

Utilisation innovante de pinceaux en fibre carbone pour réaliser à distance, à l'aide d'un télémanipulateur, la décontamination électrochimique des déchets

Frédérique DAMERVAL
France

Michaël GAL
France

Olaf REUTER
Germany



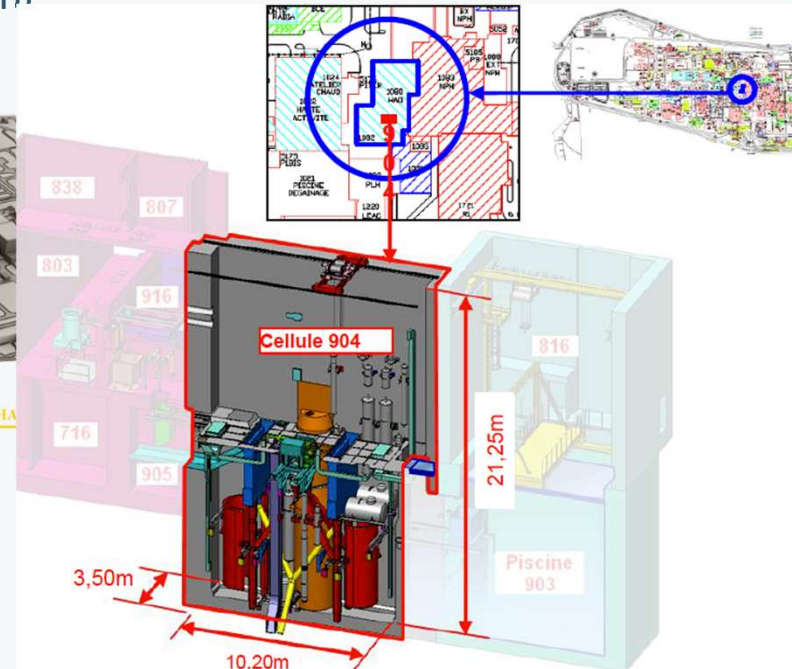
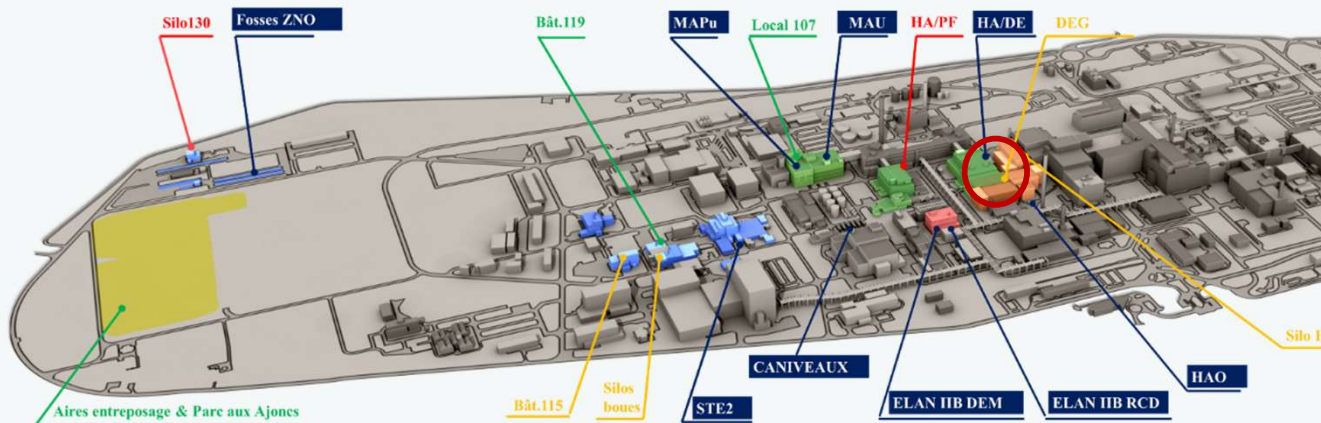
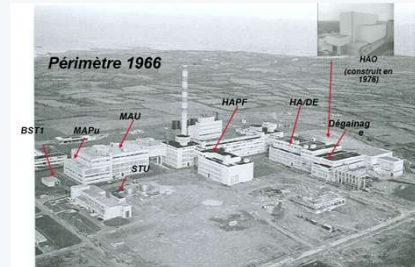
Introduction



