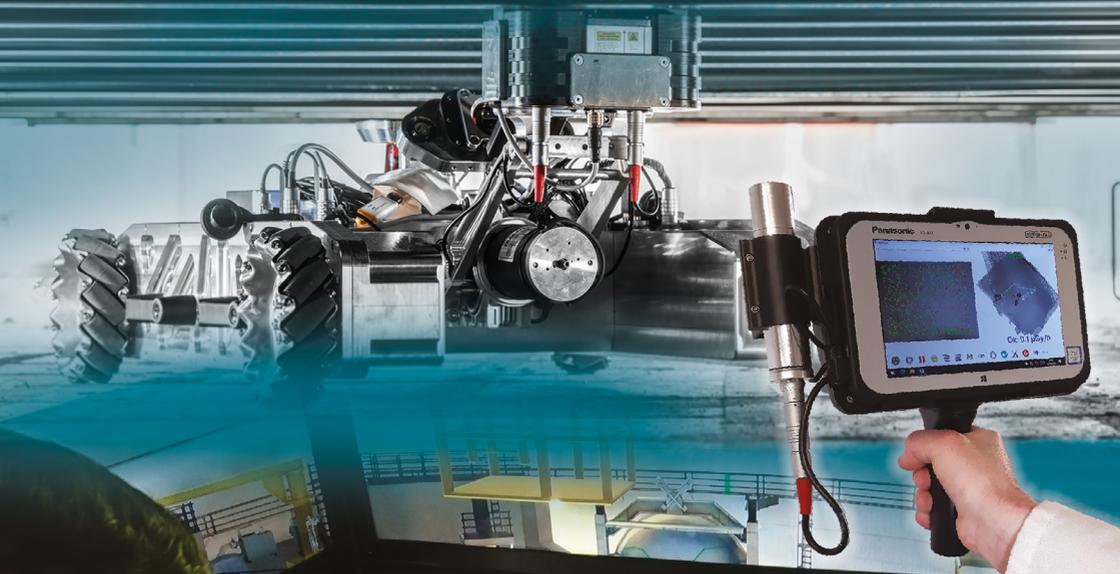


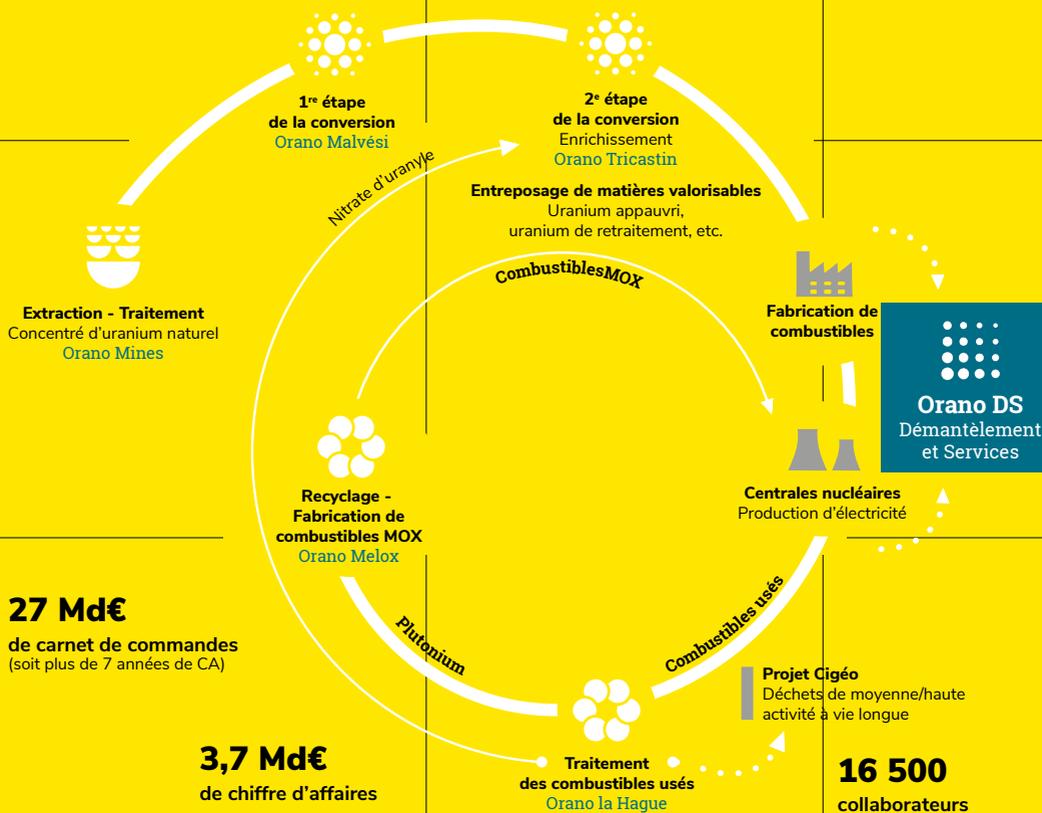
L'innovation au service de vos activités



Orano DS



orano



27 Md€
de carnet de commandes
(soit plus de 7 années de CA)

3,7 Md€
de chiffre d'affaires

Top 3
mondial
dans ses activités clés

16 500
collaborateurs

Orano DS



Notre savoir-faire et notre détermination font notre force

Au sein d'Orano, acteur de référence du cycle du combustible nucléaire, l'activité Démantèlement et Services propose à ses clients une offre unique s'appuyant sur plus de 50 ans d'expérience et couvrant l'ensemble de la chaîne de valeur de trois domaines :

- **Le démantèlement des équipements et installations nucléaires**, depuis la conception des projets jusqu'à la conduite à leur terme sur le terrain
- **La gestion des déchets radioactifs**, de toute nature et intensité radiologique, qu'ils soient issus des activités de production, de l'exploitation des installations, de leur démantèlement ou des grandes opérations de maintenance
- **Les services aux exploitants nucléaires**, comprenant les métiers de la logistique d'assistance chantier, de la maintenance spécialisée, de la sécurité radiologique et de la formation en milieu nucléaire

Sur des marchés en croissance à travers le monde, le savoir-faire, l'expérience et la capacité à innover de nos 5 000 collaborateurs font notre différence et notre force. Depuis près d'un demi-siècle, nous accompagnons au quotidien nos clients, exploitants d'installations nucléaires en fonctionnement ou en fin de vie, dans leurs engagements en termes de sûreté nucléaire, de sécurité au travail et de maîtrise des coûts et des délais. Leader du démantèlement et acteur-clé dans la gestion de déchets radioactifs et les services nucléaires, nous apportons à nos clients un savoir-faire technique et une gestion de projet rigoureuse fondés sur la réalisation avec succès de chantiers complexes et variés.

A l'international, Orano DS s'appuie sur deux leviers de croissance. D'une part, celui de l'expertise de ses équipes allemandes et américaines, fortes d'un savoir-faire unique en matière de démantèlement de réacteurs nucléaires ; d'autre part, sur des partenariats ciblés pour conjuguer les talents d'Orano DS à ceux d'acteurs locaux et promouvoir ainsi une offre solide et compétitive.



+ de 5 000
salariés en France,
Allemagne, Etats-Unis



+ de 50 ans
d'expérience



600 M€

Thèmes



1 Cartographie radiologique et radioprotection

Améliorer les connaissances permettant d'optimiser les scénarii d'intervention et la sécurité/sûreté des opérations



2 Investigation et Caractérisation

Améliorer les connaissances permettant d'optimiser les scénarii d'intervention (en particulier le démantèlement) et la stratégie déchet



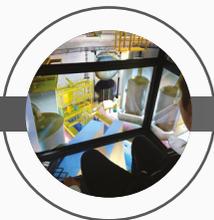
5 Décontamination

Optimiser les performances et la production des déchets tout en maîtrisant les coûts globaux



6 Découpe / Robotique

Augmenter la productivité et réduire les risques pour les intervenants



3 Simulation et Formation

Assurer la qualité de nos interventions par la capitalisation et le transfert de nos savoir-faire grâce aux technologies digitales



4 Surveillance des installations et suivi des opérations

Gagner en productivité et qualité grâce à la gestion dématérialisée des données



7 Support aux opérations

Simplifier et améliorer les conditions d'intervention tout en augmentant la productivité



8 Caractérisation et conditionnement des déchets

Améliorer la caractérisation, le traitement et le suivi des déchets pour optimiser les coûts globaux des filières déchets (traitement, transport et stockage)

SOMMAIRE

Légendes

- **Maturité des technologies**



**Développements
en cours**



**Tests
en cours**



**Tests
réalisés**



Opérationnel

- **Informations complémentaires**



**Lien vers
une vidéo**



**Renvoi vers
une page**



**Solution brevetée
ou en cours**



**Technologie
récompensée**

- Présentation Orano 2
- Présentation Orano DS 3
- Thèmes 4-5

1 Cartographie radiologique et radioprotection

- MANUELA™ 8
- PoStLAM 10
- MARA 12
- RIANA SC 14

2 Investigation et Caractérisation

- Labo In-situ 16
- RODSY & RASCO² 18
- NanoPix 20
- RIANA™ 22
- MINDE 24
- CACTUS 26
- MUNIC 28
- CANET 30
- ANÉMONE 32
- CartoOnline 34
- Scan 3D 36

3 Simulation et Formation

- Simulateur de conduite de pont polaire 38
- Simulateur Manutention / Levage 40
- Simulateurs activités sensibles 42
- Jumper VR 44
- Echaf VR 46
- Echaf RA 48
- Carto VR 50
- Serious Games 52
- Safelift 54

4 Surveillance des installations et suivi des opérations

- Saut de zone 56
- Visite virtuelle 58
- OoPlanning 60
- Borne réservation outillage 62

5 Décontamination

- Résines pelables 64
- Laser de décontamination 66
- ICLAREC II 68
- Électrodécontamination portative 70
- Gel de nappage 72

6 Découpe / Robotique

- DEROSA 74
- Unité de filtration pare-étincelles 76
- Tête de découpe laser orbitale 78
- Bras gonflable 80

7 Support aux opérations

- SAS 5 min 82
- IRIS 84
- Traçage gazeux et particulaire 86
- Système audio/ vidéo 88

8 Caractérisation et conditionnement des déchets

- Déchets acides 90
- Mercure métallique (Hg) 92
- LOR 94
- Laboratoire de cimentation en actif 96
- Lubrifiants PFPE 98
- Logiciel Universel 100
- COLLECTE 102
- Gravats et pulvérulents 104
- TWISTER 106



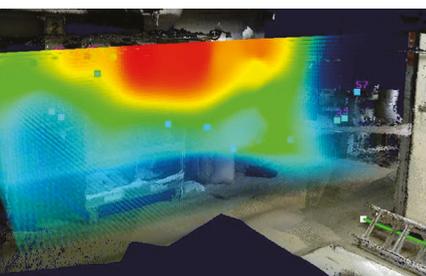
Espace 3D virtuel reconstruit tel qu'existant et en temps réel :

- Reconstruction en 3D de l'environnement tel qu'existant dans lequel sont positionnées simultanément et précisément, les mesures effectuées par l'opérateur
- Mesures associées à leur contexte scanné en 3D, permettant un suivi et un archivage des évolutions de l'environnement
- Accès directe à l'interpolation du champ de débit de dose et à la rétroprojection des points chauds en fin de scan



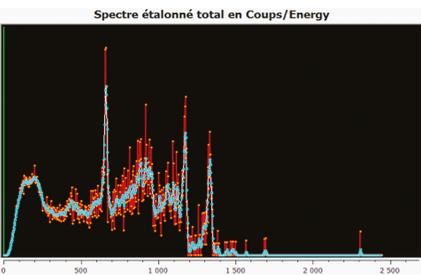
Positionnement précis des points de mesures :

- Mesures radiologiques (débit de dose, spectre gamma) associées à des coordonnées dans un repère X,Y,Z
- Répétabilité de la mesure et maîtrise de l'incertitude de position



Automatisation de la mesure :

- Mesures automatiques et sauvegardées *in situ*
- Plus de points de mesure avec le même geste pour une caractérisation complète des locaux





PRÉCISION

Données précises
à 2 cm près
sans GPS

QUALITÉ

Fiabilité et
traçabilité des
mesures

PERF'

