

Association pour les Techniques et les Sciences de Radioprotection



Les Ateliers de l'ATSR

Innovations techniques et radioprotection

De la construction au démantèlement

Les 29, 30 septembre et 1^{er} octobre 2021

Château de Cadarache

Organisés par l'ATSR, avec le soutien de



Crédit photo CEA

Crédit photo ITER

Techniques, Méthodes de Construction, Démantèlement et Radioprotection

LIVRE DES RÉSUMÉS

Programme - Résumés

Listes de participants et des exposants



ABGX®

Le logiciel innovant pour simplifier le pilotage de la radioprotection



Metrologie



Formations
Habitations



Livre journal



Personnel



EPI / EPC

Passerelles automatiques



www.abgx.fr

contact@abgx.fr

+33 (0)9 72 38 65 16



Remerciements

Le Comité d'organisation remercie vivement les sociétés suivantes pour leur soutien dans le cadre des Ateliers de l'ATSR.

Exposants



Exposants



Sponsors



Logiciel RayXpert®



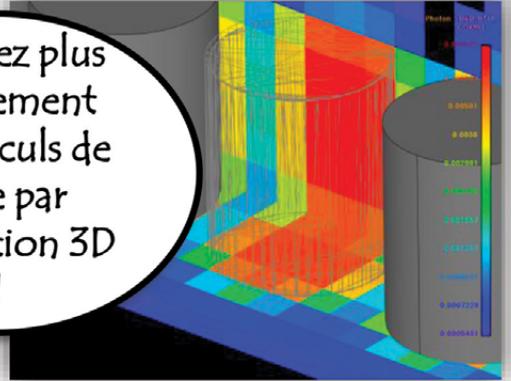
RAY
l'expert
Présente !

Un outil flexible
adapté à toutes vos
problématiques de
radioprotection !

Calcul de dose 3D radiation

Une interface simple et intuitive qui regroupe un code de calcul Monte Carlo et de la modélisation 3D, pour vos calculs de DED, vos zonages, et la définition de vos blindages

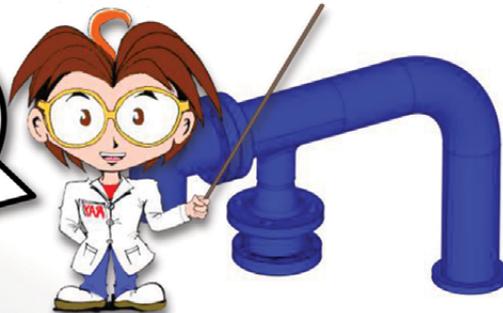
Accédez plus
simplement
aux calculs de
dose par
simulation 3D
!



Import des modèles 3D

Importez directement les modèles 3D générés par des systèmes CAO comme Solidworks, Catia, AutoCAD... ou modélisez en 3D directement dans RayXpert®

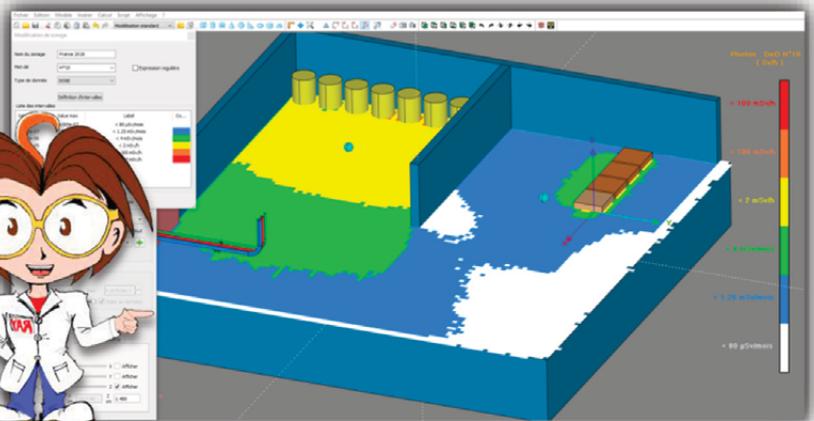
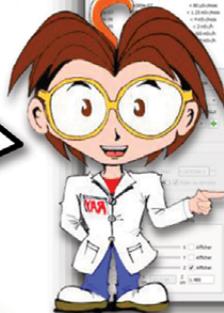
Gagnez du temps en
important la
géométrie 3D de vos
équipements et de
vos bâtiments !