- Contexte et problématique
- Une solution prometteuse
- Premiers retours d'expérience sur les opérations de maintenance
- Adaptations pour une utilisation à distance à l'aide d'un télémanipulateur
- Premiers tests inactifs & Prochaines étapes
- Synthèse

Contexte

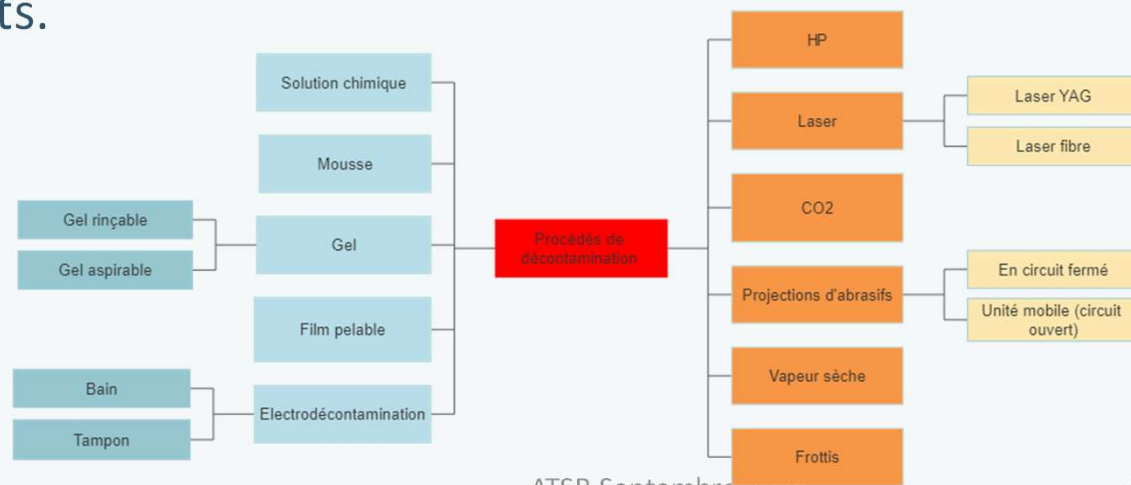
- Démantèlement de l'usine de retraitement des combustibles usés UP2 400
- Bâtiment HAO (High Activities Oxide)
- Cellule « 904 » utilisée pour cisailer et dissoudre le combustible usé
 - Fonctionnement de 1976 à 1998
 - Situé au niveau le plus contaminant du processus de retraitement



INB 33
INB 38
INB 47
INB 80

Problématique

- Le matériel de la cellule « 904 » est prévu pour être découpé puis décontaminé successivement par :
 - Aspiration et brossage
 - Carboglace
- La contamination fixée de certains déchets ne sera pas compatible avec les déchets FAMA (Caisson 5m³ CBF-K ou CBF-C2).
- Recherche de nouvelles technologies ou amélioration de technologies existantes pour rendre compatibles les déchets.



ATSR Septembre 2024

Une solution innovante

- Électrochimie portable : nouvelle mise en œuvre depuis 2009 dans le domaine non nucléaire pour éliminer les oxydes qui sont formés lors des opérations de soudage :
 - Nettoie et passive les surfaces métalliques par voie électrochimique.
 - Similaire à la mise en œuvre des tampons mais :
 - **Sans conception d'une forme géométrique adaptée à la surface à décontaminer**
 - **Pas besoin de fibre de verre ou de feutre**
 - **Permet d'accéder à toute surface complexe**

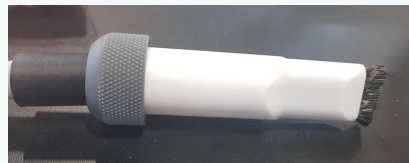


Une solution innovante

La société Reuter en Allemagne conçoit les équipements permettant cette nouvelle mise en œuvre et depuis 2009 innove en ayant développé :

- Système d'alimentation automatique en électrolyte
- Triple brosse
- Brosse plate,

...