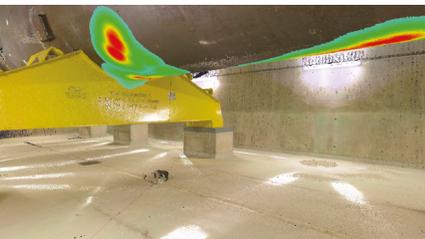
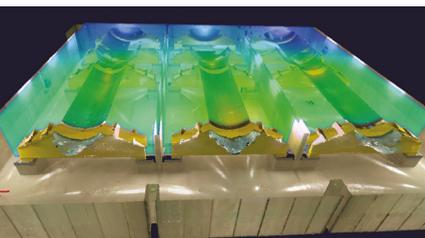
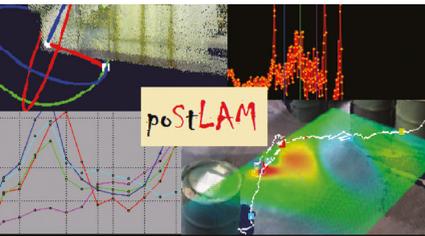
Plus d'information
en une seule
intervention

RÉFÉRENCES

- **EDF CNPE Cattenom :**
cartographies 3D pour
l'étude ALARA du RGV
- **EDF CNPE Fessenheim :**
participation aux études
ALARA des opérations de
maintenance
- **Orano la Hague :**
investigations avant
décontamination des
installations
- **Idaho National
Laboratory :** investigations
préparatoires aux opérations
de maintenance

PoStLAM

L'analyse 3D de données physiques et radiologiques



PoStLAM Viewer - Environnement 3D amélioré :

- Visualisation du scan 3D et des mesures positionnées (débits de dose, spectres gamma)
- Visualisation des résultats interprétés avec PoStLAM Standard et Expert :
 - distribution de l'intensité du rayonnement gamma
 - repérage spatial des sources d'irradiations et de leurs caractéristiques

PoStLAM Standard - Outil de démarche ALARA :

- Sauvegarde des investigations sous forme d'archives numériques
- Gestion d'une simple pièce jusqu'au bâtiment complet (jumeau numérique)
- Intégration d'opérateurs virtuels (avatars) dans la 3D afin d'évaluer le bilan dosimétrique des intervenants dans le cadre des démarches ALARA
- Simulation de scénarii d'intervention et optimisation des postes de travail
- Export vers des logiciels de CAO sous différents formats standardisés (p. ex. .obj, .mpt et .csv)

PoStLAM Expert - Outil d'expertise :

- Spectrométrie gamma
- Calculs d'activités par fonctions de transfert et solving

EXPERTISE

Spectrométrie
gamma et calcul
d'activités

ALARA

Visualisation
d'isodoses et
optimisation
dosimétrique

PERF'

Numérisation de
l'environnement,
archivage et
maîtrise des
données

RÉFÉRENCES

- **EDF CNPE Cattenom :**
cartographies 3D pour
l'étude ALARA du RGV
- **EDF CNPE Fessenheim :**
participation aux études
ALARA des opérations de
maintenance
- **Orano la Hague :**
investigations avant
décontamination des
installations
- **Idaho National
Laboratory :** investigations
préparatoires aux
opérations de maintenance

MARA

Maillage Assisté par Réalité Augmentée



Maillage pour cartographie de grandes surfaces :

- Réalisation rapide et automatique d'un maillage préalable aux investigations radiologiques
- Renseignement des informations sur une unité de commande (smartphone) et édition d'un rapport d'intervention dès la sortie du chantier
- Remplacement des solutions intrusives de maillage classique



Visualisation des informations récoltées :

- Communication entre le boîtier MARA et le smartphone sans fil (via Wi-Fi)
- Visualisation d'un maillage directement sur le smartphone grâce à la réalité augmentée (RA)



Traçabilité des informations :

- Sauvegarde automatique des informations acquises *in situ* sur le smartphone
- Inscription des données sur des puces NFC fixées sur chaque cellule du maillage
- Écriture et lecture des informations grâce au smartphone connecté à un encodeur NFC



ALARA

-60% de temps
passé en zone
irradiante

QUALITÉ

Traçabilité des
mesures

SIMPLICITÉ

Installation en
moins de 2 min

RÉFÉRENCES

- **Orano Tricastin :**
investigation de grandes
surfaces en amont
des opérations de
démantèlement
- **CEA Marcoule :**
investigation de piscines
en amont des opérations
de démantèlement

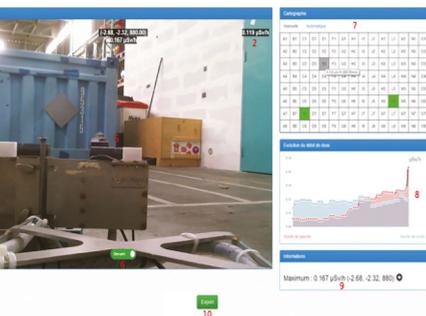
RIANA SC

Cartographie radiologique autonome sous les conteneurs



Cartographie radiologique (débit de dose) autonome des faces inférieures externes des conteneurs de déchets

- Robot mobile permettant de réaliser la cartographie radiologique de la face inférieure des conteneurs de manière autonome
- Trajectoire établie pour couvrir 100% de la surface à cartographier
- Co-activité sans risque grâce au positionnement du robot sous le conteneur à tout instant
- Mesure du débit de dose réalisée à une distance réglable (30 centimètres par défaut) pouvant être affinée au contact grâce à un monte-baisse



Supervision et traçabilité des informations

- Contrôle du robot depuis un poste de pilotage déporté
- Cartographie 2D en temps réel permettant d'identifier les zones d'intérêt à investiguer au contact
- Visualisation des mesures de débit de dose en temps réel
- Sauvegarde automatique des données de chaque contrôle réalisé
- Réalisation d'une vidéo pendant le trajet pour investigation visuelle



SÉCURITÉ

Suppression du
risque de chute
et réduction
de la dose

QUALITÉ

Cartographie
100% exhaustive
et traçable

AUTONOME

Robot conçu
pour travailler en
co-activité

RÉFÉRENCES

- **Orano DS ICPE Triade :**
mise en œuvre de RIANA
SC pour le contrôle des
conteneurs de déchets
avant leur expédition

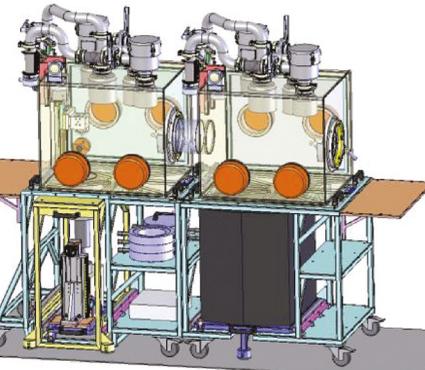
Labo In-situ

L'analyse au plus près du chantier



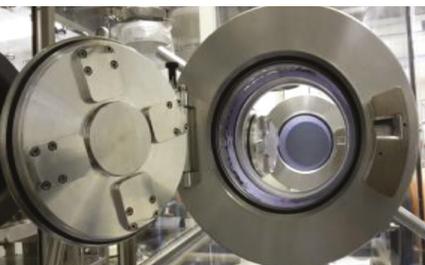
Caractérisation radiologique d'échantillons solides au plus près du chantier :

- Installation totalement modulaire, mobile et adaptable en fonction des besoins spécifiques du chantier comme par exemple :
 - mesures de spectrométrie gamma (échantillons protégés par un blindage afin de les mesurer dans un environnement présentant un bruit de fond élevé)
 - mesures de teneur en eau d'échantillons à l'aide d'une thermobalance



Optimisation du planning et des plans d'échantillonnage :

- Alternative à l'envoi systématique des échantillons en laboratoire
- Maintien d'analyses de référence ciblées en laboratoire
- Possibilité d'augmenter le nombre d'échantillons analysés sans impact sur le planning du chantier
- Réduction du nombre d'échantillons transportés vers le laboratoire



Sûreté / Sécurité :

- Boîte à gants ventilée classe 2 selon la norme ISO 10648-2 relative aux enceintes de confinement



SÛRETÉ

Systeme de
boîte à gants
étanche

QUALITÉ

Amélioration de la
représentativité
des mesures

PERF'

Diminution des
délais de transport
et d'analyse

RÉFÉRENCES

- **CEA Marcoule** : mise en œuvre en cours sur le chantier UDH

RODSY & RASCO²

Système de carottages béton à distance et mesure *in situ*



Carotteuses sur chenilles pour prélever à distance et à sec du béton en mode semi-automatique :

- **RODSY30** : un carottage unique de 30 cm de long
- **RODSY10+** : 5 carottes de 10 cm de long lors d'une même intervention

Facilitation et fiabilisation des opérations :

- Systèmes permettant la réalisation de carottages à distance en zones irradiantes et/ou contaminantes
- Carottages réalisés à sec évitant la gestion d'effluents contaminés



Sécurité / Sûreté des interventions :

- Suppression de la dose intégrée par les opérateurs grâce au pilotage des carotteuses à distance
- Risque criticité en environnement U/Pu limité en raison de l'absence d'eau

RASCO² : poste de mesure mobile pour analyse *in situ*



- Système de mesure automatisé pour déterminer le profil de contamination de la carotte par spectrométrie gamma
- Logiciel de traitement des mesures pour la visualisation de la répartition 3D de la contamination dans la structure de génie civil

SÛRETÉ

Suppression du
risques de
dissémination de la
contamination

SÉCURITÉ

Effort mesuré,
redémarrage à
distance,
certifié CE

PERF'

Réalisation des
analyses des
carottages
in situ

RÉFÉRENCES

- **CEA Marcoule** : fourniture d'un système complet dans le cadre du projet de démantèlement du magasin U dégainage

NanoPix

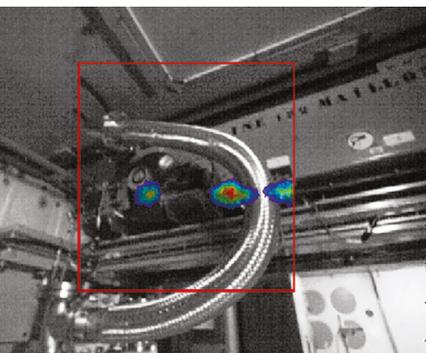
Gamma caméra miniature



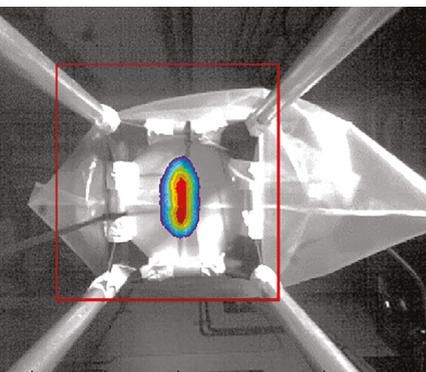
NanoPix : imageur gamma développé par le CEA LIST en collaboration avec Orano DS

NanoPix permet :

- La superposition d'une image réelle (photo) et d'un gradient de débit de dose formalisé par une tache colorée
- La localisation rapide de sources gamma dans des zones difficilement accessibles et/ou dans des ambiances radiologiquement élevées



Principal atout : taille et poids limité permettant son installation sur différents porteurs (p. ex. perche, robot, bras robot, drone, etc.)



