



atsr-ri.fr

27^e CONGRÈS DE RADIOPROTECTION

ATSR 2022

Du 20 au 22 septembre

Organisé par l'Association pour les
Techniques et les Sciences de Radioprotection,
avec le soutien de :



ESPACE RENCONTRE - ANNECY-LE-VIEUX

Robots de caractérisation radiologiques



Asénath ETILE, PhD.

Annecy-le-vieux, 22/09/2022

a.etile@innowtech.com

INNOWTECH



- Introduction
- Caractéristiques des robots
- Variantes
- Résultats en milieu opérationnel
- Perspectives



Introduction (1/2)



Contexte

- France : 124 INB*
- Monde : ~450 réacteurs**
- France : 35 installations nucléaires civiles sont en cours de fermeture; 14 planifiées d'ici 2035.

* Source: ASN 2022

** Rapport CGEDD n° 012756-01, CGE n° 2019/04/CGE/SG

One of the most important steps for decommissioning planning is the radiological characterisation of the facility. Generally the characterisation activities begin when the plant is still in operation, and they continue during the dismantling stage according the needs. The scope of characterisation activities includes not only the installation but also the environment that could be influenced by the operation of the plant. Characterisation data must be collected to determine the type and extent of contaminants before any actual decontamination or dismantling (Figure 9.5).

Cost of decommissioning nuclear power plant, OECD, NEA

“Investigation and characterization remain a priority”

DEM 2021, 13/09/2021, Avignon, France

→ Les exigences légales et la démocratisation des jumeaux numériques tendent à appliquer ces méthodologies également aux installations en fonctionnement nécessitant ainsi des campagnes de prises de mesures régulières.

Introduction (2/2)

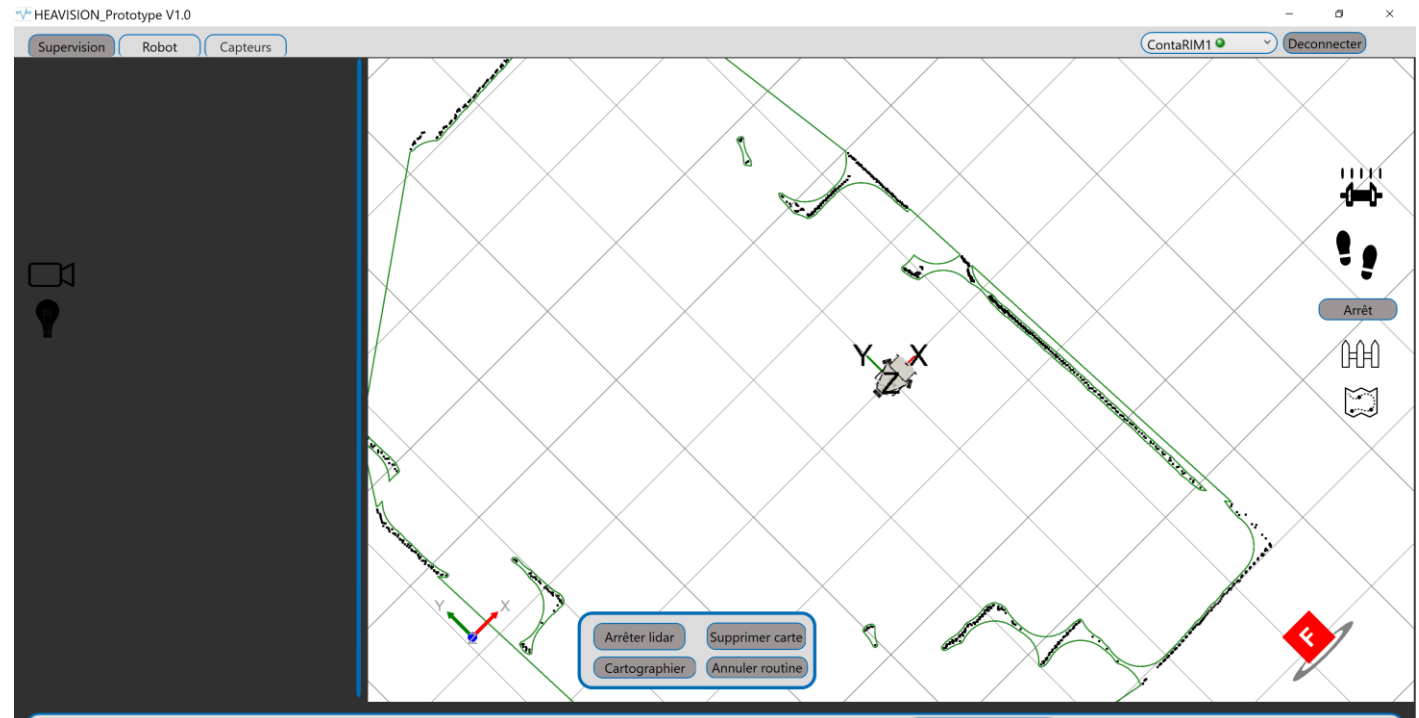
En concertation avec les professionnels du secteur (opérateur, PCR et expert mesure nucléaire), nous avons ainsi développé des solutions de mesure robotisées pour réaliser des campagnes de mesures (physique et vidéo) dans des INB en opération ou en cours de démantèlement.