Une solution innovante



Brosses en fibre de carbone

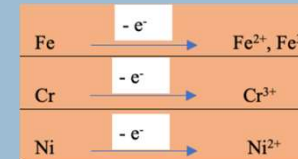
- Excellents conducteurs
- Densité de courant jusqu'à 250 A/cm²

Electrolyte

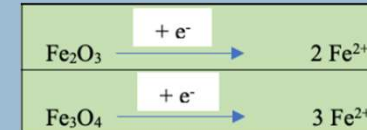
- Acide phosphorique (10, 40 ou 75% en poids)
- **Assure la conductivité électrique**
- **Permet le refroidissement**

Réactions

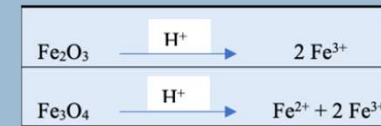
Sur le pôle anodique → Réactions d'oxydation



Sur le pôle cathodique → Réactions de réduction



En milieu acide → Réactions acido-basiques



- Utiliser le mode courant continu pour enlever quelques μm de métal
- Utilisez le mode courant alternatif pour éliminer les oxydes, comme la rouille.

REX– Opérations de maintenance (H_3PO_4)



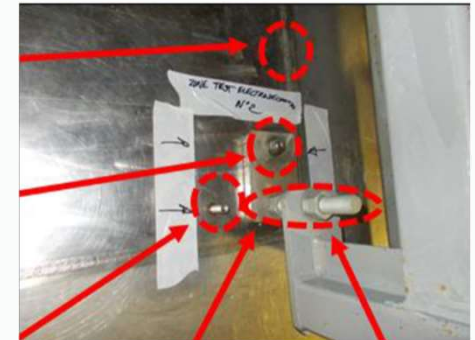
Boîte à gants à La Hague

- BCNS (Bouygues) effectue des opérations de remplacement d'un panneau de la BâG Pu.
- Lors du remplacement du panneau, un espace d'environ 3 mm de hauteur doit être décontaminé (entre le bord extérieur du panneau et le profilé en acier inoxydable).



- Résultat (en comparaison avec un retour d'expérience similaire effectué avec des solutions d'acide nitrique et de cérium IV) :
 - Réduction du nombre d'heures d'un facteur 2

Suppression de points chauds au CEA Marcoule par Orano DS



**98% d'efficacité de décontamination sur les surfaces planes
Jusqu'à 90 % sur les zones complexes et/ou difficiles d'accès**

Pompe (contamination fixée) à La Hague par Orano



2 < FD < 4

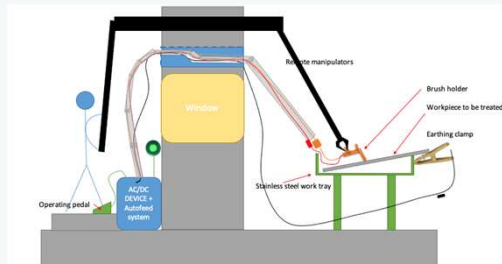
ATSR Septembre 2024

Adaptations pour une utilisation en milieu nucléaire à l'aide d'un télémanipulateur

Nécessité d'adapter cette nouvelle mise en œuvre de décontamination électrochimique pour permettre :

- L'utilisation d'un électrolyte plus compatible avec la STEL d'Orano La Hague, ce qui n'est pas le cas H_3PO_4 (limite annuelle de rejets).
- Permettre son utilisation dans une zone où l'accès est interdit aux personnes et où les interventions sont effectuées par télémanipulation.

N.B : Pour les opérations de démantèlement, il n'y a pas d'exigences concernant l'état de surface final après traitement de surface contrairement aux opérations de maintenance.



REX des divers électrolytes utilisés

- Acide phosphorique ou mélange d'acide phosphorique + acide sulfurique



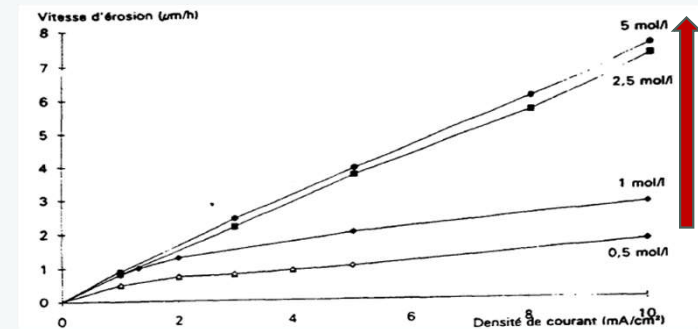
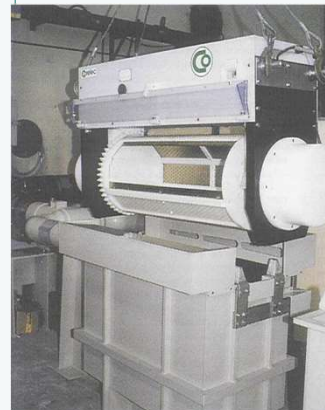
Respecter l'innocuité