Caractéristiques techniques :

- Dimensions : 10 x 7 x 5,4 cm
- Poids : < à 400 g
- Résolution angulaire : 6°
- Champs de vue : 50°

ALARA

Investigation
à distance ⇒
réduction dose
opérateur

MINIATURE

Peut être
facilement
embarquée

INNOVANT

La plus petite
gamma caméra
du marché

RÉFÉRENCES

- **Orano la Hague** : mesure filtre effluents
- **Orano la Hague** : identification de points chauds sur gaine de ventilation
- **Orano la Hague** : identification précipitation matière en fond de capacité
- **CEA Marcoule** : investigations Fosse 7 et piscines P et Q

RIANA

Porteur multi-usage d'investigation



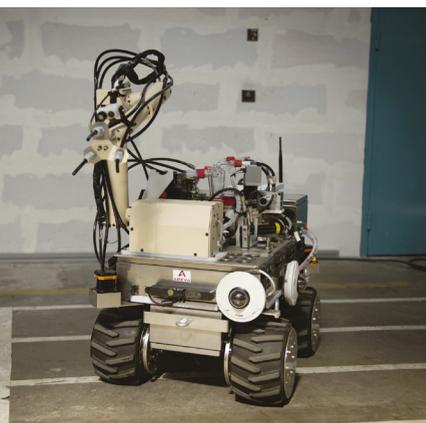
Module de cartographie radiologique du sol :

- Construction d'une carte 2D en temps réel et positionnement précis des mesures effectuées
- Mesure de débit de dose, contamination surfacique et spectrométrie gamma



Bras à 3 degrés de liberté piloté à distance :

- Prise d'objets à la pince, cartographie radiologique des murs et des équipements
- Préhenseurs interchangeables permettant de déplacer des objets et des sondes de mesure



Module de prise d'échantillons liquides et pulvérulents :

- Prélèvement de 3 échantillons liquides ou pulvérulents (50 cm^3 max) et mesure de débit de dose *in situ*

ALARA

Mesures réalisées
à distance

QUALITÉ

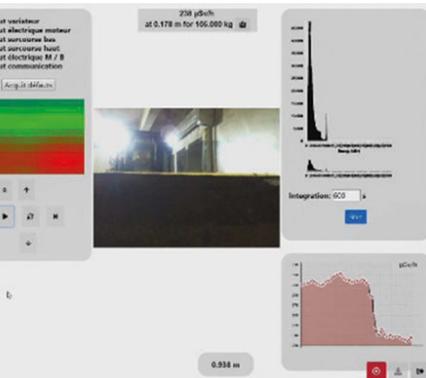
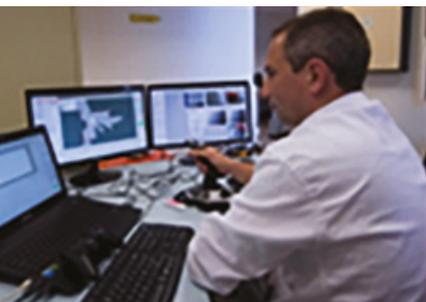
Précision et
traçabilité des
mesures

MODULARITÉ

Modules de
mesure inter-
changeables

RÉFÉRENCES

- **CEA Marcoule** : fourniture d'un équipement dans le cadre du pack des Unités d'Intervention
- **Force d'Intervention Nationale Orano (FINA)** : fourniture d'un équipement dans le cadre des opérations de gestion de crise



IHM modulaire, évolutive et customisable de pilotage d'instrumentation :

- Interface Homme Machine (IHM) ergonomique et étudiée pour rendre accessible le pilotage d'instrumentation nucléaire à des profils non experts
- Intégration de l'ensemble des éléments de mesure nécessaires aux opérations en environnement nucléaire (p. ex. débit de dose, spectrométrie gamma, caméras, distance, pesée, etc.)
- IHM customisable permettant à la fois le pilotage et la visualisation des données en temps réel

Investigation et caractérisation :

- Système utilisé pour le pilotage à distance de robots d'investigation nucléaire
- Intégré dans des postes de caractérisation nucléaire

ADAPTABLE

aux contraintes de
chaque opération

ACCESSIBLE

à des profils non
experts

TRAÇABILITÉ

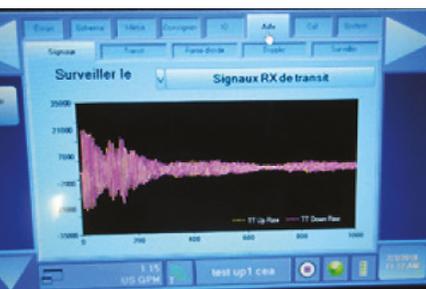
et archivage des
données

RÉFÉRENCES

- **Orano DS ICPE Triade** : interface de pilotage du robot de contrôle des conteneurs RIANA SC
- **CEA Marcoule** : interface de pilotage du robot d'investigation RIANA
- **CEA Marcoule** : interface de pilotage du poste de caractérisation des fûts STEL

CACTUS

Contrôle ACTif des Tuyauteries par UltraSons



Problématique :

- L'identification de la présence de liquide résiduel dans les tuyauteries est indispensable en amont des opérations de démantèlement, compte tenu des risques encourus par les opérateurs
- En effet, les conséquences peuvent être significatives pour l'opérateur de démantèlement (p. ex. contamination, risque chimique, etc.) et pour le déroulement du chantier

La solution de détection par Ultrasons :

- Mise en œuvre d'une technique de mesure par ultrasons avec instrument portable de terrain permettant de réaliser les mesures rapidement dans la plupart des configurations de chantier
- Adaptation d'instruments existants à nos contraintes d'intervention
- Technique passive (sans source) et non intrusive
- Réduction des risques liés à la présence résiduelle d'effluents liquides dans les tuyauteries lors des opérations de démantèlement
- Suppression des arrêts de chantier liés à la présence de liquide résiduel non prévue par le scénario de démantèlement

SÉCURITÉ

Suppression
des risques de
projection de
liquide

FIABILITÉ

Adaptation d'un
système éprouvé

PERF'

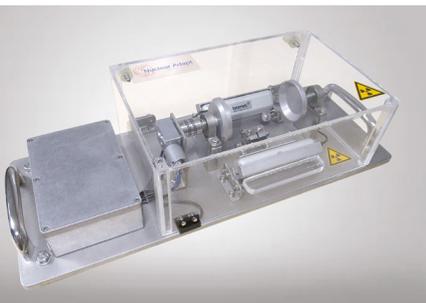
Suppression des
aléas chantier liés
à la découverte
de liquide
résiduel

RÉFÉRENCES

- **CEA Marcoule** : première mise en œuvre industrielle sur l'usine UP1 en 2018

MUNIC

Mesure Unitaire Neutronique des Cruchons



Problématique :

- L'enrobage des boues radioactives dans des matrices cimentaires selon les spécifications Andra requiert la connaissance de leur caractéristiques physiques, chimiques et radiologiques
- L'analyse en laboratoire des cruchons de prélèvement de boue entraîne des coûts et des délais très pénalisants pour l'exploitation

MUNIC : solution de mesure non destructive et non intrusive développée pour déterminer la teneur en eau (et indirectement la quantité de matière sèche) des cruchons de boues radioactives :

- Optimisation de la formulation des colis cimentés (c.-à-d. mélange de boue et de ciment)
- Limitation des coûts d'analyse et réduction des délais d'attente des résultats de laboratoire

SÉCURITÉ

Mesure non intrusive sans ouverture des cruchons

RAPIDITÉ

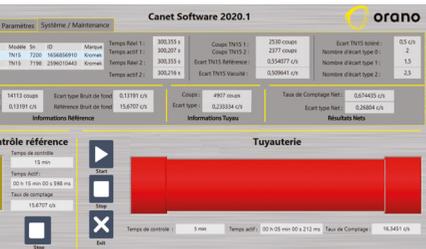
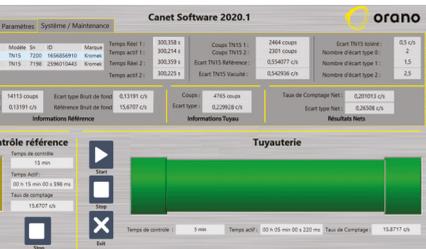
Résultats en 30 min contre 1 semaine en laboratoire

FIABILITÉ

Sécurisation de la fabrication des colis cimentés

RÉFÉRENCES & PERSPECTIVES

- **CEA Marcoule (UP1) :** les essais de qualification sur cruchons inactifs ont démontré une précision des mesures $< 10\%$ en relatif
- **CEA Marcoule (UDH) :** La 1^{ère} mise en œuvre du dispositif est prévue en 2022



Problématique :

- L'identification de présence de liquide résiduel dans les tuyauteries est indispensable en amont des opérations de démantèlement, compte tenu des risques encourus par les opérateurs
- En effet les conséquences peuvent être significatives pour l'opérateur de démantèlement (c.-à-d. contamination, risque chimique, etc.) et pour le déroulement du chantier

CANET : un dispositif de terrain permettant

- La détection de la présence d'une phase liquide dans un élément de tuyauterie de manière non intrusive
- Le démantèlement des tuyauteries de la manière la plus adaptée et la plus sûre possible

Outil fourni avec :

- Une perche pour atteindre les zones difficiles d'accès
- Un logiciel d'analyse intuitif conçu pour que l'opérateur puisse disposer d'un diagnostic immédiat sur le terrain (c.-à-d. présence/absence d'un liquide)

SÉCURITÉ

Suppression
des risques de
projection de
liquide

QUALITÉ

Résultats fiables
et reproductibles

EXPERTISE

Résultats
interprétés
pour guider
l'opérateur

RÉFÉRENCES

- **CEA Marcoule (UP1)** : tests de qualification réalisés en 2020 sur maquette avec liquides chargés et dépôts solides

ANÉMONE

Outil de récupération et de prélèvement



Préleveur pour reprendre de la matière ou des objets, que ce soit à des fins de prise d'échantillons ou plus généralement pour la récupération et l'évacuation



Caractéristiques :

- Structure : corps rigide et tête souple équipée de tentacules permettant de piéger tout type de matériaux solides
- Dimensions : 95 mm de diamètre et 375/265 mm (déployé/rétracté) de long
- Préhension : assurée par un mouvement de rétraction de l'anémone



Echantillonneur universel, reproductible, évolutif et simple d'utilisation :

- Dimensions adaptables selon les besoins
- Récupération simultanée de plusieurs objets solides
- Récupération de divers matériaux (p. ex. plomb, acier, corium, etc.)
- Compatible avec différent types de substrats (p. ex. eau, boue, sable)
- Résiste à l'irradiation



IMPRESSION

3D

Temps de fabrication réduit

RADIOPRO

Impact dosimétrique limité

PERF'

Intervention en milieu contraint, irradiant et immergé

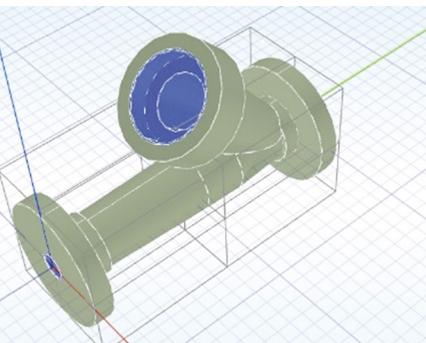
RÉFÉRENCES

- **Beaumont - Hall d'essai Orano Projets** : les essais ont démontré que l'outil peut prélever des échantillons de différentes natures (p. ex. métal, corium, plastique, etc.), densités, tailles et rugosités, dans différents milieux (p. ex. air ou eau) et sur différents substrats (p. ex. sable, boue, gravats)



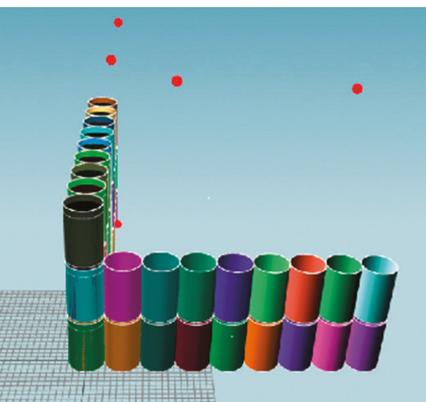
Logiciel de modélisation 3D appliqué au calcul de radioprotection et de mesures nucléaires :

- Modélisation paramétrable de géométries complexes
- Modification en temps réel des données d'entrée (p. ex. taille des contenants, niveau de remplissage, densité, etc.)
- Création de fonctions de transfert paramétrables



Expertise et partage des informations :

- Application disponible sur tablette pour une utilisation *in situ*
- Outil Offline ou Online cloud permettant le partage des informations à distance et un accès simplifié à l'expertise
- Compatible avec le poste de mesure polyvalent développé par Orano DS pour une caractérisation des déchets entièrement automatisée



Codes de calcul éprouvés et qualifiés

- NARMER : Qualifié Orano, CEA et EDF

SIMPLICITÉ

Utilisation pour
les profils
débutants et
confirmés

QUALITÉ

Diminution des
incertitudes de
mesure =
optimisation
filière déchet

PERF'