Un robot-capteur c'est :

- Une base mécatronique optimisée.
- Le choix du ou des capteurs d'intérêt et de leur positionnement.
- Des algorithmes SLAM (Simultaneous Localization And Mapping).
- Des routines de campagnes de mesure.
- Une IHM de pilotage et restitution des données.





Caractéristiques



Missions

- Inspections visuelles.
- Mesure physiques (débit de dose, activité surfacique, nuages de points, vidéo, etc.).

Conception

- Conçu pour évoluer en environnement irradiant et contaminant.
- Intégration optimisée → plateforme de base compacte (40 x 42 x 13 cm) & légère (< 4 kg).
- Sans-fil & autonome.
- Mouvement holonome → grande manœuvrabilité.
- SLAM (*simultaneous localization and mapping*) pour différents modes de pilotage :
 - téléopéré (depuis l'IHM), semi-autonome, autonome.
- Design modulaire.





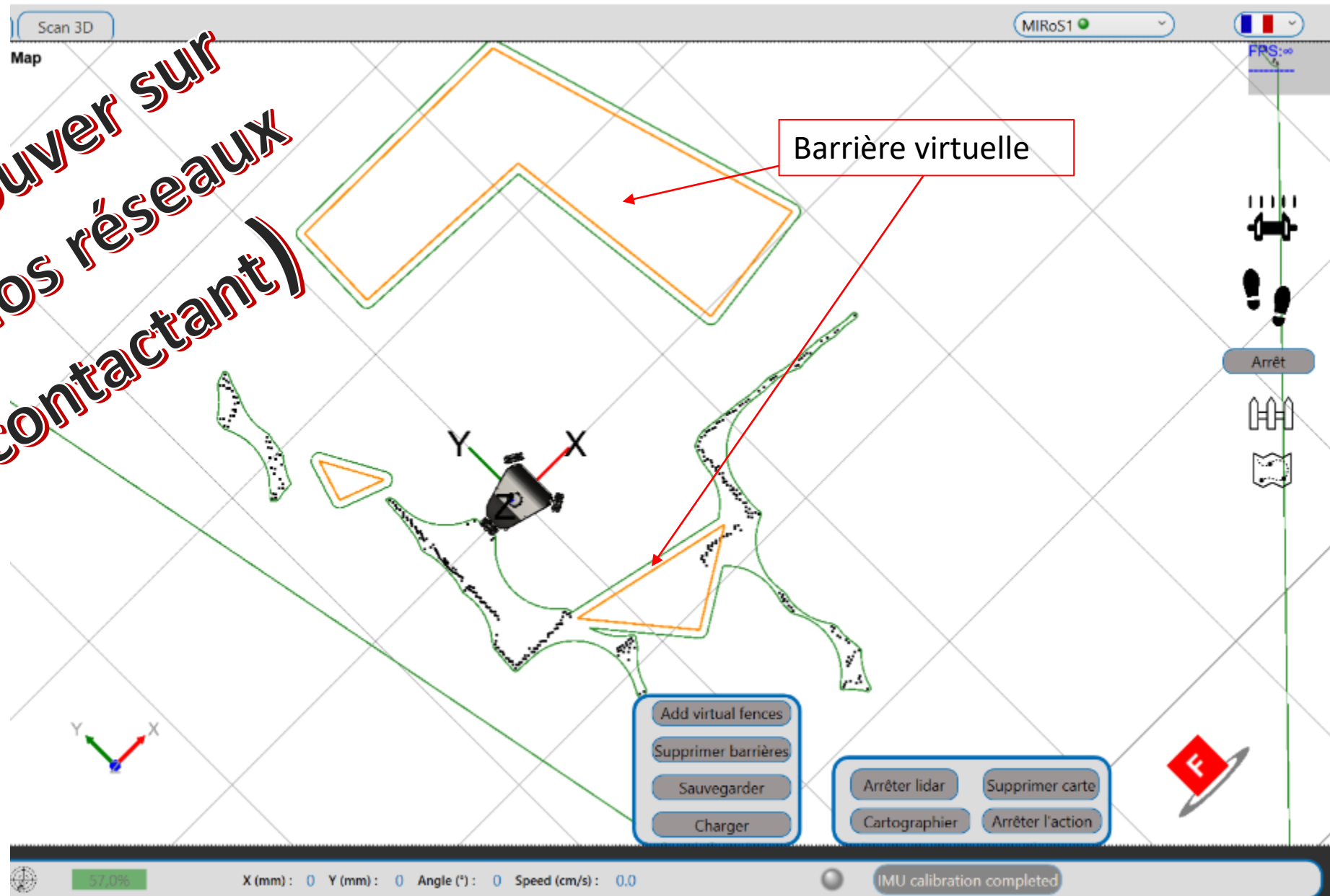
SLAM : Simultaneous Localization & Mapping

- Ensemble d'algorithmes analysant les données de différents capteurs pour cartographier et se localiser dans son environnement.
 - Graph-SLAM déterministe basé sur l'état de l'art + améliorations sur :
 - Structure des données
 - Description de l'environnement en sous-cartes pour un temps d'itération constant donc en temps réel garanti
- Meilleure précision et puissance de calcul requise réduite.