La cartographie DED 3D

Post-traitez vos calculs via l'interface graphique et affichez les zonages radiologiques selon l'arrêté zonage

Réalisez
simplement
les zonages de
vos locaux et
ne loupez
aucun point
chaud !





atsr-ri.fr

Les Ateliers de l'ATSR

Innovations techniques et radioprotection
De la construction au démantèlement

29, 30 septembre et 1^{er} octobre 2021

Château de Cadarache - Saint-Paul-lez-Durance - France

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



Bienvenue

Cher(e)s collègues,

L'ATSR est heureuse de vous accueillir pour ses Ateliers 2021 initialement prévus en 2020 et qui ont dû être reportés d'un an.

Nous y sommes !

Bienvenue à Cadarache, nous vous souhaitons un bon séjour, de riches enseignements et des échanges fructueux.

Le Comité d'organisation



Sommaire

Programme

Planning.....	8
Mercredi 29 septembre	9
Jeudi 30 septembre	10
Vendredi 1^{er} octobre	11

Thèmes des démonstrations	12
--	----

Résumés des communications orales

Session 1	14
Session 2	19
Session 3	23
Session 4	28

Liste des posters	33
--------------------------------	----

Résumés des communications affichées	34
---	----

Résumés des démonstrations

En salle	54
En extérieur	74

Liste des sponsors et exposants	83
--	----

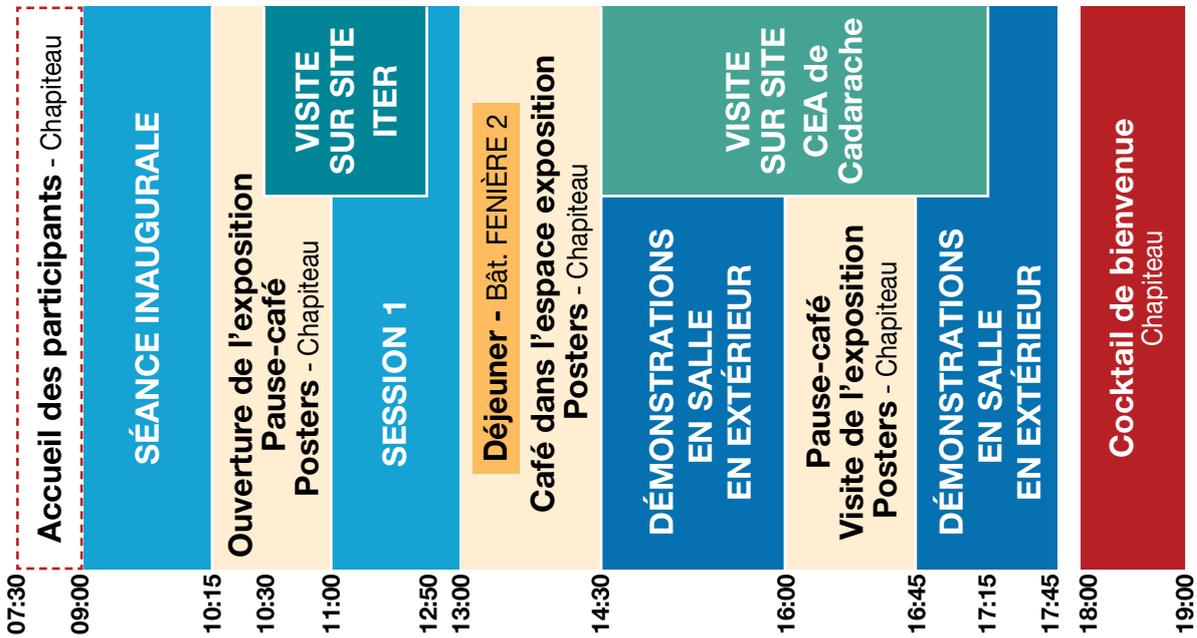
Plan structures extérieures - Démonstrations	88
---	----