Facteur 10
de diminution
du temps de
modélisation

RÉFÉRENCES

- **CEA Marcoule :**
modélisation des
piscines P&Q en amont
des opérations de
démantèlement
- **Orano Tricastin :**
modélisation
d'équipements pour
caractérisation *in situ*
- **Orano Malvési :**
modélisation des déchets
pour caractérisation finale
- **Orano la Hague :**
modélisation *in situ* pour
investigations

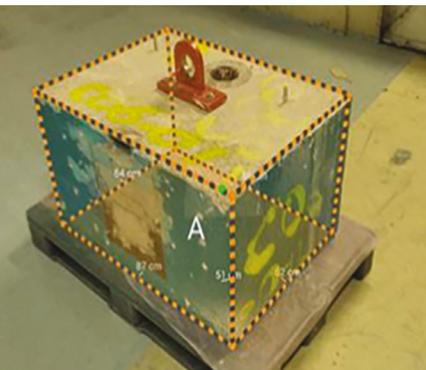
SCAN 3D

Numérisation 3D



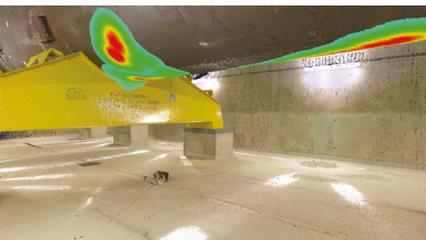
Etat des lieux physique d'un environnement :

- Numérisation 3D d'un environnement pour une visualisation à un instant donné
- Réalisation de toutes les mesures d'un environnement complexe en une prise, stockées dans un dossier unique



Préparation d'interventions :

- Intégration d'éléments 3D (p. ex. outillage, robots, sas, etc.) dans l'environnement afin de valider l'implantation du chantier et visualiser les interférences
- Simulation du remplacement de matériel, vérification des raccords, etc.



Partage de l'information :

- Navigation dans un modèle virtuel 3D tel qu'existant
- Extraction de plan et de tranches : visualisation de l'encombrement et des accès
- Présentation aux opérateurs de l'environnement de chantier, compréhension des risques et fiabilisation des interventions



SÛRETÉ

Capotage breveté
pour intervention
en zone
contaminée

QUALITÉ

Fiabilité, précision
et traçabilité des
données

ADAPTABLE

Scans réalisables
en intérieur et
extérieur

RÉFÉRENCES

- **CEA Marcoule** : usine UP1
- Salle 55, SPF/AVM, STEL
- **CEA Saclay** : ADEC,
Ulysse, STEL, EDC, etc.
- **CEA Cadarache** : INB 54,
AGATE, etc.
- **EDF CNPE Chinon** : salle
des machines, boîtes à eau
du circuit CEX
- **Orano la Hague** : UP2-
400 HAO

Simulateur de conduite de pont polaire

Immersion dans un environnement virtuel



Reproduction d'une cabine de pont polaire :

- Immersion des pontiers dans l'environnement d'un bâtiment réacteur
- Poste de conduite transportable et proche du réel

Modélisation 3D et scénarii :

- Modélisation en 3D des environnements des bâtiments réacteurs
- Intégration de l'ensemble des scénarii types d'un arrêt de tranche
- Gestion des collisions avec l'environnement et simulation d'aléas



Intégration d'un avatar du chef de manœuvre doté d'intelligence semi-artificielle :

- Suivi des consignes du chef de manœuvre par le pontier
- Adaptation en temps réel des ordres du chef de manœuvre en fonction du déplacement effectif de la charge



Tablette de contrôle :

- Suivi en temps réel de l'activité et interaction directe avec le pontier
- Possibilité de re-visualiser l'ensemble de la manœuvre



DISPONIBLE

Formation accessible hors arrêts de tranche

ÉVOLUTIF

Simulation de scénarii sur demande

PÉDAGOGIE

Analyse et échange à l'issue de la formation

RÉFÉRENCES

- **Orano DS - EDF CNPE Penly** : prestations de formations en amont des arrêts de tranches (démarche Just in Time EDF)
- **EDF CNPE Paluel** : prestations / entraînements de la sortie du GV42 (générateurs de vapeur) de la tranche 2 sur un palier 1300 MW
- **Orano DS - EDF CNPE Creys Malville, Cattenom et Belleville** : formation des primo-intervenants et sensibilisation des pontiers expérimentés

Simulateur Manutention / Levage

Apprentissage en réalité virtuelle



Co-activité avec une manutention au pont polaire :

- Immersion des intervenants dans un environnement modélisé en 3D
- Intégration de la co-activité sur les activités spécifiques (pontiers/chef de manœuvre/surveillants, etc.)
- Apprentissage de l'ensemble des gestes réglementaires et techniques
- Préparation et entraînement à la manutention et à l'utilisation d'outillages spécifiques (p. ex. MLV, MEDCP, GV, RTG, etc.)



Prestations d'interventions spécifiques :

- Formation dans un environnement virtuel sur des activités à risques
- Apprentissage des gestes techniques
- Sensibilisation aux risques :
 - radiologiques, stress, gestion du temps de l'activité
 - techniques, mécaniques ou en lien avec la co-activité
- Intégration d'aléas permettant aux opérateurs d'être confrontés à des situations exceptionnelles sans le moindre risque





DISPONIBLE

Formation accessible en permanence

ÉVOLUTIF

Simulation de scénarii sur demande

PÉDAGOGIE

Analyse et échange à l'issue de la formation

RÉFÉRENCES

- **Framatome** : création d'un module d'entrainement en RV pour l'entrée et la sortie des générateurs de vapeur (GV) sur un palier 1300MW
- **Orano DS** :
 - Formation à la mise en place de la MEDCP
 - Visite virtuelle pour les primo-intervenants

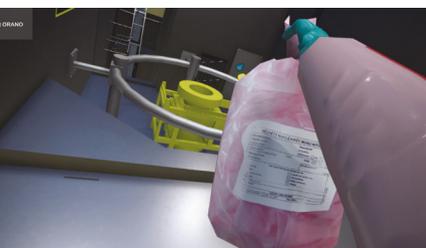
Simulateur activités sensibles

Activités récurrentes et environnements difficiles



- Développement d'application métier en réalité virtuelle (p. ex. décontamination (piscine BR/BK) et déchets)

Scénarii créés sur la base de situations réelles :



- Préparation et formation dans des environnements difficiles (capacités, bâtiment réacteur, etc.)
- Mise en pratique sur des activités récurrentes (gestion des déchets, décontamination, sas de confinement, etc.)
- Visites virtuelles et mises en pratique concrètes sur les installations



Apprentissage et entrainement :



- Prévention des risques :
 - radiologiques, stress, gestion du temps de l'activité
 - techniques, mécaniques ou en lien avec la coactivité
- Formation des intervenants à une activité spécifique :
 - apprentissage des gestes techniques.
 - feed-back temps réel avec les experts métiers
- Intégration d'aléas permettant aux opérateurs d'être confrontés à des situations exceptionnelles sans le moindre risque

MODULABLE

Développements dédiés en fonction des contraintes terrain

SÉCURITÉ

Identification des risques et des impacts

PÉDAGOGIE

Analyse et échange à l'issue de la formation

RÉFÉRENCES

- **Orano DS** : entraînement aux opérations de décontamination des piscines, visite d'un bâtiment réacteur
- **EDF CNPE Belleville** : sensibilisation BR (bâtiment réacteur) auprès de 30 primo-intervenants

Jumper VR (remplacement tape GV)

Immersion dans la peau d'un jumper



La réalité virtuelle en milieu confiné :

- Immersion des apprenants jumper* dans la boîte à eau d'un générateur de vapeur (GV)
- Réalisation des gestes techniques pour la pose et la dépose des «Tapes à Joint Passif» (TJP)



Une simulation proche du réel :

- Simulation de la dose absorbée
- Intégration d'aléas (p. ex. tenue déchirée, perte d'alimentation en air, alarme débit de dose, etc.)
- Exercices chronométrés à réaliser dans un temps imparti (c.-à-d. 60 secondes dans le bol du GV)
- Édition d'un rapport au format pdf pour assurer le suivi des formations réalisées par les apprenants



Avantages :

- Facilité de mise en œuvre
- Réduction des coûts
- Test d'aptitude des postulants

*Jumper : Opérateur qui remplace la Tape dans la Boîte à Eau du GV

RSE

Environnement
stimulant, propice à
l'apprentissage

SÉCURITÉ

Entraînement des
opérateurs dans un
milieu sécurisé

PERF'

Répétition des
gestes techniques
à moindre coût

PERSPECTIVES

- **EDF CNPE Paluel :**
dispenser la formation à
la population de jumpers
Orano DS (T1 2022)

Echaf VR

Réalisation de travaux en hauteur en toute sécurité



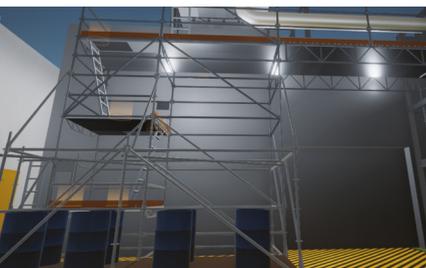
La réalité virtuelle (RV) pour les échafaudeurs :

- Primo-intervenants : accès simple et ludique aux informations nécessaires à la conception et à l'inspection d'échafaudages
- Expérimentés : recyclage et mise à jour des connaissances

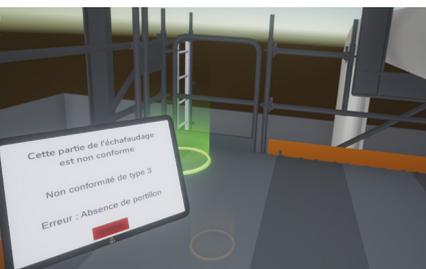


Application composée de quatre modules :

- Choix des différents types d'EPI
- Montage d'un échafaudage à l'aide d'un plan
- Réception d'un échafaudage : identification des erreurs présentes dans des échafaudages plus ou moins complexes et prédéfinis
- Positionnement des parades liées au risque séisme sur le montage des ouvrages



→ Adaptation graduelle de la complexité de ces modules aux connaissances des apprenants (c.-à-d. débutant intermédiaire et expérimenté)



Edition d'un rapport de la formation après chaque séance

Solution disponible pour former des échafaudeurs travaillant en dehors du domaine du nucléaire

RSE

Environnement
stimulant, propice
à l'apprentissage

SÉCURITÉ

Sensibilisation à
la sécurisation des
échafaudages

PERF'

Répétition des
gestes techniques
à moindre coût

**RÉFÉRENCES &
PERSPECTIVES**

- **EDF CNPE Penly :**
préparation montage des
échafaudages en fond de
piscine (juin et septembre
2021)
- **Orano DS :**
déploiement prévu en
2022 sur tout le périmètre
DO PN

Echaf RA

Un outil au service des chantiers qui prennent de la hauteur

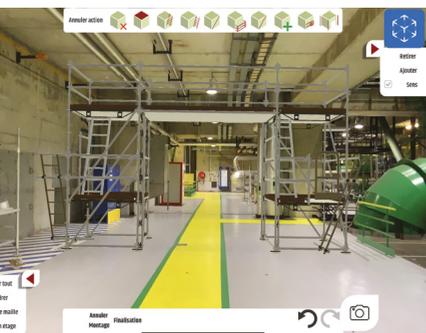


Les échafaudage en Réalité Augmentée (RA) :

- Concevoir des échafaudages adaptés aux contraintes des chantiers et faciliter leurs visualisations en trois dimensions (3D) dans leur environnement à l'aide de la réalité augmentée sur un outil mobile (tablette)

Proposition de deux options :

- Option 1 - Échafaudage créé en temps réel sur le terrain avec une tablette :
 - identification de la zone de montage, conception d'un échafaudage visualisation de la conception en RA, enregistrement de l'ouvrage et envoi vers le bureau d'études pour la réalisation de la note de calcul
- Option 2 - Import de la conception 3D issue du bureau d'études
 - positionnement d'un échafaudage validé dans son environnement réel, vérification et contrôle de l'ouvrage en amont de son montage, validation des données avec le client sur le terrain