SLAM : Simultaneous Localization & Mapping

**Vidéo (à retrouver sur
notre site ou nos réseaux
ou en me contactant)**

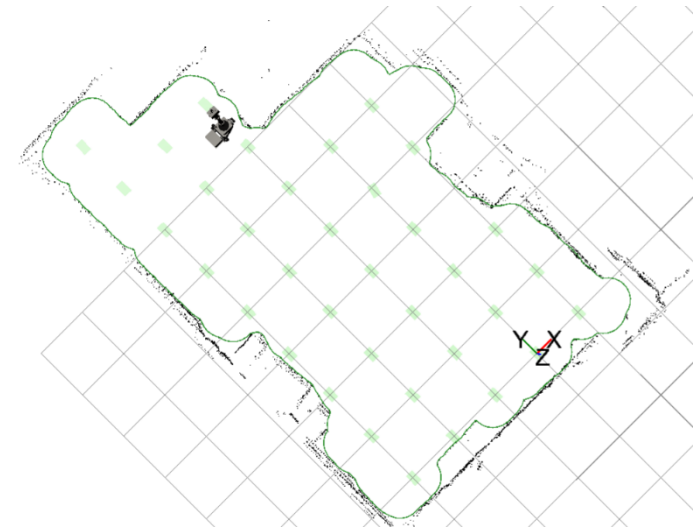


www.innowtech.com

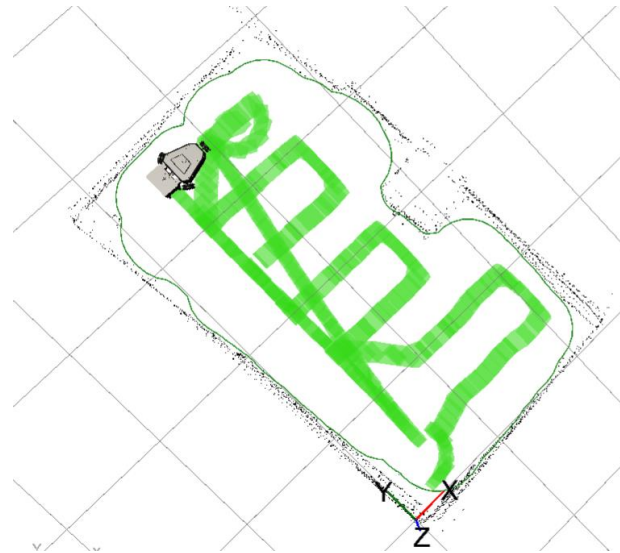




Routines de cartographies



Maille fixe (1000 mm)
mode simple



Maille fixe (500 mm)
mode continu



Maillage par densité (40%)
mode simple



Maillage par densité (100%)
mode continu (en cours)

N Variantes

- Un dispositif mât permettant des mesures en hauteur.



- Un positionnement d'un système de mesure de l'activité surfacique en avant pour un mode de fonctionnement avec évitement de la contamination.





Des partenariats permettant d'autres variantes



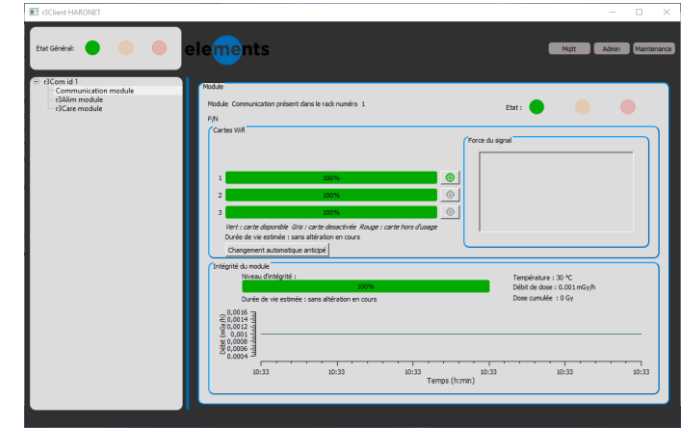
ROBOTICS FOR INSPECTION AND MAINTENANCE



MIROS : Mobile and Innovative Robot with Sensors

- Un dispositif de mesure de l'état de santé de l'électronique vis-à-vis du rayonnement ionisant r3Care®.
- Batterie sécurisée LiFePO4 r3Cell®
- Un concentrateur wifi qualifié pour une tenue allant jusqu'à 1kGy r3Com®.

elements



REALIGNED : Robotic Enhanced Automated Landmarks Inspection & Geolocation for Nuclear Environments Dismantling