Réduire la rugosité = moins susceptible de contamination ultérieure



Utilisation pour des applications de décontamination (maintenance) principalement dans les années 1980-2000

- Acide nitrique
- CEA pour le traitement des déchets métalliques contaminés Pu dans les années 1990

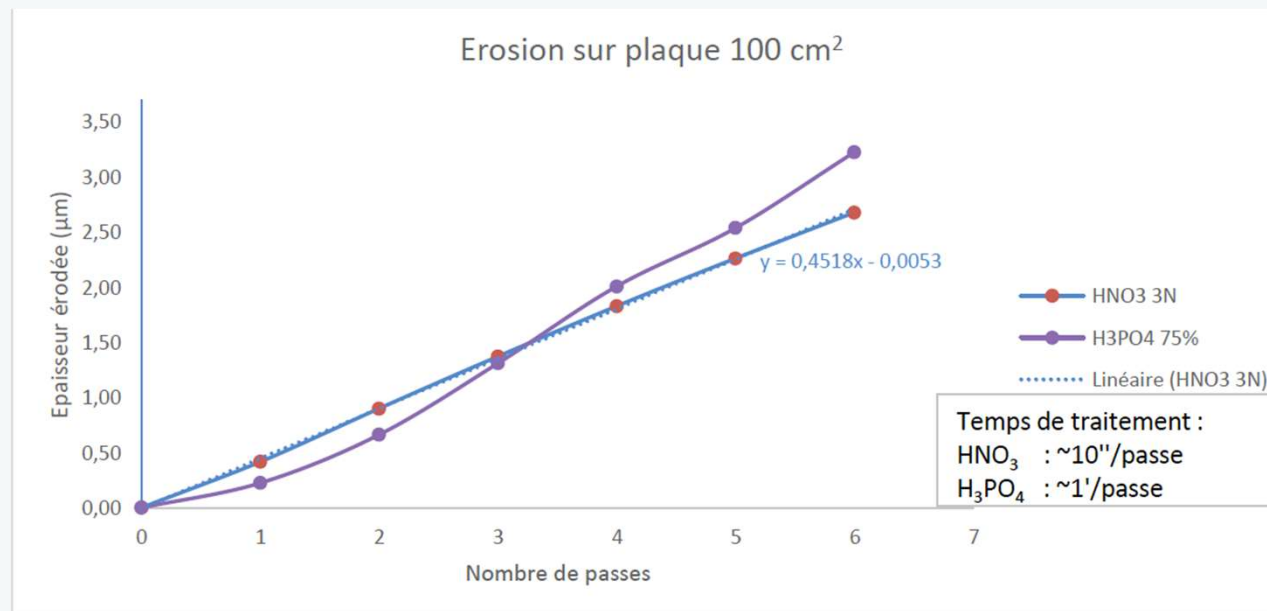


Evolution du taux d'érosion en fonction de la densité de courant et de la concentration d'acide nitrique

→ Tests avec de l'acide nitrique à différentes concentrations (2 à 6M)

