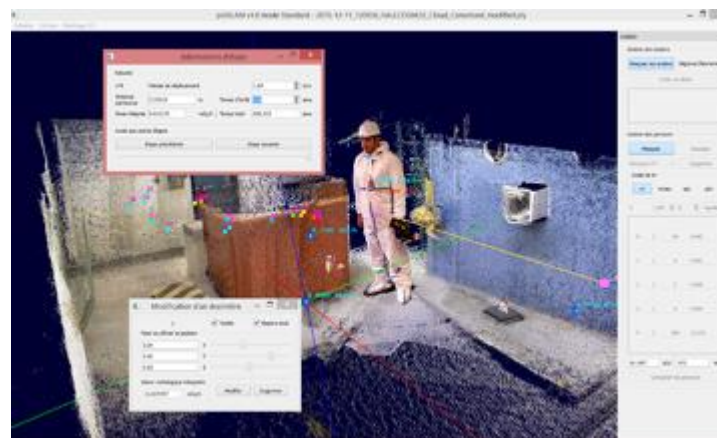
5 – Un environnement 3D amélioré

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

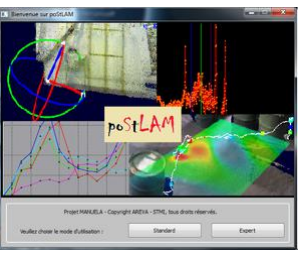
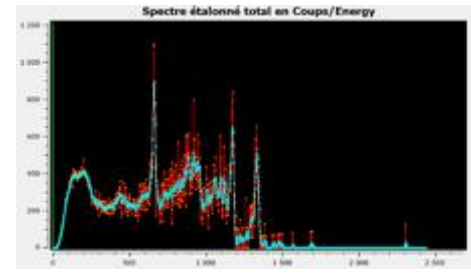


6 – Outils de démarche ALARA

- ⇒ Avatars avec dosimètre poitrine.
- ⇒ Dosimètres indépendants.
- ⇒ Dose intégrée sur un parcours. (optimisation de dose)

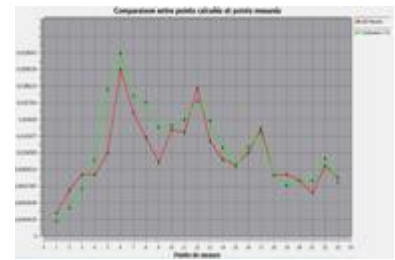
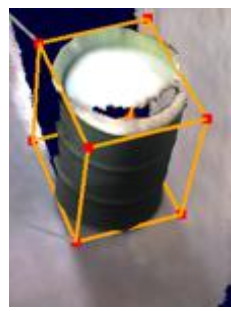
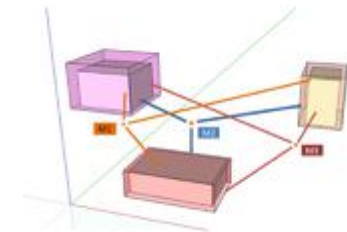


7 – La spectrométrie gamma



8 – Calculs et simulations

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



Exportation agile vers différents types de logiciels existants !!!