Génération automatique d'un rapport intégrant :

- La liste du matériel nécessaire à la réalisation de l'ouvrage
- Des vues du positionnement de l'échafaudage modélisé

RSE

Environnement
attractif et
stimulant

UNIVERSEL

Modélisation
des marques
d'échafaudage
utilisées par
ODS

PERF'

Validation
technique avec
nos clients avant
montage

RÉFÉRENCES

- **EDF CNPE de Chinon :**
Echaf RA a été testée en août 2021 en extérieur et intérieur, sous différentes conditions de luminosité et sur la base des demandes faites habituellement par nos clients

Carto VR

L'immersion sans l'exposition



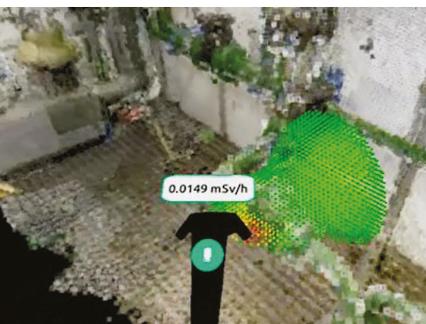
Environnement immersif et interactif pour la formation des intervenants

- Immersion des opérateurs dans l'espace de travail en réalité virtuelle
- Présentation de l'environnement de chantier pour comprendre les risques et ainsi fiabiliser l'intervention
- Intégration d'outils interactifs améliorant l'immersion : radiamètre virtuel, mesure de distance, visualisation des points chauds et du champ radiologique, etc.
- Déployable rapidement et dans tout type d'environnement



Transmission de l'information sans exposition

- Transmission de la réalité du chantier de manière efficace et visuelle aux non-intervenants impliqués dans l'opération
- Pas d'exposition plus que nécessaire des intervenants
- Obtenu avec **MANUELA™** et **PoStLAM**





ALARA

Visualiser la zone radioactive sans s'exposer

SÉCURITÉ

Prévention des risques grâce à la formation

PERF'

Contexte retranscrits de manière plus efficace

RÉFÉRENCES

- **EDF CNPE Cattenom :** cartographies 3D pour l'étude ALARA du RGV
- **EDF CNPE Fessenheim :** participation aux études ALARA des opérations de maintenance
- **Orano la Hague :** investigations avant décontamination des installations
- **Idaho National Laboratory :** investigations préparatoires aux opérations de maintenance

Serious Games

Apprentissage ludique pour l'acquisition de savoirs



Nouvelle méthodologie de formation :

- Conception d'un environnement 3D intégrant des activités ciblées
- Immersion des apprenants dans un contexte proche de la réalité
- Confrontation de l'apprenant à des situations à risques et développement des comportements et attitudes qui sauvent
- Initiation à une relation de vigilance partagée

Développement de scénarii dédiés :

- Accueil de nouveaux arrivants, Pratiques de Fiabilisation des Interventions, Gestion de contaminés, Maintenance spécialisée, Sécurité des intervenants, Vigilance partagée et Jumpers
- Thématiques qualité, sécurité, sûreté (incendie, rayonnements ionisants, transport de matières dangereuses, port des EPI, déplacement en véhicule, prévention des TMS, etc.)
- Thématiques métiers (gestion des contaminés, logisticiens, manutentionnaires, échafaudeurs, etc.)

Formations adaptables selon les besoins :

- Session en salle avec formateur
- Session sur PC dédié avec émission d'un rapport nominatif

EDU-TAINMENT

Apprentissage
ludique pour
l'acquisition de
savoirs

INTÉRACTIF

Environnement
de travail
fidèle au réel

EXER-GAME

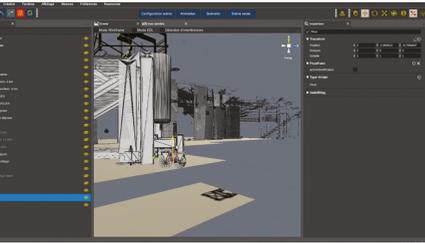
Apprendre à
faire des tâches
correctement par
la répétition

RÉFÉRENCES

- **Orano DS / EDF - UTO :** développement de modules sur-mesure adaptés aux contraintes spécifiques des sites

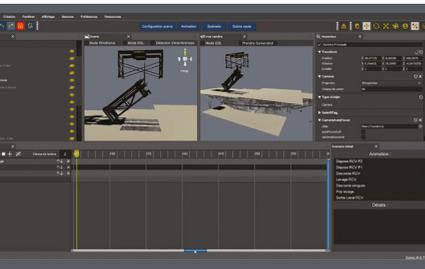
Safelift

Simulateur de manutention complexe



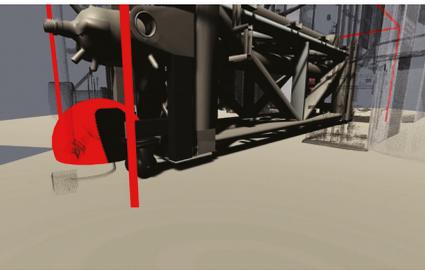
Application Safelift :

- Concevoir, modéliser et réaliser une cinématique de manutention sur la base de données 3D (p. ex. nuage de points, maillages géométriques numérisés, etc.)



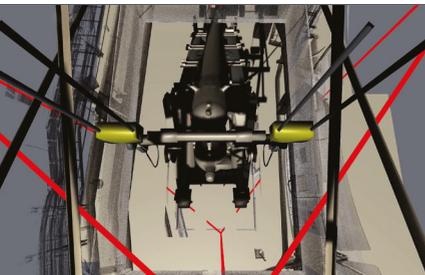
De l'étude à l'analyse des scénarios de manutention :

- Création de scénarii de manutentions complexes sur la base de nuages de points (jusqu'à 50 millions de points)
- Calcul en temps réel des distances permettant d'identifier les zones de collisions entre l'objet manutentionné et son environnement
- Simulation de scénarii de manutention par une interface de création et de gestion des animations
- Export des choix de cinématiques
- Validation de la méthodologie la plus adaptée à l'environnement réel



Perspectives :

- Prise en compte de la complexité des installations d'EDF et des opérations de levage afin de scénariser rapidement des simulations de levage (incluant le basculement de la charge, la modélisation en temps réel)
- Évolution vers les professionnels du levage



SOLUTION

Logiciel de simulation tout-en-un

ÉVOLUTIF

Simulation de scénarii d'intervention à la demande

ADAPTABLE

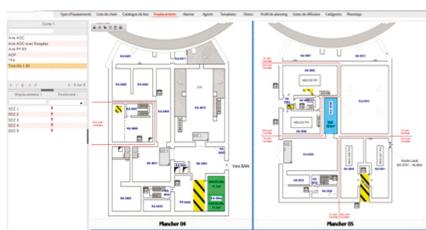
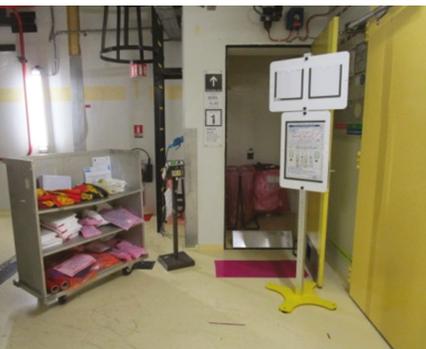
Analyse et échange vers les spécificités métiers

RÉFÉRENCES

- **EDF - UTO - R&D** : Safelift (build 7.14) a été mis en œuvre pour les activités d'UTO ; l'application a été livrée à EDF R&D le 30 juin 2021

Saut De Zone (SDZ)

Boîtier de contrôle pour le suivi des sauts de zone



Application Saut de Zone (SDZ) :

- Localiser, contrôler et sécuriser les accès sur les chantiers

Les actions :

- Localisation et contrôle numérique des chantiers sur une application web
- Contrôle numérisé et synchronisé de la conformité de l'installation par l'utilisation de l'application mobile
- Identification visuelle de la conformité ou des écarts sur les chantiers avec le boîtier saut de zone positionné sur le chantier
- Conformité des chantiers assurée à tout moment
- Capitalisation du REX (p. ex. photographie des précédentes poses de saut de zone / local)

Suivi optimisé de la conformité des SDZ :

- **Localisation** : identification des zones à contrôler par l'intervenant
- **Affichage** : dématérialisation et pérennisation de la fiche de suivi posée sur le totem

Dispositif adaptable à d'autres applications (p. ex. conformité des chantiers)



UNIQUE

Seule application
du marché offrant
le contrôle SDZ

SÉCURITÉ

Permet de garantir
la conformité
des chantiers en
tout temps

EFFICACITÉ

Gain de temps et
réduction des
fiches de suivi
papier

PERSPECTIVES

- **Orano DS - EDF CNPE Cattenom** : déploiement du pilote T3 2021

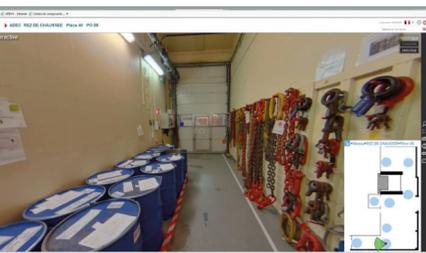
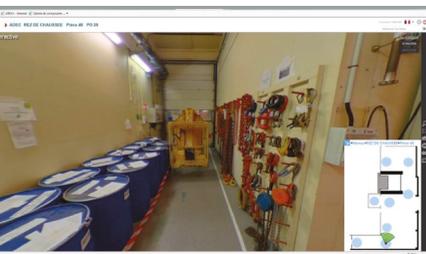
Visite virtuelle

Visite et supervision des installations



Donner accès à l'information au plus grand nombre :

- **Formation et immersion des intervenants** : immersion des intervenants et des acteurs des projets dans un environnement nouveau et parfois non accessible physiquement
- **Gestion des informations** : centralisation et fiabilisation de l'ensemble des informations récoltées, nécessaires aux études et à la préparation des interventions
- **Exploitation des installations** : inventaire et suivi de nombreux équipements au sein d'une installation



Solution VIS-On :

- Utilisation d'une caméra 360° permettant de capturer rapidement l'environnement dans son ensemble
- Couplage des photos 360° à des données métiers afin de générer un environnement visuel et numérique enrichi
- Visites à distance, visites guidées, intégration d'annotations ou de points de contrôle, etc.

SIMPLICITÉ

Mise en œuvre
opérationnelle
immédiate

ADAPTABLE

Intégration
de tous types
d'informations

ÉVOLUTIF

Fichier enrichi tout
au long de la vie
du projet ou de
l'installation

RÉFÉRENCES

- **CEA Saclay** : création du support de visite virtuelle de l'ADEC dans le cadre des activités d'exploitation et de suivi des rondes
- **TRIHOM Gravelines** : création du support de visite virtuelle du chantier école pour intégration aux différents modules de formation

OoPlanning

Le calendrier interactif du logisticien



OoPlanning

- Gestion numérisée des calendriers de réservations suite aux demandes clients (p. ex. «permis de feu», «ouverture/fermeture de plancher», etc.)