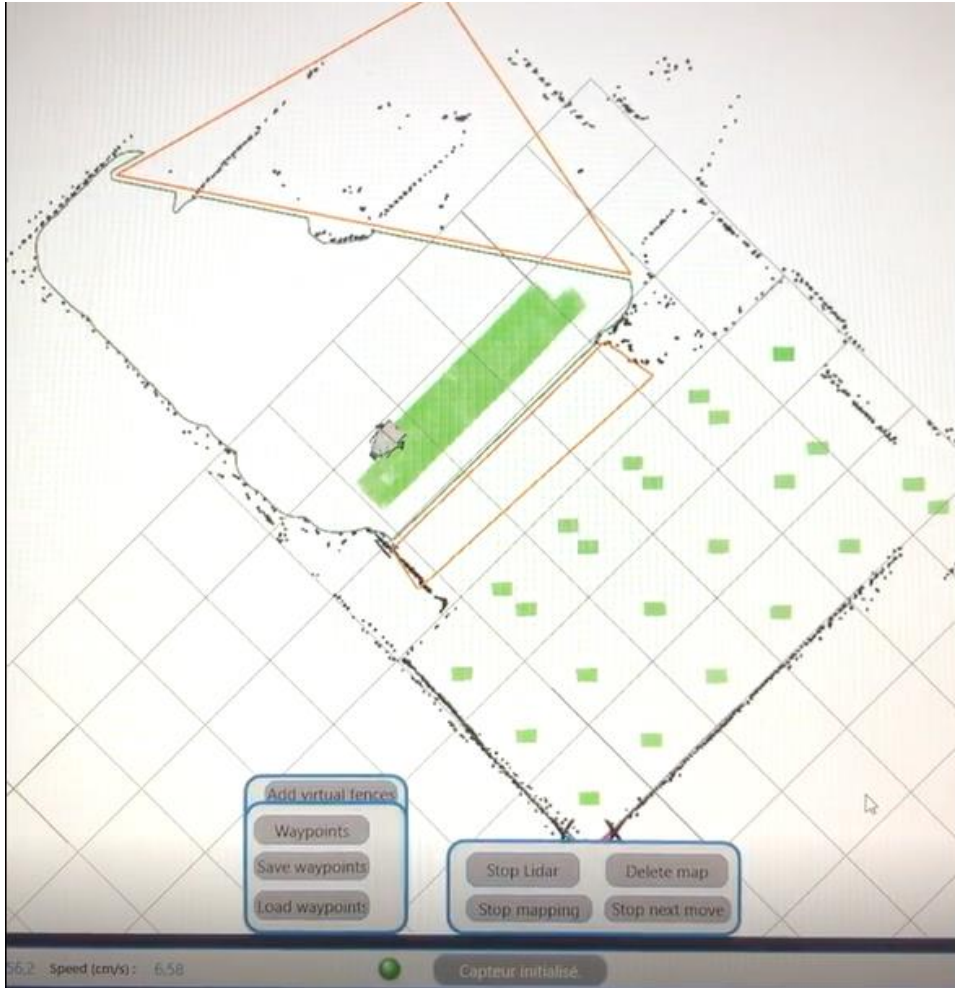
- Intégration d'une caméra 360° pour l'analyse et la reconnaissance dynamique de l'environnement basées sur de l'IA pour des gains de productivité et retours visuels automatisés.



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation Program within the framework of the RIMA Project funded under grant agreement No 824990.



Résultats : ER de Brennilis (en déconstruction)



- Un système de mesure équipé pour réaliser des mesures d'activités surfaciques au sol et au mur et des mesures de débit de dose.
- Deux routines sur mesure dédiées permettant de reproduire le travail réalisé manuellement :
 - Une routine de maillage avec une taille de maille fixe et un référencement automatique dans l'espace utilisée pour le PV.
 - Une routine de mapping continu comme outil complémentaire pour assister l'opérateur.