Projet M.A.NU.E.L.A

Mobile Apparatus for NUclear Expertise & Localization Assistance



Démarche qualité & Références

Démarche Qualité

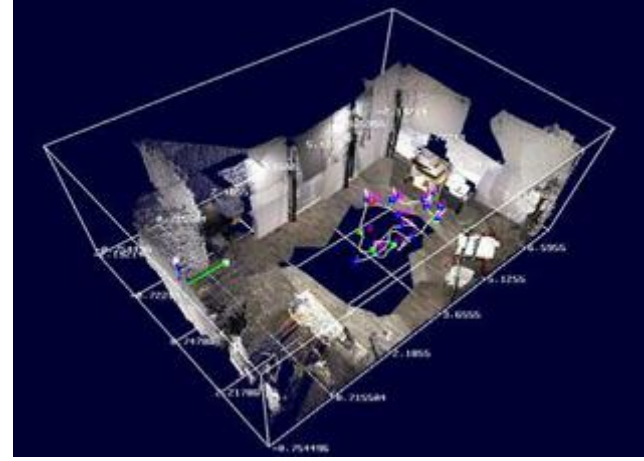
QUALIFICATION DU MATERIEL

- Essais en tenue mécanique
- Essais en température
- Essais de CEM

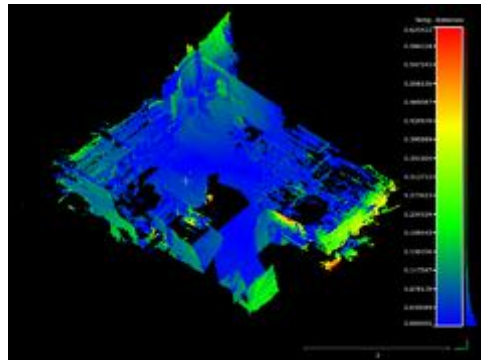
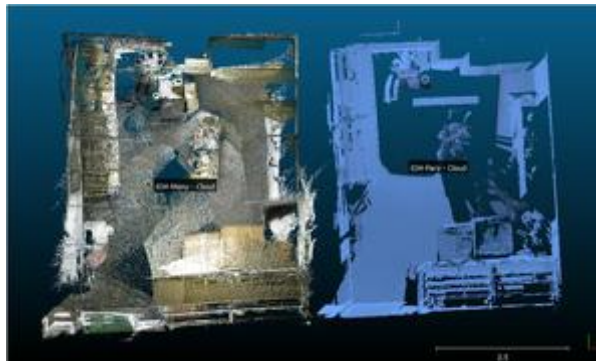
NF EN 60846 (2005)

QUALIFICATION FONCTIONNELLE

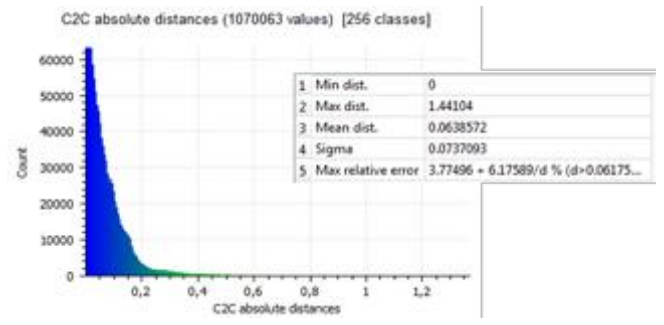
- Mesures radiologiques
 - Sources étalons (Am 241, Cs 137 , Co 60)
- Mesures dimensionnelles (trajectoire et reconstruction 3D)
- Couplage et comparaison aux méthodes actuelles