Une utilisation simplifiée et diversifiée

- Une adresse en ligne pour des réservations multiples
- Un accès ouvert à l'interne et aux entreprises externes
- Des activités fluidifiées et gérées en fonction des besoins (p. ex. pas plus de 2 réservations sur un même créneau horaire)
- Lissage de la charge des intervenants
- Des réponses données à toutes demandes d'interventions

Application accessible via une page web sur un portail dédié

UNIVERSEL

Outil paramétrable
répondant à
plusieurs
besoins

QUALITÉ

Demandes de
réservations
tracées

PERF'

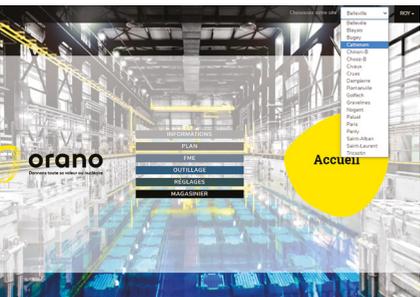
Demandes
d'interventions
maîtrisées

**RÉFÉRENCES &
PERSPECTIVES**

- **Orano DS - EDF CNPE Cattenom** : application testée lors de l'arrêt de tranche (T2 2021)
- **Orano DS** : l'application est en cours de modification pour la déployer sur l'ensemble des sites DO PN, la Hague et Tricastin (T1 2022)

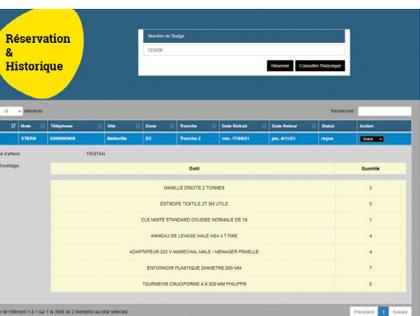
Borne réservation outillage

Gestion optimisée d'informations



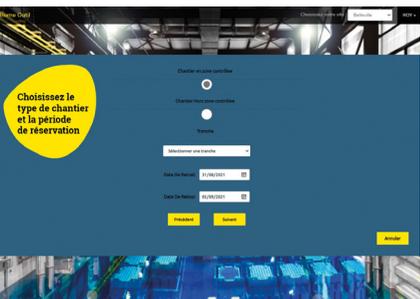
Réservation et retrait des outillages simplifiés :

- Anticipation des demandes sur une plateforme de type e-commerce :
 - accès demandeur avec le suivi de la demande en ligne
 - accès magasinier avec la gestion de stocks et le suivi des demandes d'outillages



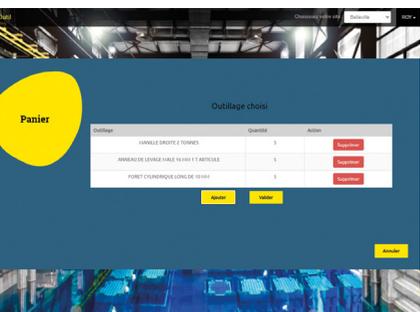
Gestion des flux :

- Limiter les temps d'attentes aux guichets pour le retrait du matériel
- Optimiser la gestion des stocks outillages et l'anticipation des ruptures de stock de matériels



Suivi et traçabilité :

- Regroupement des données sur une même plateforme pour assurer la traçabilité de l'historique du matériel
- Organisation du travail en amont
- Coordonnées des utilisateurs (p. ex. entreprise, chargé d'affaire, téléphone, etc.) connues du magasinier



QUALITÉ

Fiabilisation et traçabilité des informations

SIMPLICITÉ

Interface intuitive

PERF'

Diminution des temps d'attente au magasin

RÉFÉRENCES

- **EDF CNPE Belleville :** déploiement de l'outil sur le magasin outillage du CNPE de Belleville, géré par Orano DS

Résines mono-composant pelables

Décontamination/protection avec une résine pulvérisable



Protection des équipements et des locaux :

- Protection du matériel avant entrée en zone à risque de contamination
- Protection des sas de travail et des zones de chantier à l'aide d'une ou de plusieurs couches séparables de résine
- Protection des équipements de ventilation et des locaux pour maintenir le confinement dynamique



Confinement de la contamination :

- Confinement de surfaces contaminées (p. ex. sas, murs, gaines de ventilation, équipements, etc.)
- Confinement de la contamination entre deux couches de résine



Décontamination :

- Traitement de surfaces contaminées : pulvérisation, séchage puis pelage de la résine assurant un retrait de la contamination fixée superficielle



DÉCHETS

Compatible avec
les filières déchets
nucléaires

SIMPLICITÉ

Pulvérisation à
distance et sans
air comprimé

ADAPTABLE

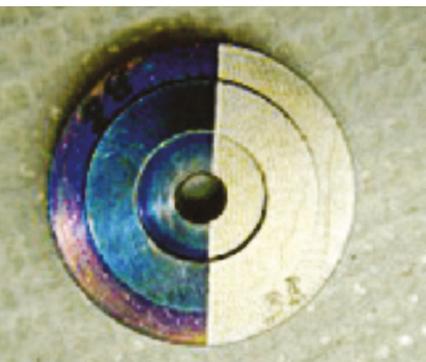
Utilisable sur tout
type de supports

RÉFÉRENCES

- **CEA Saclay** : protection du sas de découpe sur STEL
- **Orano la Hague** : protection et décontamination de sas de découpe sur chantiers de démantèlement
- **Orano la Hague** : restitution du confinement dynamique des bancs de pulsion
- **Orano la Hague** : décontamination d'un CBFK (facteur 8)

Laser de décontamination

Décontamination surfacique de surfaces métalliques



Principe :

- Procédé par voie sèche basé sur l'interaction d'un rayonnement LASER avec la partie superficielle d'une structure (p. ex. couche d'oxyde, enduit, peinture, etc.)

Préparation de surfaces avant Contrôle Non Destructif (CND) :



- Retrait d'oxydes ou de peintures afin de permettre la mise en œuvre d'appareillages de contrôle
- Respect de l'intégrité des cordons de soudure (un plus par rapport aux méthodes mécaniques usuelles)

Décontamination :



- Traitement des contaminations labile, fixée (y compris les oxydes formés à chaud) ou grasse
- Traitement de pièces de géométrie complexe
- Dispositif breveté pour la protection de la tête LASER afin de permettre son utilisation en zone nucléaire sans contaminer les parties au contact des pièces à traiter ni impacter les performances du LASER

RENDEMENT

Jusqu'à 10 m² par
heure en mode
automatisé

DÉCHETS

Aucune production
d'effluents liquides

SÛRETÉ

Compatible avec
les ventilations
des bâtiments
nucléaires

RÉFÉRENCES

- **Orano la Hague** : test de décontamination sur fût ECE
- **EDF CNPE Belleville** : décapage de peinture sur tuyauteries du circuit primaire
- **EDF CNPE Blayais** : décapage de peinture sur anneau de soutien du GV
- **CEA DAM** : décontamination d'équipements métalliques

ICLAREC II

Outillage de clarification des eaux de piscine



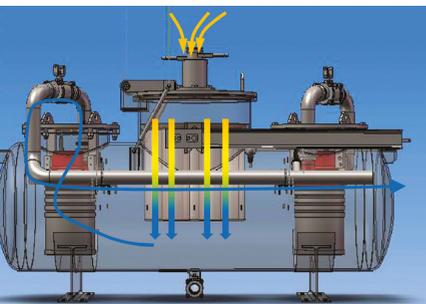
Outil utilisé durant les interventions de maintenance en arrêt de tranche, en amont des phases de déchargement / rechargement du combustible, lorsque :

- La vision sous-eau est limitée due à la turbidité
- L'activité radiologique est élevée
- Des corps étrangers ou des corps migrants sont présents dans l'eau



Système permettant :

- L'aspiration et la filtration des particules en suspension
- L'écrémage de surface : diminution des surnageants par aspiration et filtration des particules en surface
- L'aspiration des particules
- La récupération de corps en fond de piscine (option) : élimination des objets migrants en fond de piscine par aspiration et piégeage des corps (p. ex. boulonnerie, ruban adhésif, objets divers, etc.)



ADAPTABLE

Adapté à de nombreux types de piscines / bassins

SIMPLICITÉ

Manutention et maintenance facilitées

MULTI-FONCTION

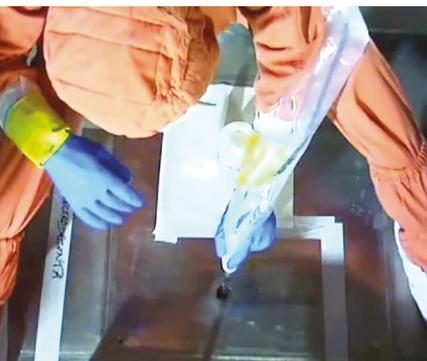
1 seul outil pour 3 applications

RÉFÉRENCES

- **EDF CNPE Bugey :**
déployé pour la première fois T3 2017 pour le nettoyage des piscines de combustible

Électrodécontamination portable

Solution de décontamination de surfaces métalliques



Procédé éprouvé et adapté aux besoins nucléaires

- Procédé consistant en une désintégration de la couche d'oxyde et du métal de base
- Application grâce à un pinceau (ou système multi pinceaux) comprenant plusieurs centaines de milliers de fibres de carbone permettant d'épouser la forme de la pièce ciblée
- Applicable aux opérations de maintenance et de démantèlement ce procédé permet un traitement de la contamination labile et fixée



Décontamination d'outils et petites surfaces

- Décapage de la couche d'oxyde et érosion du métal de base, à l'aide du pinceau préalablement trempé dans un électrolyte (HNO_3 , H_3PO_4 , etc.)
- Améliorer l'état de surface final pour réduire le risque de contamination ultérieure



Décontamination de grandes surfaces

- Des outils adaptés au traitement des grandes surfaces (multi pinceaux, balai «télescopique»)

COÛTS

Limités pour une décontamination efficace

PORTATIF

Pour une meilleure mutualisation des moyens

EFFICACITÉ

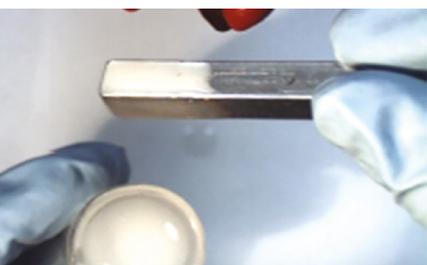
Retrait de plusieurs μm de matière en moins d'une minute

RÉFÉRENCES & PERSPECTIVES

- **CEA Marcoule :**
décontamination poussée (complémentaire) du local 115 de cimentation des fûts de boues
- **Orano la Hague :**
décontamination cellule 904 - HAO Sud (essais à venir)

Gel de nappage

L'avantage du bain avec les effluents en moins



Combinaison entre les bains et les gels secs

- Nouveau procédé reposant à la fois sur les propriétés des bains décontaminants et des gels secs
- Mise en œuvre similaire à celle des bains (contrairement aux gels aspirables) :
 - Pièce à traiter trempée dans une solution liquide
 - Évolution de la solution en gel après trempage ou nappage
 - Formation d'écailles à partir du gel
 - Déchets générés : écailles uniquement (traitées comme des déchets secs)

Procédé de choix pour les ateliers de décontamination

- Mise en œuvre simplifiée
- Procédé de référence pour des pièces de petite et de moyenne taille
- Procédé permettant d'éviter la contamination de la solution de base contrairement aux bains
- 3 formulations différentes de gel (basique, acide et oxydante) en fonction du traitement recherché



EFFICACITÉ

Procédé dont l'efficacité est similaire à celle des gels secs

SIMPLICITÉ

Mise en œuvre très simple par trempage

DÉCHETS

Pas d'effluents générés : uniquement un déchet sec

PERSPECTIVES

- **Solution en cours de développement** : mise en œuvre prévue courant T4 2021

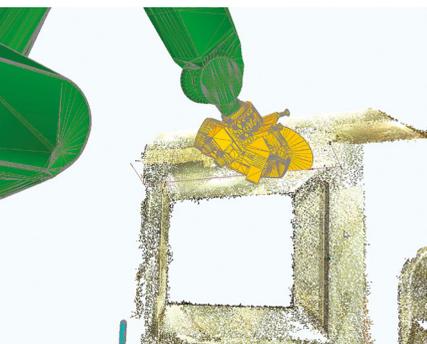
DÉROSA

Découpe robotisée semi-automatique



Scan 3D pour une connaissance précise de l'environnement de travail

- Réalisation de scans 3D de l'équipement à découper et de son environnement
- Reconstitution de l'environnement «Tel Qu'Existant» en temps réel sous forme d'un nuage de points



Cinématique de découpe sans risque

- Simulation de la trajectoire de découpe robotique pour valider son accessibilité vis-à-vis de l'équipement à découper d'une part, de l'outil embarqué d'autre part
- Détection et gestion des collisions du robot avec son environnement



Découpe automatique et optimisée

- Découpe en mode automatique en suivant la trajectoire définie par l'opérateur et validée par le calcul d'anticollision et d'accessibilité
- Asservissement de la vitesse du robot par la mesure de l'effort de coupe



STANDARD

Bras robotisés
industriels,
robustes et
fiables

ADAPTABLE

Intervention
« à l'aveugle »
dans toutes
situations

PERF'

Gains sur les
consommables
d'environ 50%

PERSPECTIVES

- **CEA Valduc** : des briques technologiques issues du développement de DÉROSA (gestion anti-collision) sont proposées dans le cadre d'un appel d'offre
- **Orano la Hague** : DÉROSA est à l'étude pour un déploiement pour la découpe au LASER

Unité de filtration pare-étincelles

Dispositif de filtration en Inox décolmatable en ligne



Système de filtration pour les opérations de découpe par points chauds : disqueuse, plasma et LASER

- Simplification et amélioration des conditions de découpe par combinaison de trois unités conventionnelles en un seul outil

Système de filtration sécurisé :

- Arrêt de toutes les particules incandescentes émises par le procédé de découpe.
- Suppression du risque d'erreur lors du montage des composants classiques (grille pare étincelles, boîte à chicanes, filtre HE, etc.)