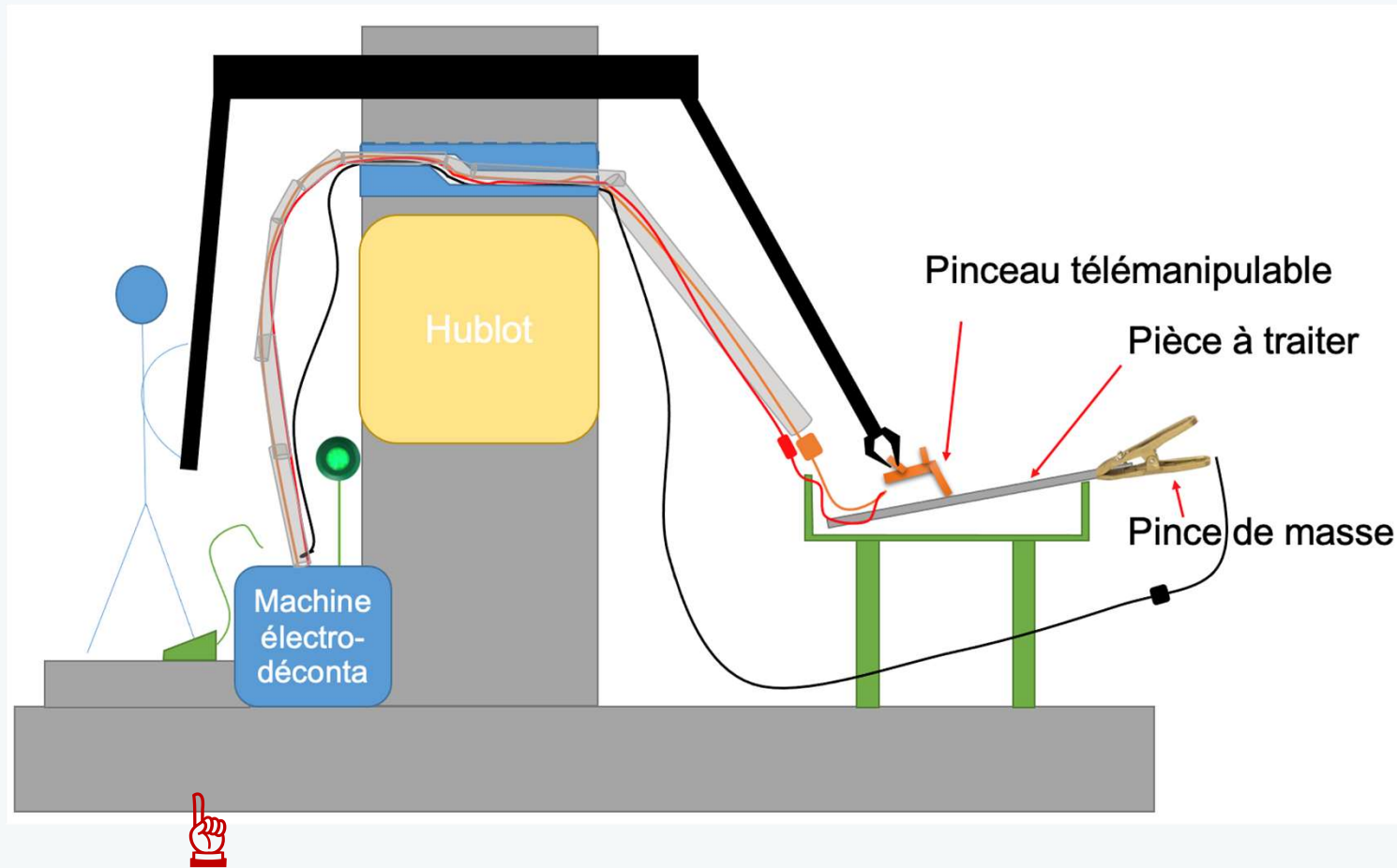
Electrolytes

- à 6V - Inox 304 L : choix d'une $[HNO_3] = 3M$



Erosion avec HNO₃ 3M \approx 6 x H₃PO₄ 75%!
Productivité \approx 2 m²/h par µm enlevé

Utilisation avec un télémanipulateur

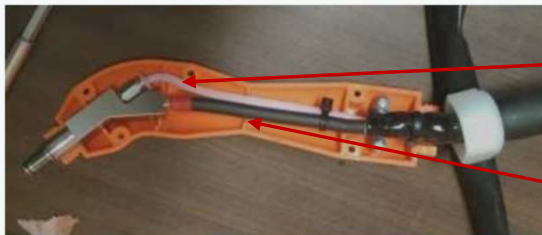


Manipulation à distance (porte-pinceau)

Pinceau actuel



60 mm long

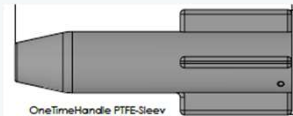


Electrolyte

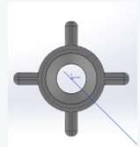
Courant

Modifications

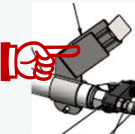
- **Augmentation de la longueur des fibres de carbone de 60 mm à 85 mm**