Liste des stands et plan de l'exposition	189
---	-----

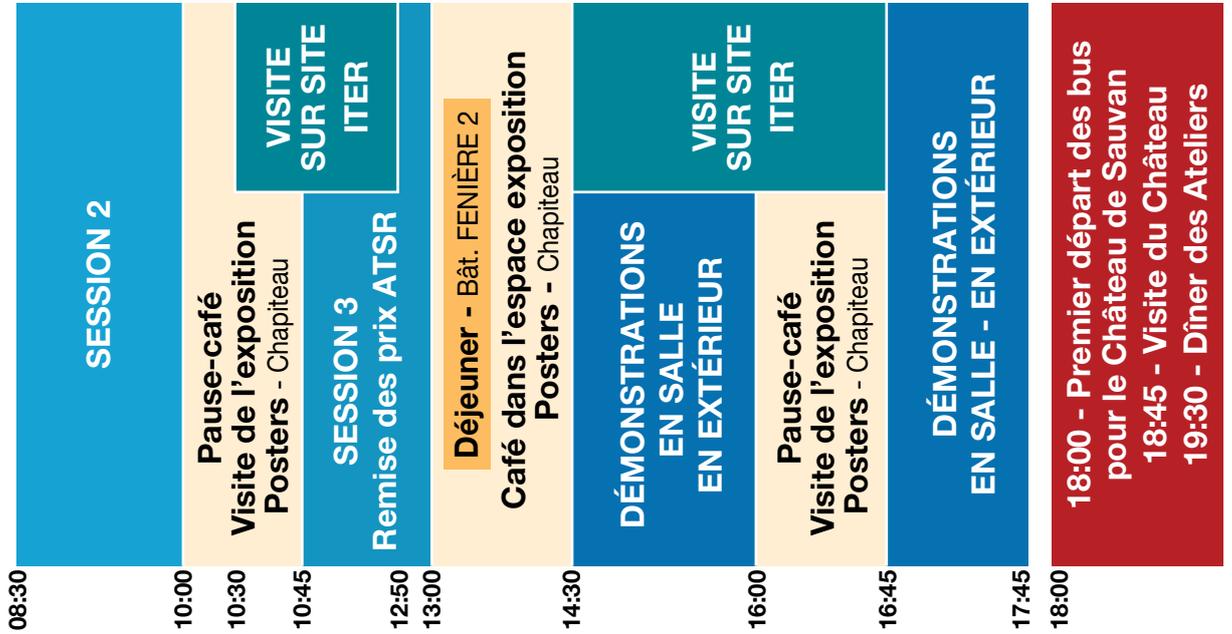
Plan de situation des hôtels	90
---	----