Tracking par caméra VICCON



Comparatif FARO - MANUELA



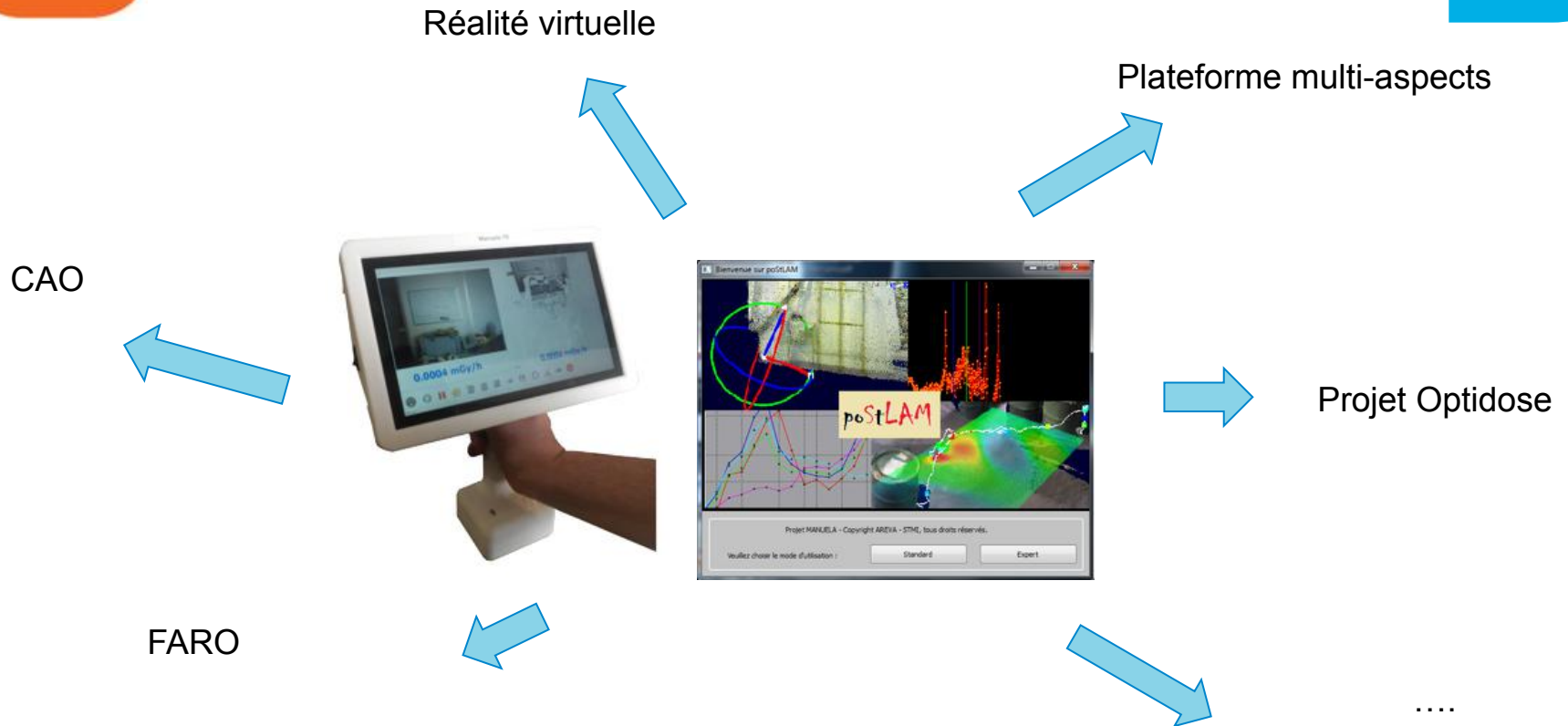
Références

2015

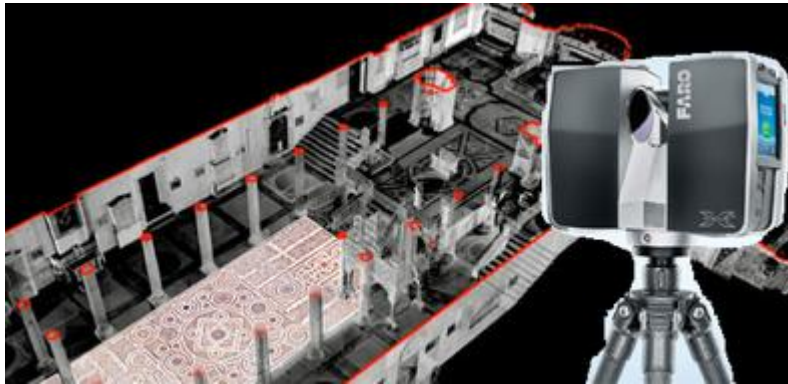
- Site nucléaire de la NDA à Sellafield (GB) : participation à un « Active Demonstrator » sur les technologies de cartographie radiologique

2016

- EDF CNPE du Blayais :
 - Cartographie topographique et radiologique d'un échangeur du circuit RCV : évaluation par EDF des capacités de l'outil à minimiser la dose reçue (rapidité et précision) → D'autres investigations sont prévues en 2017
 - Cartographie de support : utilisation en complément d'un scan laser 3D Evaluation du couplage des données radiologiques et topographiques.
- EDF CNPE de Belleville : Cartographies de recherche de points chauds : Etude d'impact et viabilité de la pose de protections biologiques
- EDF CNPE de Fessenheim : Prestation de cartographie sur locaux-clés en arrêt de tranche (boucles du circuit primaire, circuit RRA,...)
- CEA Marcoule CELESTIN : Cartographie contradictoire : évaluation comparative (en cours) d'une méthode d'investigation classique et d'une méthode MANUELA™