OneTimeHandle PTFE-Sleeve



- **Manchon en téflon avec des ailettes**
- **Ajout de hottes de préhension**
- **Connecteurs Jupiter pour le courant**
- **Connecteurs Staubli pour l'électrolyte**

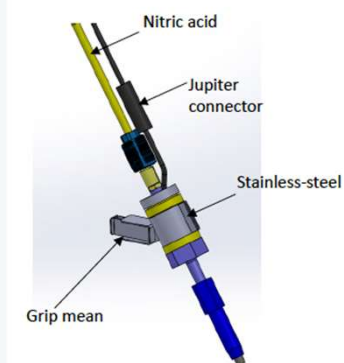
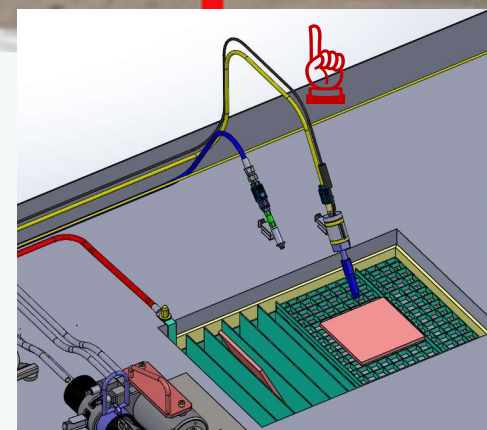
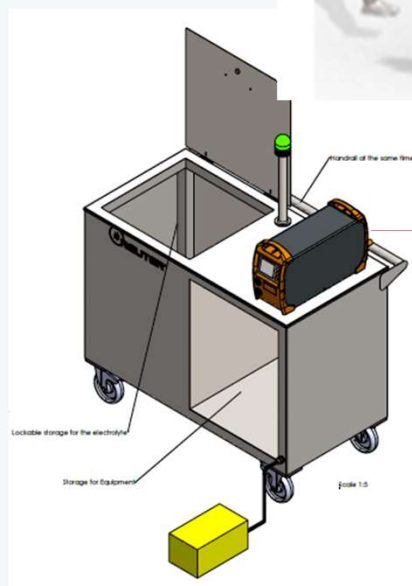
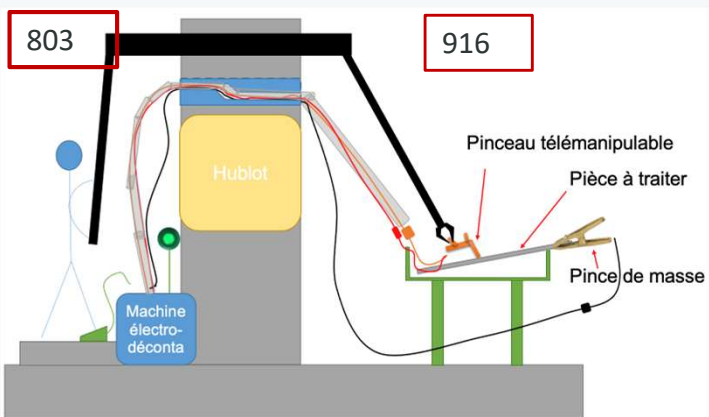
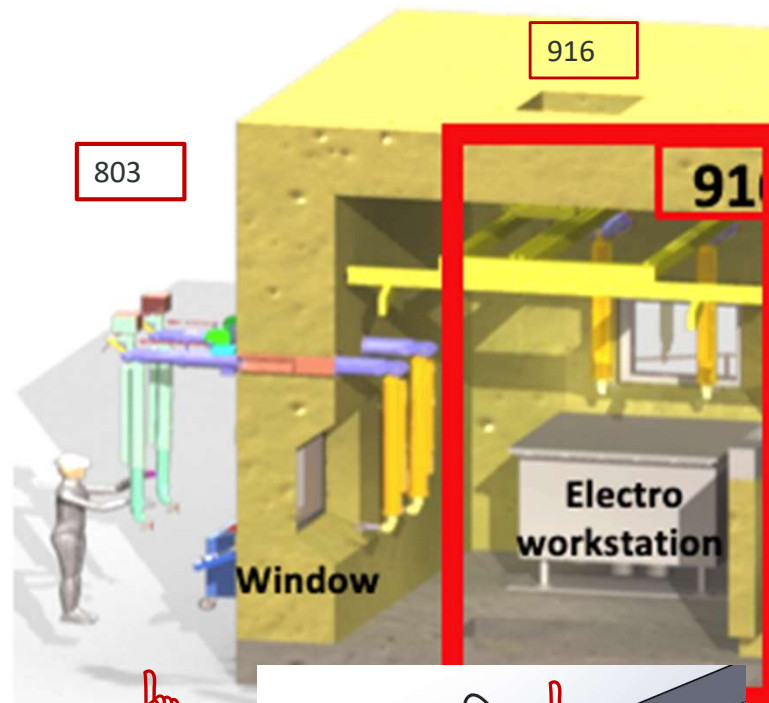
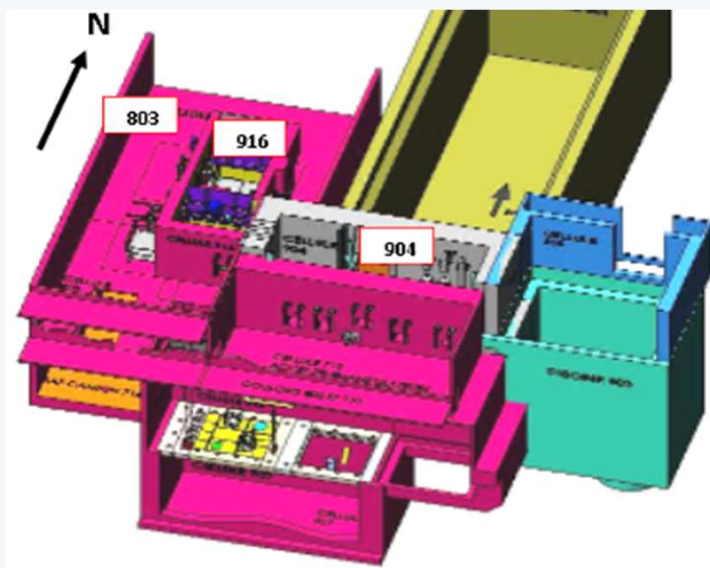