LES ATELIERS DE L'ATSR 2021 - PLANNING

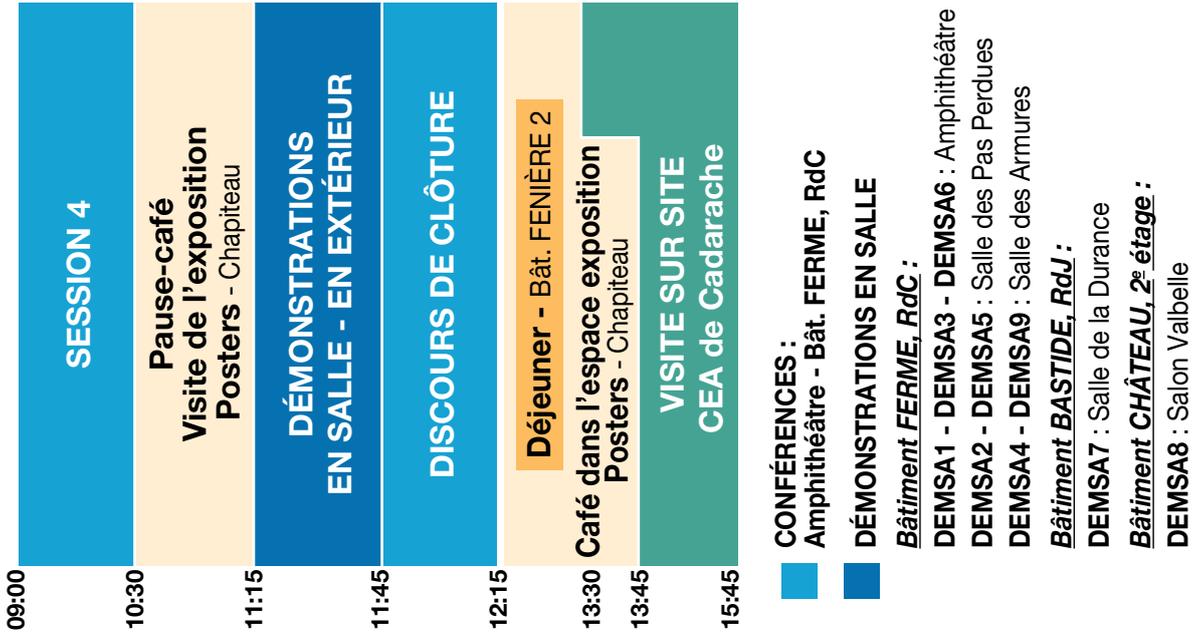
MERCREDI 29 SEPTEMBRE



JEUDI 30 SEPTEMBRE



VENDREDI 1^{er} OCTOBRE



- CONFÉRENCES :**
Amphithéâtre - Bât. FERME, RdC
- DÉMONSTRATIONS EN SALLE**
Bâtiment FERME, RdC :
- DEMSA1 - DEMSA3 - DEMSA6 : Amphithéâtre
DEMSA2 - DEMSA5 : Salle des Pas Perdus
DEMSA4 - DEMSA9 : Salle des Armures
Bâtiment BASTIDE, RdJ :
DEMSA7 : Salle de la Durance
Bâtiment CHÂTEAU, 2^e étage :
DEMSA8 : Salon Valbelle

Mercredi 29 septembre 2021

07:30-09:00	Accueil des participants	<i>Chapiteau exposition</i>
09:00-09:45	SÉANCE INAUGURALE Ouverture de la manifestation <ul style="list-style-type: none"> • Fabrice Montreuil - Président de l'ATSR • Laurence Boisset - Directrice adjointe du CEA Cadarache • Bernard Bigot - Directeur général ITER 	<i>Amphithéâtre - Bât. FERME, RdC</i>
09:45-10:15	Évolution réglementaire et certification des OCR dans le cadre des INB <i>Nicolas Michel - DGT, OCR en IBN, certification et responsabilités</i>	
10:15-11:00	Ouverture de l'exposition et posters - Pause-café	<i>Chapiteau exposition</i>
10:30-12:50	VISITE SUR SITE du Centre ITER <i>Sur inscription préalable uniquement - Départ à 10h30 et retour à 12h50</i>	
11:00-13:00	SESSION 1 <i>Président de session : Christophe Guy - Chef SPR CEA Cadarache</i>	<i>Amphithéâtre - Bât. FERME, RdC</i>
11:00-11:30	<ul style="list-style-type: none"> • S1-1 - Sûreté des opérations réalisées dans le cadre de la construction d'ITER <i>Bastien Lauras - ASN</i> 	
11:30-12:00	<ul style="list-style-type: none"> • S1-2 - Enjeux de la Radioprotection d'ITER <i>Yannick Le Tonqueze - ITER</i> 	
12:00-12:30	<ul style="list-style-type: none"> • S1-3 - La Radioprotection en déconstruction chez EDF <i>Gilles Ranchoux - EDF</i> 	
12:30-13:00	<ul style="list-style-type: none"> • S1-4 - Premiers résultats obtenus dans le projet européen H2020 «SHARE» <i>Anne Fornier - CEA</i> 	
13:00-14:30	Déjeuner Pause-café sur les espaces d'exposition - Posters	<i>Bât. FENIÈRE 2 Chapiteau exposition</i>
14:30-17:15	VISITE SUR SITE du CEA de Cadarache <i>Sur inscription préalable uniquement - Départ à 14h30 et retour à 17h15</i>	
14:30-16:00	DÉMONSTRATIONS <ul style="list-style-type: none"> • Démonstrations dans l'amphithéâtre Rendez-vous à l'entrée l'amphithéâtre à 14h30 - 15h - 15h30 • Démonstrations en Salle Rendez-vous à l'entrée des salles à 14h30 - 15h - 15h30 • Démonstrations en Extérieur Rendez-vous sur les espaces extérieurs à 14h30 - 15h - 15h30 	
16:00-16:45	Pause-café sur les espaces d'exposition - Posters	<i>Chapiteau exposition</i>
16:45-17:45	DÉMONSTRATIONS <ul style="list-style-type: none"> • Démonstrations dans l'amphithéâtre Rendez-vous à l'entrée l'amphithéâtre à 16h45 - 17h15 • Démonstrations en Salle Rendez-vous à l'entrée des salles à 16h45 - 17h15 • Démonstrations en Extérieur Rendez-vous sur les espaces extérieurs à 16h45 - 17h15 	
18:00-19:00	Cocktail de Bienvenue	<i>Chapiteau exposition</i>