Optimisation des performances et de la maintenance :

- Filtre 100% inox, intrinsèquement ininflammable, garantissant l'arrêt des particules incandescentes
- Dispositif de décolmatage automatique et en ligne permettant d'allonger la durée de l'opération de découpe et de réduire la quantité de déchets générés



SÉCURITÉ

Amélioration
des conditions
de sécurité des
opérations de
découpe

SIMPLICITÉ

Installation et
entretien
facilités

COÛTS

Allongement de
la durée de vie
et diminution
des déchets
générés

RÉFÉRENCES

- **Orano DS ICPE Triade :**
test de découpe d'un
conteneur ISO 20 pieds à
la torche plasma

Tête de découpe laser orbitale

Outil applicable à la découpe interne de tuyauterie



Principe technique :

- Tête de découpe composée d'une partie fixe possédant le moteur d'entraînement et d'une partie mobile (rotation) intégrant la buse de soufflage et le bloc optique

Performances :

- Possibilité de coupes à la verticale et à l'horizontale des tuyauteries depuis l'intérieur
- Compatibilité avec des tuyauteries de diamètre 80 mm à 1800 mm
- Possibilité de couper des épaisseurs d'inox de 30 mm en une passe
- Sources LASER jusqu'à 6 kW de puissance



Avantages :

- Compacité de la tête (Ø64 mm)
- Refroidissement par air : gestion des déchets simplifiée et risque criticité réduit



OP



DÉCHETS

Aucun effluent
généralé lors
de la
découpe

SÛRETÉ

Refroidissement
par air

PERF'

Découpe aisée
dans des
milieux à
accès difficile

RÉFÉRENCES

- **EDF CNPE Creys-Malville :**
mise en service pour la
découpe des rétentions de
sodium situées sous la dalle

Bras gonflable

Investigations en milieu contraint



Investigation en zones nucléaires :

- Réalisation d'investigations en zones difficiles d'accès (p. ex. en hauteur, encombrée, etc.)
- Accès et déploiement à travers un fourreau d'endoscope
- Possibilité de porter un instrument en bout de bras (p. ex. sonde de mesure, une caméra, un lidar, etc.)
- Réalisation «sur mesure» adaptée au besoin (c.-à-d. longueur, diamètre, nombre de degrés de liberté)

Pilotage à distance :

- Pilotage axe par axe par l'opérateur via une interface dédiée
- Précision de pilotage permettant d'accéder à des zones très encombrées

Caractéristiques techniques :

- Déploiement jusqu'à 5 mètres pour un diamètre de 100 mm
- Faible pression de gonflage :
 - 2 bars (bras 1^{ère} génération)
 - 5 à 7 bars (bras 2^{ème} génération)
- Structure et actionneurs entièrement composés de textile
- Diamètre : variable entre 100 et 500 mm selon la charge et la longueur du bras



DÉCHET

Très faible volume
de déchet généré

SÉCURITÉ

Investigation à
distance sans
risque pour
l'opérateur

PERF'

Solution déployable
rapidement sur
différents types
d'investigations

PERSPECTIVES

- **Orano la Hague :**
investigation cellule 904
- HAO Sud à déployer en
2022

Sas 5 minutes

Sas réutilisable et déployable rapidement sur le chantier



Applications :

- Applicable pour toute intervention présentant un risque de dissémination de la contamination



Mise en place simple et rapide :

- Structure autoportante et monobloc
- Légèreté et maniabilité garantissant un déploiement rapide (<5 minutes)
- Possibilité de jumeler les structures pour constituer un sas global adapté à la configuration du chantier



Sas réutilisable :

- Structure située à l'extérieur de la zone potentiellement contaminée



Caractéristiques :

- Dimensions disponibles : 1 x 1 m ; 2 x 2 m ; 2 x 3 m
- Matériaux compatibles filières Andra
- Classé feu min. M2

Commercialisation :

- Commercialisation des SAS 5 minutes assurée par la société Amtech



SÛRETÉ

Technologie éprouvée en zone nucléaire

FLEXIBILITÉ

Modulable en fonction des besoins

PERF'

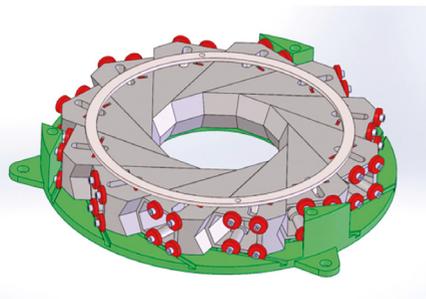
Gain de temps pour la montage et démontage des sas

RÉFÉRENCES

- **Orano la Hague :**
mise en œuvre sur de nombreux chantiers de démantèlement (sas habillage, chantiers mobiles ou ponctuel, etc.)
- **Orano DS ICPE Triade :**
mise en œuvre dans le cadre des reconditionnement de déchets
- **EDF CNPE Belleville :**
déploiement sur les activités d'arrêt de tranche réalisées par Orano DS

IRIS

Protection biologique ajustable à la taille des outils



Conception :

- Ensemble mécanique de plusieurs éléments assemblables facilement et directement sur le chantier



Adaptation aux besoins :

- Ouverture de l'orifice réglable pour un ajustement au plus près de l'élément à introduire (sonde, perche, bras robot, etc.)
- Obturation totale pour mise en sécurité du chantier et garantir le confinement dynamique



Mise en œuvre opérationnelle :

- Manutention et montage facilités afin de permettre une mise en place rapide directement sur le chantier
- Manipulation entièrement manuelle du système





ALARA

Optimisation
dosimétrique au
poste de travail

ADAPTABLE

Développement
sur-mesure en
fonction des
besoins

PERF'

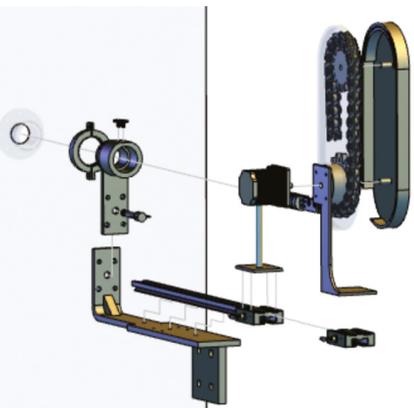
Mise en place
de la protection
biologique en
quelques
minutes

RÉFÉRENCES

- **CEA Marcoule :**
investigation intrusive des
évaporateurs de la salle
71 de l'usine UP1 du CEA
Marcoule

Traçage gazeux

Mesure automatisée en gaine de ventilation



Problématique :

- Fortes exigences de l'Autorité de Sûreté sur la qualification des points de prélèvement pour la **surveillance des émissaires et des équipements de filtration THE/PAI**
- Qualification des points de prélèvement en gaine faisant appel à de nombreuses mesures, chronophages et peu reproductibles
- Fortes incertitudes liées au geste de l'intervenant
- Exploitation des données complexe et chronophage



Solution de mesure automatisée en gaine :

- Dispositif adaptable sur un raccord Pneurop DN40, associé à un système de mesure et de prélèvement
- Mesures simultanées de la vitesse d'air, de la concentration en gaz traceur et de la température (concentration en traceur particulière à venir)
- Calcul automatique de l'emplacement des points de mesure en fonction du référentiel normatif ou des spécifications client
- Traitements des données automatisé et statut de la conformité au regard des référentiels normatifs





SÉCURITÉ

Limitation de la pénibilité des opérations et des risques de TMS

QUALITÉ

Standardisation des méthodes

PERF'

Diminution
x2 du temps
d'intervention et
x4 du temps de
rapport

PERSPECTIVES

- **CNPE EDF** : déploiement dans le cadre des opérations de contrôle des filtres THE prévus en 2022

Systeme audio/vidéo

Un casque pour l'amélioration de la communication



Superviser et entendre dans les milieux difficiles :

- Fiabiliser les échanges sur les activités sensibles
 - Assurer une transmission sécurisée entre les intervenants et les superviseurs
 - Faciliter le contrôle de la conformité des gestes techniques
- Améliorer la traçabilité
 - Enregistrer des interventions (photos, vidéos, etc.)



Solution :

- Système de phonie couplé à une caméra 4K embarqué sur un casque de rugby
- Ensemble relié par un câble unique et résistant à un boîtier de contrôle permettant l'ajustement du son (entrant/sortant) et le retour vidéo sur un écran déporté
- Prises de vue possibles par une tierce personne pour libérer l'intervenant portant le casque de cette action



SÉCURITÉ

Amélioration de
la communication
entre opérateurs

RSE

Diminution
du stress de
l'opérateur

PERF'

Enregistrement
vidéo des gestes
de l'opérateur
pour REX

PERSPECTIVES

- **EDF CNPE Flamanville et/ou Cattenom** : le kit caméra et micro seront déployés auprès de la population de jumpers durant le 1^{er} semestre 2022

Déchets acides

Matrice de confinement



Problématique de gestion des déchets et des effluents acides :

- Déchets / Effluents historiques ou produits par l'exploitation
- Différence significative de pH entre les ciments de types Portland et les déchets acides :
 - Conduisant à l'impossibilité d'incorporer directement les déchets solides dans un liant hydraulique ou à la nécessité de devoir les neutraliser avant cimentation (mais augmentation des coûts et de la quantité de déchets)

Solution proposée :

- Cimentation directe de déchets acides dans un liant hydraulique adapté au pH acide des déchets

Atouts :

- Formulations abouties pour l'immobilisation de différents types de déchets et effluents acides
- Diminution du rapport Eau/Ciment pour maximiser l'incorporation d'effluents
- Immobilisation possible des espèces contenant des phosphates, des ammoniums, des borates, etc. grâce au ciment utilisé



QUALITÉ

Formulation
définie et
qualifiée

ÉVOLUTION

Adaptation
formulation à
d'autres types
de déchets

PERF'

Traitement
des déchets
historiques

QUALIFICATION

- **Orano DS - IFSTTAR :**
faisabilité validée avec des
effluents acides HCl, HF,
HNO₃ et H₂SO₄ jusqu'à pH
= 0

Mercure métallique (Hg)

Procédé de traitement par voie sèche



D-CINNABAR : un procédé pour les petits volumes

OP

- Procédé de référence breveté :
 - Décontamination : réduction de l'activité finale du déchet et élimination des impuretés susceptibles de nuire à la phase de stabilisation
 - Stabilisation du mercure métallique à la fleur de soufre
- Traitement de 1 kg de Hg par poste de travail avec 1 équipement (soit l'équivalent de 15 litres de Hg par an et par équipement)
- Solution adaptée aux petits gisements (c.-à-d. quelques litres) avec possibilité de mise en parallèle de plusieurs réacteurs

D-CINNABAR^{Max} : Un procédé industriel pour les grands volumes

T

- Appareil unique avec une cible de capacité de traitement de **6 kg Hg / poste de travail** et par équipement (soit l'équivalent de 90 litres de Hg par an et par équipement)
- Temps de traitement d'un batch compatible avec une mise en œuvre industrielle
- **Déchets finaux stables, insolubles et acceptables en centre de stockage Andra (CSA et CIRES)**



QUALITÉ

Respect
des critères
d'acceptabilité
Andra

SÉCURITÉ

Stabilisation d'un
déchet toxique en
attente de filière

PERF'

Traitement de 1 lot
de Hg par poste
de travail

RÉFÉRENCES & PERSPECTIVES

- **SICN** : traitement de 0,4 litres de mercure métallique et acceptation au CIRES
- **Orano DS ICPE Triade** : traitement du Hg de Tricastin

Liquides Organiques Radioactifs (LOR)

Conditionnement des Liquides Organiques Radioactifs



Problématique (situation actuelle) :

- Gisement significatif de LOR (TFA et FMA-VC), non compatibles avec la filière d'incinération CENTRACO, entreposés sur les sites producteurs
- Nécessité de proposer des solutions de gestion optimisées et adaptées (caractéristiques chimiques et radiologiques, diversité possible de mélanges de LOR, volumes de LOR, etc.)