Manipulation à distance (porte pinceau)

- Réception des équipements



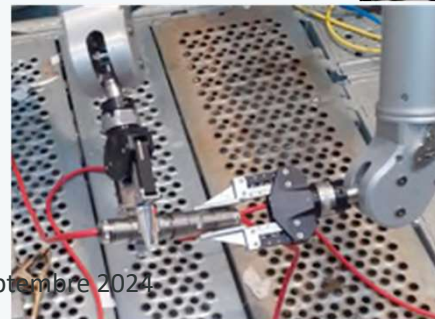
Mise en œuvre



Inactives conditions tests

Essais de faisabilité

- Connexion de la pince « Anode »
- Modification de la longueur des fibres
- Déconnecter et reconnecter le raccord de l'alimentation en électrolyte.



Prochaines étapes

- Tests actifs en 2025 avec des échantillons prélevés dans le bâtiment HAO
 - Mesure du FRDD (facteur de réduction du débit de dose)
 - Quantité de déchets secondaires ($\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (rinçage))
- > 2025 : Traitement de tous les déchets qui ne seront pas compatibles avec la filière de déchets prévue

Synthèse

Cas d'usages

Enlèvement de points chauds

Déclassement de déchets

Assainissement final de pièces coûteuses ou stratégiques pour permettre leur maintenance

• Matériels

• SuperCleanox VIHD



• HybridCleanox 5.0



• Cleanox 5





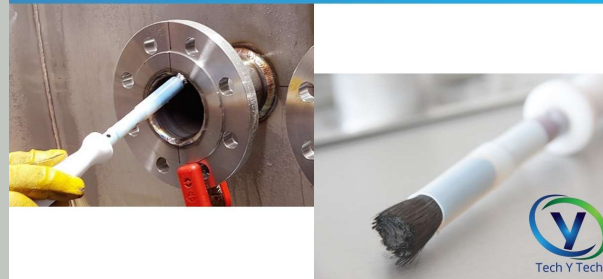
Merci de votre attention

Vos questions ?