Jeudi 30 septembre 2021

08:30-10:00	SESSION 2 <i>Présidente de session : Carole Viallesoubranne - Cheffe du Service SPR CEA Marcoule</i>	<i>Amphithéâtre - Bât. FERME, RdC</i>
08:30-09:00	<ul style="list-style-type: none"> • S2-1 - Mission d'évaluation radiologique et chimique des sols dans le cadre de l'assainissement et du démantèlement de l'INB 49 du CEA Saclay <i>Ahmed Morchid et Alexandra Falgon - GINGER DELEO</i> 	
09:00-09:30	<ul style="list-style-type: none"> • S2-2 - Méthode de caractérisation radiologique et de libération de matériel dans le cadre du démantèlement de la centrale nucléaire de Mühleberg - <i>Sylvain Pelloux - BKW (Suisse)</i> 	
09:30-10:00	<ul style="list-style-type: none"> • S2-3 - Développement des nouvelles filières d'élimination des déchets technologiques produits au CERN - <i>Maeva Rimlinger - CERN</i> 	
10:00-10:45	Pause-café - Visite de l'exposition - Posters	<i>Chapiteau exposition</i>
10:30-12:50	VISITE SUR SITE du Centre ITER <i>Sur inscription préalable uniquement - Départ à 10h30 et retour à 12h50</i>	
10:45-13:00	SESSION 3 <i>Président de session : Georges Boutet - Chef de Département D2SER ORANO Marcoule</i>	<i>Amphithéâtre - Bât. FERME, RdC</i>
10:45-11:15	<ul style="list-style-type: none"> • S3-1 - Évaluation de l'exposition des travailleurs au radon dans 14 installations du centre CEA Marcoule - <i>Fabrice Petitot - CEA</i> 	
11:15-11:45	<ul style="list-style-type: none"> • ■ Vidéo de présentation des activités du CEA Cadarache 	
11:45-12:15	<ul style="list-style-type: none"> • S3-3 - Présentation des outils innovants ORANO DS pour la Radioprotection <i>Benjamin Chagneau - ORANO DS</i> 	
12:15-12:45	<ul style="list-style-type: none"> • S3-4 - Utilisation du code FLUKA pour la conception du blindage nécessaire à l'utilisation d'une source radioactive par le système autonome TIM dans le tunnel du LHC <i>Philippe Bertreix - CERN</i> 	
12:45-13:00	Remise des Prix ATSR <i>Raphaël Zanetta - BTS CRIATP & Camille Rovida - Master PRNT</i>	
13:00-14:30	Déjeuner Pause-café sur les espaces d'exposition - Posters	<i>Bât. FENIÈRE 2</i> <i>Chapiteau exposition</i>
14:30-16:00	DÉMONSTRATIONS <ul style="list-style-type: none"> • Démonstrations dans l'amphithéâtre Rendez-vous à l'entrée l'amphithéâtre à 14h30 - 15h - 15h30 • Démonstrations en Salle - Rendez-vous à l'entrée des salles à 14h30 - 15h - 15h30 • Démonstrations en Extérieur - Rendez-vous sur les espaces extérieurs à 14h30 - 15h - 15h30 	
14:30-16:45	VISITE SUR SITE du Centre ITER <i>Sur inscription préalable uniquement - Départ à 14h30 et retour à 16h45</i>	
16:00-16:45	Pause-café sur les espaces d'exposition - Posters	<i>Chapiteau exposition</i>
16:45-17:45	DÉMONSTRATIONS <ul style="list-style-type: none"> • Démonstrations dans l'amphithéâtre Rendez-vous à l'entrée l'amphithéâtre à 16h45 - 17h15 • Démonstrations en Salle - Rendez-vous à l'entrée des salles à 16h45 - 17h15 • Démonstrations en Extérieur - Rendez-vous sur les espaces extérieurs à 16h45 - 17h15 	
18:00	Premier départ des bus pour le Château de Sauvan	
18:45	Visite du Château de Sauvan	
19:30	Dîner des Ateliers	