Limites et perspectives

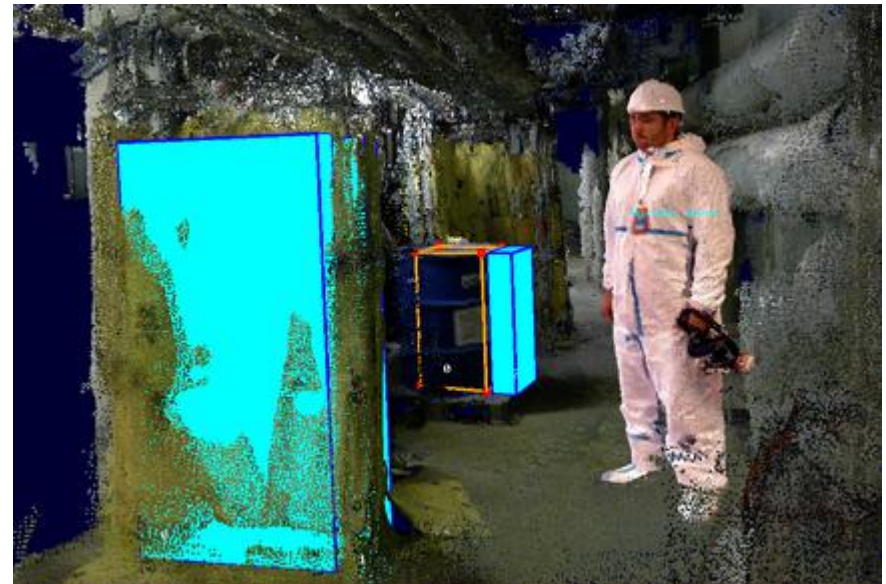


COMPLEMENTARITE AVEC LE SCAN FARO

- Scan MANUELA en complément pour finaliser des zones encombrées et peu accessibles.
- Scan MANUELA sur zone déjà reconstruites pour l'information radiologique

ASSISTANCE À LA POSE DES PROTECTIONS BIOLOGIQUES - Optidose

- Le mode expert MANUELA pourrait servir de base de travail pour la pose de protections biologiques
 - Avatars intégrant directement la dose reçue.
 - Comparaisons de parcours.
 - Pose d'écrans et calculs de dose associés...



Projet MANUELA

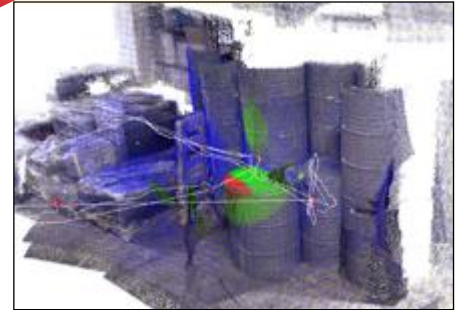
Prototype actuel



FIN 2016
PRODUIT
OPERATION
NEL

DEBUT 2016
Industrialisation

Automne 2015
Proto 3
VOC FRANCE

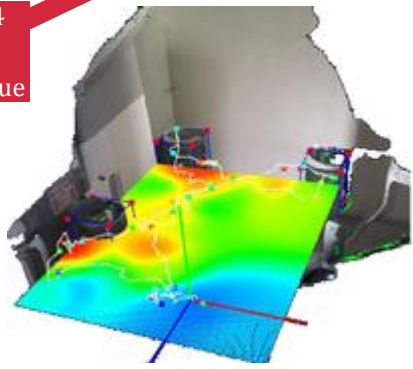


RETROPROJECTION γ

Automne 2014
Proto 2
Tests La Hague
Japon



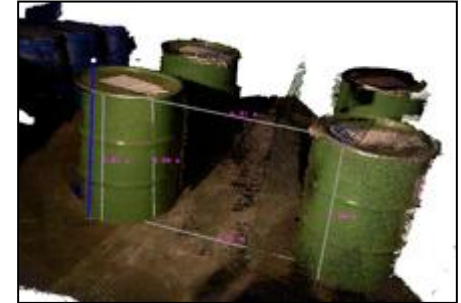
Juillet 2014
Proto 1
Tests La Hague



INTERPOLATION γ

Octobre 2013
proof of concept
Essais Triades

Mars 2013
Démarrage
Projet



TELEMETRIE

AREVA – Démantèlement et Services

MERCI DE VOTRE ATTENTION



Intéressés par MANUELA ?

Thierry VARET
Directeur Technique
Port: **06 07 66 67 12**
thierry.varet@areva.com

Philippe DUBART
Senior Expert Instrumentation
Port: **06 85 66 14 45**
philippe.dubart@areva.com

Benjamin CHAGNEAU
Ingénieur R&D
Tel: **06 50 15 34 43**
benjamin.chagneau2@areva.com



Démonstration ...





MANU3D