Solutions :

- Immobilisation de LOR par polymère NOCHAR N910 (directement en fûts ou et immobilisés à cœur dans une matrice cimentaire)
- Encapsulation de LOR dans une matrice géopolymère

Atouts :

- Processus générique NOCHAR pour des familles «cibles» facilitant l'intégration de cette solution comme traitement de référence des LOR dans les filières d'élimination des déchets radioactifs (démarche auprès de l'Andra)
- Matrice géopolymère : solution alternative à l'immobilisation par NOCHAR, intérêt en particulier vis-à-vis de la variabilité chimique des LOR.
NB : Les exigences de l'Andra ont changé en 2020 ; des démonstrations complémentaires relative à la durabilité sont demandées





INNOVATION

Optimisation
du procédé de
conditionnement

ADAPTABLE

Conditionnement
selon les familles
radioactives

PERF'

Facilité de mise en
œuvre des deux
solutions

RÉFÉRENCES

- **CEA Cadarache :**
conditionnement d'huiles
et de TBP/dodécane
solidifiés par NOCHAR en
colis 7A en 2015/2016
- **CEA Marcoule :** essais
d'immobilisation de résidus
organiques en 2018
- **CEA Marcoule :**
programme R&D sur
l'immobilisation de LOR
des matrices géopolymères
en partenariat avec le CEA

Laboratoire de cimentation en actif

Stabilisation de déchets et effluents



Développement des nouveaux procédés :

- Installation permettant de développer des formulations cimentaires ou des procédés de traitement sur la base de simulants inactifs et/ou de déchets et effluents réels



Laboratoire modulaire et adaptable :

- Réalisation d'opérations : malaxage (5 L), moulage d'éprouvettes, tests de prise VICAT, de résistance mécanique, de variation dimensionnelle, de fluidité (autres opérations possibles à la demande)
- Sorbonne ventilée et enceinte de confinement dans la cellule pour la manipulation / préparation des échantillons et des réactifs, et réalisation d'essais
- Opérations sur déchets réels TFA ou FMA-VC, réalisées en cellule chaude par des techniciens qualifiés



Implantation dans une installation adaptée

- Laboratoire implanté sur l'ICPE TRIADE (exploité par Orano DS)
- Possibilité d'essais à échelle industrielle (200 L)

COÛTS

Réduction des risques par validation sur déchets réels

ÉVOLUTIF

Possibilité d'équipement en fonction des besoins

QUALITÉ

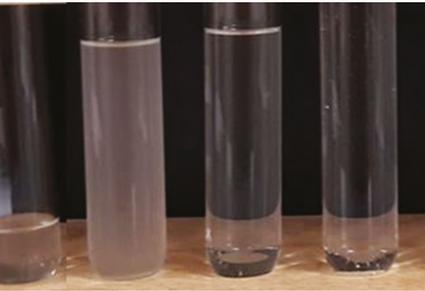
Equipements performants et personnel compétent

RÉFÉRENCES

- **Orano DS ICPE Triade :** laboratoire en cours d'exploitation dans les installations de Triade

Lubrifiants polyéthers perfluorés (PFPE)

Procédé d'épuration en vue de la réutilisation

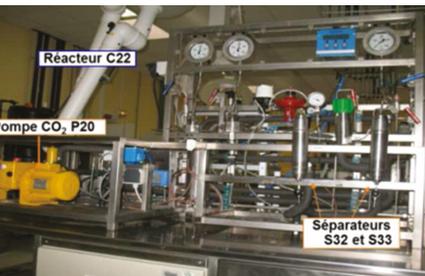


Contexte :

- Déchet en attente de filière
- PFPE soluble dans le CO₂ supercritique

Réutilisation des huiles perfluorées PFPE après purification :

- Transformer une huile utilisée PFPE en un lubrifiant réutilisable
- Réduction au maximum des besoins en réapprovisionnement de PFPE neuve et production de déchets induits



Epuration :

- Démonstration de l'efficacité de l'épuration (polluants, uranium)
- Paramètres opérationnels consolidés
- Changement d'échelle consolidé et production de PFPE épurée dans des conditions satisfaisantes



Réutilisation

- Aucune évolution de la composition structurale de l'huile
- Performances similaires aux lubrifiants neufs



QUALITÉ

Performances
de lubrification
des huiles
conservées

DÉCHET

Réutilisation d'un
déchet en attente
de filière

IMAGE

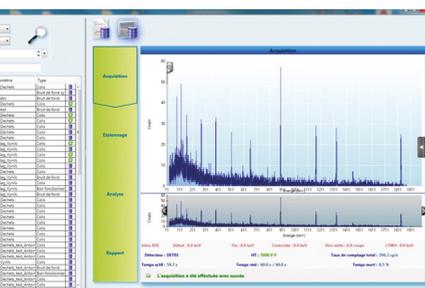
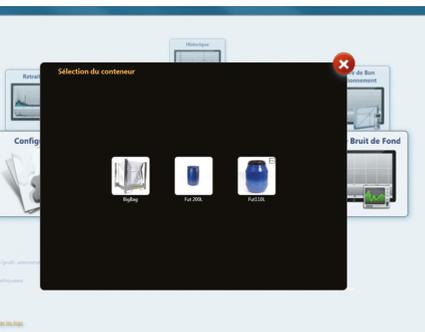
Solution durable et
éco-responsable

RÉFÉRENCES & PERSPECTIVES

- **Orano Tricastin** : essais d'endurance en cours depuis janvier 2020 avec PFPE épurée dans une pompe réelle ; industrialisation du procédé en cours

Logiciel Universel

Solution configurable pour la caractérisation des déchets



Plateforme évolutive et modulaire :

- Logiciel de mesure de déchet polyvalent, modulaire, évolutif et rapidement opérationnel
- Interface Homme/Machine (IHM) permettant de configurer un poste de mesure (détecteur, colis, nature déchet, spectre type, traitement et export des résultats, etc.)
- Interface unique et intuitive en mode exploitation
- Possibilité de mettre à niveau un poste existant

Optimisation de la filière déchets :

- Caractérisation de tout type de colis, de matrice déchet, de spectre type et avec tout type de capteur de mesure
- Ouverture/optimisation des filières pour les déchets spécifiques issus des opérations de DEM avec un système de caractérisation radiologique adapté

Expertise et production :

- Mise en place d'un poste automatisé pour la réalisation de mesures, sans la nécessité de l'appui d'un expert
- Expertise réalisable sur une mesure et/ou l'interprétation de celle-ci

STANDARD

Un logiciel unique
pour l'ensemble
des postes de
mesure

FLEXIBLE

Adaptable à
l'environnement
existant

SIMPLICITÉ

Accessible
aux profils
non-experts

RÉFÉRENCES

- **Orano Malvési** : outil utilisé depuis 2018 pour répondre à la problématique de caractérisation radiologique de colis de déchets

COLLECTE

Application RFID au suivi des colis de déchets



Suivi et traçabilité des colis de déchets :

- Enregistrement des informations du colis de déchets sur puces RFID : numéro de colis, code barre Andra, données physiques / chimiques / radiologiques, etc
- Localisation des colis en temps réel
- Partage des informations sur le réseau local et/ou sur un Cloud sécurisé
- Consolidation des informations et des étapes de la vie du colis dans un rapport final adapté aux besoins



Ordonnancement :

- Paramétrage et suivi du cycle de vie du colis de déchets
- Guidage pas à pas de l'opérateur via une interface utilisateur conçue sur mesure
- Gestion de la coactivité par le séquençage chronologique des actions
- Supervision à distance des activités et édition automatisée de rapports



QUALITÉ

Diminution du
risque d'erreur
de saisie

TRAÇABILITÉ

Suppression du
risque de perte de
données

PERF'

Gain de temps
sur l'ensemble du
processus

RÉFÉRENCES

- **Orano Malvési** : mise en place de COLLECTE pour le suivi des colis de déchets nucléaires issus des activités de production et de démantèlement

Traitement des gravats et pulvérulents

Procédé de supercompaction



Problématique - situation actuelle :

- Production possible d'un volume significatif de résidus d'écroutage MAVL lors d'opérations d'assainissement et d'écroutages de génie civil
- Coûts importants (gestion et stockage des colis N3S - Non Susceptible de Stockage en Surface) induits par la production de ce type déchets

Solution proposée : super compactage des résidus d'écroutage

- Réduction de volume de 50% pour des gravats et résidus d'écroutage
- Obtention par supercompaction d'un bloc de gravats de béton homogène non dispersable
- Possibilité de compacter des fûts remplis d'inertes seuls ou en mélange avec des granulométries variables



Atouts :

- Réduction de volume présentant un fort intérêt industriel vis-à-vis des coûts de stockage Cigéo
- Perte du caractère pulvérulent pour les résidus d'écroutage, offre de nouvelles possibilités de conditionnement de résidus FMA-VC
- Diversification possible des applications de la solution de compaction





COÛTS

Réduction
des coûts
d'entreposage
et de stockage

DÉCHET

Suppression
du caractère
pulvérulent des
déchets traités

PERF'

Réduction de 50%
du volume
des déchets à
stocker

RÉFÉRENCES & PERSPECTIVES

- **Essais concluants réalisés sur les installations du fabricant de la presse**
- **Orano la Hague** : étude en cours pour l'utilisation de l'équipement de compaction dans le cadre des chantiers de démantèlement UP2-400



Problématique de gestion des déchets textiles humides :

- Pratiques de traitement sur chantier non industrielles (exsudation manuelle et séchage unitaire des lingettes en sas ou boîte à gants, etc.)
- Non compatibilité des textiles humides exsudés à la main avec les filières déchets des sites producteurs
- Entreposage limité et coûteux des déchets en attente de traitement

Solution de séchage industrialisée :

- Procédé d'exsudation ultra rapide par centrifugation à haute vitesse, et adapté aux exigences sûreté/sécurité des sites nucléaires
- Unité mobile et autonome permettant une cadence de traitement optimale
- Récupération et relevage des effluents en continu



Performances compatibles avec les exigences des exutoires

- Compatibilité des déchets traités avec les filières «déchets secs» des sites producteurs : incinération CENTRACO, presses à balles TFA, presses à fûts FMA de moyenne à forte capacité selon la nature des textiles

SIMPLICITÉ

Systeme robuste
«zéro
maintenance»

**OPTI
DÉCHET**

Déchets finaux
compatibles avec la
filière «déchets
secs»

PERF'

Réduction
significative des
temps opératoires

**RÉFÉRENCES &
PERSPECTIVES**

- **Orano Tricastin :**
traitement de 80 fûts
historiques de lingettes
humides
- **EDF CNPE Saint-Laurent
et Chinon :** traitement
des déchets textiles
d'exploitation
- **Orano la Hague :**
traitement des fûts
historiques de déchets
textiles humides (en cours
de déploiement)

Opérateur international reconnu dans le domaine des matières nucléaires, Orano apporte des solutions aux défis actuels et futurs, dans l'énergie et la santé.

Son expertise ainsi que sa maîtrise des technologies de pointe permettent à Orano de proposer à ses clients des produits et services à forte valeur ajoutée sur l'ensemble du cycle du combustible.

Grâce à leurs compétences, leur exigence en matière de sûreté et de sécurité et leur recherche constante d'innovation, l'ensemble des 16 500 collaborateurs du groupe s'engage pour développer des savoir-faire de transformation et de maîtrise des matières nucléaires, pour le climat, pour la santé et pour un monde économe en ressources, aujourd'hui et demain.

Orano DS

Direction Technique et Innovation
Zac de Courcelle
1 route de la Noue
91196 Gif-sur-Yvette CEDEX

ds@orano.group
www.orano.group

Orano, donnons toute sa valeur au nucléaire.