Vendredi 1^{er} octobre 2021

09:00-10:30	SESSION 4 <i>Présidente de session : Karine Blandin - Cheffe du service SDAS et cheffe d'installation INB37 B</i>	<i>Amphithéâtre - Bât. FERME, RdC</i>
09:00-09:30	<ul style="list-style-type: none"> • S4-1 - Prédire la biodisponibilité de radiocontaminants prélevés au poste de travail à l'aide d'un test acellulaire pour une meilleure prise en charge des travailleurs <i>Anne Van Der Meeren - CEA</i> 	
09:30-10:00	<ul style="list-style-type: none"> • S4-2 - Présentation d'un cas réel de contamination interne en uranium d'un salarié <i>Nicolas Blanchin - CEA</i> 	
10:00-10:30	<ul style="list-style-type: none"> • S4-3 - La production de radio-isotopes à usage médical sur le Réacteur Jules Horowitz <i>Jean-Pierre Coulon - CEA</i> 	
10:30-11:15	Pause-café - Visite de l'exposition - Posters	<i>Chapiteau exposition</i>
11:15-11:45	DÉMONSTRATIONS <ul style="list-style-type: none"> • Démonstrations dans l'amphithéâtre Rendez-vous à l'entrée l'amphithéâtre à 11h15 • Démonstrations en Salle Rendez-vous à l'entrée des salles à 11h15 • Démonstrations en Extérieur Rendez-vous sur les espaces extérieurs à 11h15 	
11:45-12:15	Discours de clôture	<i>Amphithéâtre - Bât. FERME, RdC</i>
12:15-13:45	Déjeuner Pause-café sur les espaces d'exposition - Posters	<i>Bât. FENIÈRE 2</i> <i>Chapiteau exposition</i>
13:45	Clôture des Ateliers	
13:30-15:45	VISITE SUR SITE du CEA de Cadarache <i>Sur inscription préalable uniquement - Départ à 13h30 et retour à 15h45</i>	

Thèmes des démonstrations en salle

- DEMSA1** **Amphithéâtre - Bât. FERME, RdC - Société ABGX**
 Le mercredi 29 : de 14h30 à 15h et de 16h45 à 17h15
 Le jeudi 30 : de 15h30 à 16h
 • **ABGX, REX de sa mise en place pour une gestion optimisée de la radioprotection (priorité n°1)**
-
- DEMSA2** **Salle des Pas Perdues - Bât. FERME, RdC - Société ORANO DS**
 Le mercredi 29 : de 14h30 à 15h, de 15h30 à 16h et de 17h15 à 17h45
 Le jeudi 30 : de 14h30 à 15h, de 15h30 à 16h et de 17h15 à 17h45
 • **Outils innovants en Radioprotection**
-
- DEMSA3** **Amphithéâtre - Bât. FERME, RdC - Société ABGX**
 Le mercredi 29 : de 15h à 15h30
 Le jeudi 30 : de 14h30 à 15h et de 16h45 à 17h15
 • **Utilisation d'ABGX-Chech-Up dans le suivi de la réalisation de contrôle d'un appareil de type gammagraphie (priorité n°2)**
-
- DEMSA4** **Salle des Armures - Bât. FERME, RdC - Société CERAP**
 Le mercredi 29 : de 14h30 à 15h, de 15h30 à 16h et de 17h15 à 17h45
 Le jeudi 30 : de 15h à 15h30 et de 16h45 à 17h15
 • **Robot autonome de surveillance radiologique - Sabine Daumas (CERAP)**
-
- DEMSA5** **Salle des Pas Perdues - Bât. FERME, RdC - Société INNOWTECH**
 Le mercredi 29 : de 15h à 15h30 et de 16h45 à 17h15
 Le jeudi 30 : de 15h à 15h30 et de 16h45 à 17h15
 • **RIM (Robot d'inspection et de mesures) : l'innovation d'un robot d'inspection et de mesures nucléaires pour la cartographie - Asenath Etile (INNOWTECH)**
-
- DEMSA6** **Amphithéâtre - Bât. FERME, RdC - Société TRAD Tests & Radiations**
 Le mercredi 29 : de 15h30 à 16h
 Le jeudi 30 : de 15h à 15h30
 Le vendredi 1^{er} : de 11h15 à 11h45
 • **Design de blindage - Steven Robin-Chabanne (TRAD Tests & Radiations)**
-
- DEMSA7** **Salle de la Durance - Bât. BASTIDE, RdJ - Société HONEYWELL Protective Clothing**
 Le mercredi 29 : de 14h30 à 15h, de 15h30 à 16h et de 17h15 à 17h45
 Le jeudi 30 : de 15h à 15h30 et de 16h45 à 17h15
 Le vendredi 1^{er} : de 11h15 à 11h45
 • **EPI ventilés autonomes - Muru BLU et GRIDEL PA700 - Samuel Ozil (HONEYWELL)**
-
- DEMSA8** **Salon Valbelle - Bât. CHÂTEAU, 2^e étage - Ateliers LAUMONIER**
 Le mercredi 29 : de 15h à 15h30 et de 16h45 à 17h15
 Le jeudi 30 : de 14h30 à 15h, de 15h30 à 16h et de 17h15 à 17h45
 Le vendredi 1^{er} : de 11h15 à 11h45
 • **MAUD : instrument de terrain pour des mesures bas niveau alpha et bêta**
-
- DEMSA9** **Salle des Armures - Bât. FERME, RdC - Société DR Technologie**
 Le mercredi 29 : de 15h à 15h30 et de 16h45 à 17h15
 Le jeudi 30 : de 14h30 à 15h, de 15h30 à 16h et de 17h15 à 17h45
 • **Installation d'un SAS gonflable pour travaux de déconstruction - Ludovic Rollin et Kahin Mahamoud**