Instrumentation :

- LB134 300cm² et 170 cm² (AS)
- UMO II (DdD)





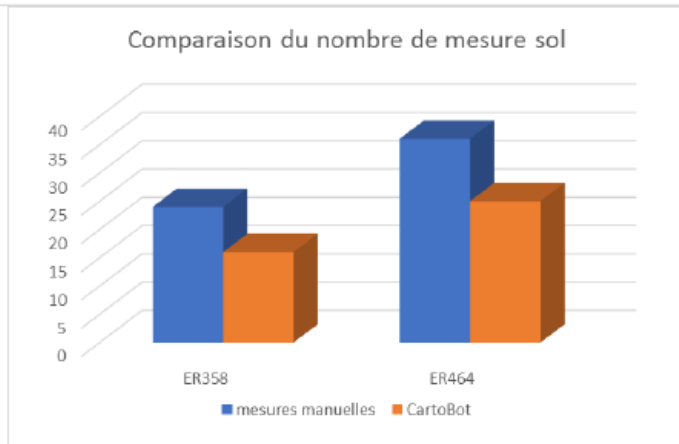
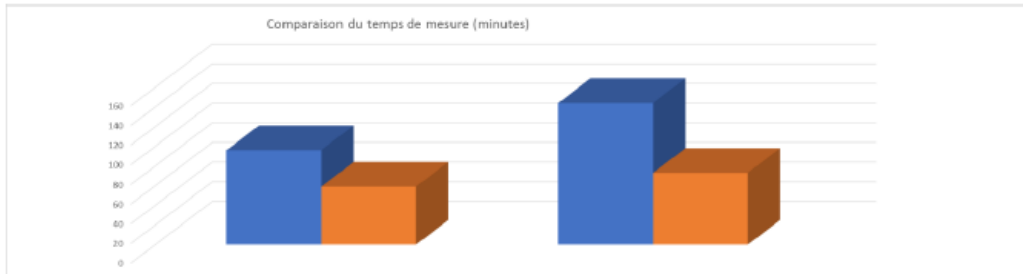
Résultats : ER de Brennilis (en déconstruction)



Au-delà des aspects financiers, d'autres facteurs de gain sont à prendre en compte :

- Gain de pénibilité vis-à-vis des troubles musculosquelettiques par absence de répétitivité des gestes de mesure et de marquage ;
- Gain de fiabilité sur les coordonnées des points de mesure avec un relevé au mm.

- *BILAN : Présente les résultats en termes de cadences et de temps de travail :*



- Une couverture autonome de 70 % de la surface.
- Un gain de temps de 40 à 50 % → gain financier.
- Une meilleure fiabilité et répétabilité des mesures.



Résultats : ER de Brennilis (en déconstruction)



Pour les locaux ER358 et ER464, l'EDP prévoyait :

- dose collective d'environ 211 H.μSv.
- dose individuelle moyenne de 53 μSv.