MISE EN OEUVRE INNOVANTE DE L'ÉLECTROÉROSION POUR DES APPLICATIONS DE DÉCONTAMINATION / POLISSAGE

Inox, Acier, Aluminium



Décontamination électrochimique de surfaces en inox par téléopération avec un pinceau en fibre de carbone

Fédération DAMARVAL, Metallurgie S.A., OXI REUTER, 1 TECH Y TECH, FORCAL, 2 GRAND DS, FRANCE, 3 Reuter GmbH & Co KG, Allemagne

1 INTRODUCTION

L'usine ORANO La Hague doit faire preuve d'innovation dans le démantèlement de ses anciennes installations. En particulier, le démantèlement des cellules du bâtiment HAO (Haute activité oxydes) implique l'assainissement des équipements de la cellule S04 qui ont été utilisés pour chauffer et évaporer les combustibles usés. Les opérations d'assainissement nécessitent d'atteindre un facteur de décontamination très supérieur pour que le plupart des déchets métalliques issus du démantèlement des équipements, des tuyauteries puissent être compatibles avec un stockage de déchets en surface. En effet, situés au niveau le plus contaminé du processus de retraitement, toutes les surfaces ont été fortement contaminées. Il est dès lors apparu nécessaire de rechercher de nouvelles technologies ou d'améliorer les technologies existantes pour apporter une plus grande efficacité aux opérations de D&D tout en offrant un niveau de sécurité radiologique et de facilité de mise en œuvre plus élevé.

2 HISTORIQUE

La décontamination électrochimique a été largement utilisée dans le démantèlement de réacteurs en raison de sa grande efficacité et de son innocuité pour les composants traités. Elle permet de traiter les quantités d'effluents et permet l'obtention d'un facteur de décontamination élevé (FC = 100) permettant d'obtenir le débit de dose jusqu'à atteindre le bruit de fond. Son utilisation pour les opérations de démantèlement était habituelle en raison de la complexité du procédé à effectuer mis en œuvre. En effet, les différentes opérations réalisées utilisant des contre électrodes rigides (inox ou carbone) ou qui limitent son utilisation aux surfaces métalliques régulières planes.

3 MÉTHODE

Collecte des premiers retours d'expérience dans le domaine nucléaire

Optimisation de la décontamination sur Oxi Reuter, Métaux et CEA Marcoule de 2019 à 2022

4 RÉSULTATS

Adaptations pour mise en œuvre à distance

- Augmentation de la longueur des fibres de carbone de 60 à 85 mm
- Mise en place d'ailettes pour faciliter l'opération de modification de longueur de fibre
- Mise en place de connecteurs adaptés (Stäubli et Jupiter)

5 SYNTHÈSE

Cette nouvelle mise en œuvre par pinceau utilisée depuis 2020 dans le secteur nucléaire a démontré son efficacité pour des opérations de maintenance lors d'opérations de décontamination à Orano La Hague, Orano Marcou, CEA Marcoule, EDF Bugey, etc. Dès 2023, des opérations de décontamination (démantèlement) seront effectuées à l'aide de télémanipulateurs sur des échantillons provenant du bâtiment HAO de La Hague.

Autres accessoires permettant d'utiliser ce procédé dans des tuyauteries ou sur des plus grandes surfaces

6 CONCLUSION

Cas d'usages

- Enlèvement de points chauds
- Déclassement de déchets
- Assainissement final de pièces soudables ou stratégiques pour permettre leur maintenance

La possibilité d'utiliser des fibres de carbone souples à la place d'électrodes rigides permet de obtenir une densité de courant très élevée ce qui permet de réaliser les opérations de décontamination très rapidement et de couvrir toute géométrie de surface. Sa portabilité est également un atout car il est facile à mettre en œuvre ce procédé à distance dans les boîtes à gants ou les cellules.

RÉFÉRENCES

M. DUBOIS, D. HUBERT, F. GUYOTTEAU, An innovating use of carbon brushes for the environmental decontamination of metals, CEA 2024, International Conference on Environmental Challenges, Springer, France, 2024, May 27-29, 2024, 10.1007/978-3-031-58888-1_14, 141-146, https://doi.org/10.1007/978-3-031-58888-1_14, <https://www.researchgate.net/publication/381111114>, International Conference on Environmental Challenges and Radiation Waste Management, ICCM2023, October 4-6, 2023, Stuttgart, Germany

CONTACT :

Email: recherche@techytech.fr
www.techytech.fr
 06 79 22 77 77
 Tech Y Tech est le partenaire autorisé dans le domaine nucléaire de reuter
 reuter REUTER GmbH & Co KG (une Entité en France)