6.2 Résultat dosimétrique de la prestation

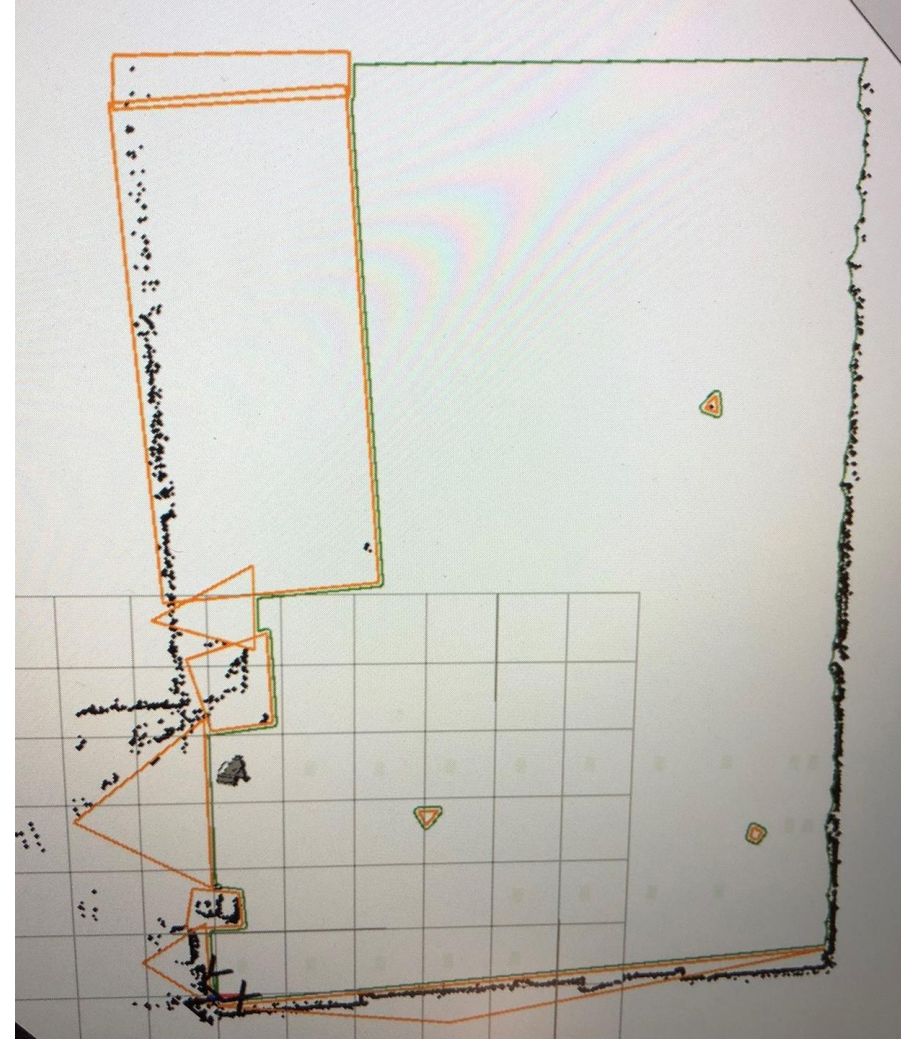
Pour les meures réalisées dans le cadre des cartographies avec mise en œuvre de technologies innovantes, la dose reçue est la suivante :

- dose collective d'environ 1 H.μSv.
- dose individuelle moyenne de 1 μSv.

→ Réduction de la dosimétrie.



Résultats : Creys-Malville (en déconstruction)





Résultats : ANSTO (en opération)



Australian Government



- Un système de mesure équipé pour réaliser des mesures d'activités surfaciques au sol, équipé de deux caméras.
- Il est utilisé comme outil dans les missions de surveillance périodique des personnes compétentes en radioprotection.
- 3 positions de hauteur de mesure pour les routines α , β/γ .
- Une option de routine spécifique permettant l'évitement de la contamination.
- Un dispositif de sécurité selon la réglementation en vigueur dans l'installation (son et lumière).



Instrumentation :

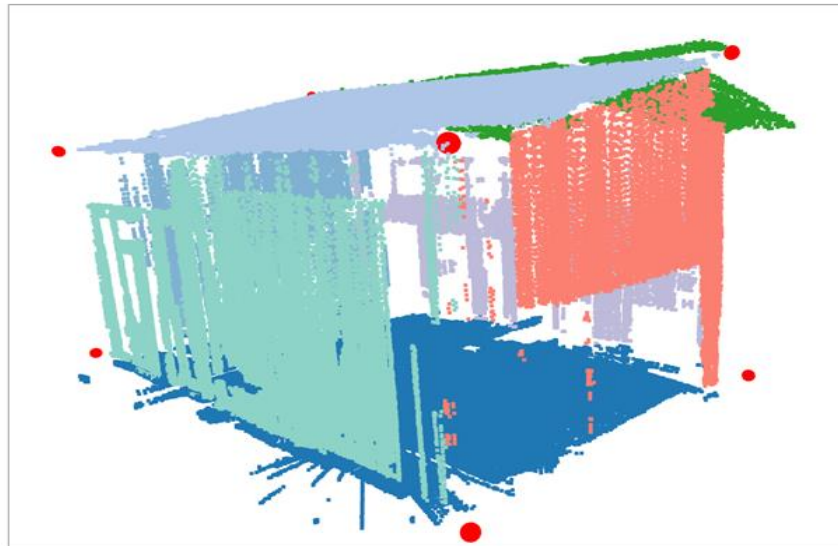
- CoMo (CS)
- 2 caméras (fishEye & grand angle)



Résultats : TechnicAtome



- Un système de mesure équipé pour réaliser des mesures d'activités surfaciques au sol, de la mesure de débit de dose à 1m, l'acquisition d'un nuages de points 3D, et une caméra.
- Il est utilisé comme outil dans les missions de surveillance périodique des personnes compétentes en radioprotection.
- Une option de routine spécifique permettant l'évitement de la contamination.



Instrumentation :

- LB134 + UMO II Berthold
- 1 caméra
- 1 RiumStick ICOHUP

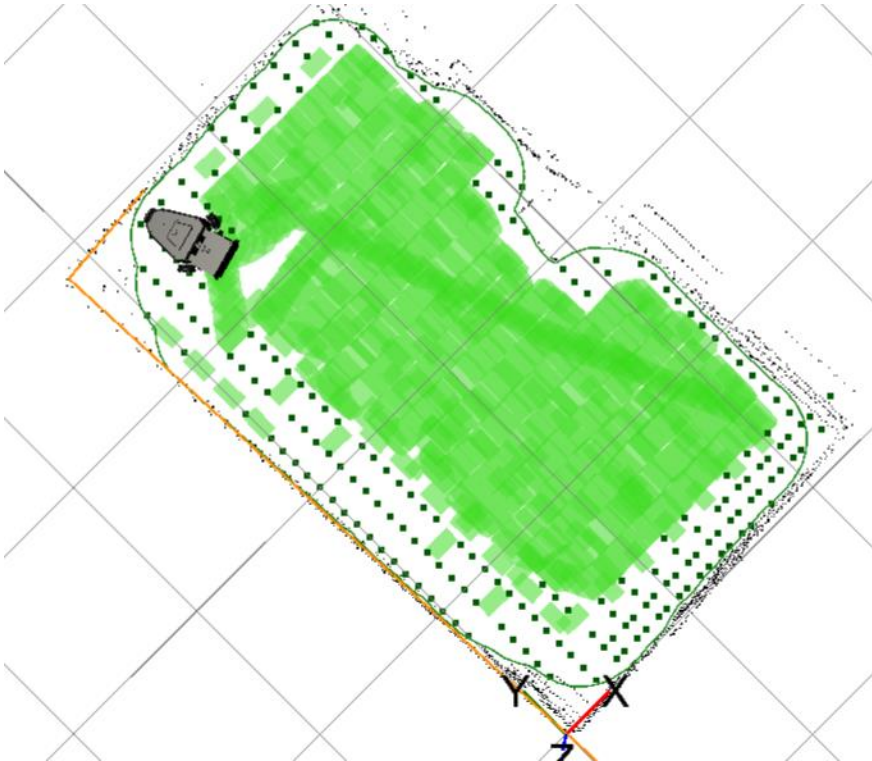
Perspectives

- Les différents robots présentés et utilisés en environnement opérationnel ont le statut de prototype à première version industrialisable, nous sommes en contact permanent avec leur utilisateurs pour apporter des améliorations régulières.
- Basé sur les retours utilisateurs, une version mécanique un peu plus complexe pour appréhender les environnements spécifiques des chantiers de démantèlement (notamment les franchissements) est en cours de développement.
- Un prototype de mesure de l'activité surfacique avec une méthode innovante est actuellement en cours de développement, elle aura la spécificité d'également évoluer en extérieur.

CONFIDENTIEL



Merci de votre attention



N'hésitez pas à venir me voir pour plus de photos ou de vidéos !

a.etile@innowtech.com -- 06 25 47 98 00

www.innowtech.com