Thèmes des Démonstrations en extérieur

DEMEX1

Société STÄUBLI Raccord France (Stand 71)

Le mercredi 29 : de 14h30 à 15h, de 15h30 à 16h et de 17h15 à 17h45

Le jeudi 30 : de 15h à 15h30 et de 16h45 à 17h15

Le vendredi 1^{er} : de 11h15 à 11h45

- **Camion démonstration**

DEMEX2

Société CEA - MIRION (Stand 72)

Le mercredi 29 : de 14h30 à 15h et de 15h30 à 16h

Le jeudi 30 : de 14h30 à 15h, de 15h30 à 16h et de 17h15 à 17h45

Le vendredi 1^{er} : de 11h15 à 11h45

- **Drone**

Frederic Beltritti (CEA Cadarache)

DEMEX3

Société BROKK France (Stand 73)

Le mercredi 29 : de 15h à 15h30, de 16h45 à 17h15 et de 17h15 à 17h45

Le jeudi 30 : de 15h à 15h30 et de 16h45 à 17h15

Le vendredi 1^{er} : de 11h15 à 11h45

- **Mise sous tension du Brokk uniquement par le système vidéo**

Denis Leduc (Brokk France)

DEMEX4

Société IDEALEX (Stand 74)

Le mercredi 29 : de 15h à 15h30 et de 16h45 à 17h15

Le jeudi 30 : de 14h30 à 15h, de 15h30 à 16h et de 17h15 à 17h45

Le vendredi 1^{er} : de 11h15 à 11h45

- **Système de Phonie VOKKERO**

Henri Ripoll (IDEALEX Radioprotection)



atsr-ri.fr

Les Ateliers de l'ATSR

Innovations techniques et radioprotection
De la construction au démantèlement

29, 30 septembre et 1^{er} octobre 2021

Château de Cadarache - Saint-Paul-lez-Durance - France

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



Communications orales

Session 1

Sûreté des opérations réalisées dans le cadre de la construction d'ITER

Bastien Lauras (bastien.lauras@asn.fr)

Division de Marseille, Autorité de sûreté nucléaire (ASN), Marseille, France

L'exposé permettra une présentation rapide de l'ASN puis de l'organisation mise en place pour assurer l'instruction des dossiers concernant les projets de construction d'INB et le contrôle de la conception et de la construction des installations. La gestion des points d'arrêts fixés par l'ASN sera notamment présentée, et illustrée avec le cas d'ITER. Un focus sera ensuite réalisé sur le regard de l'ASN sur les spécificités d'ITER, première installation de fusion soumise à la réglementation INB.

Mots clés : Radioprotection - Sûreté - ITER - ASN - Contrôle.

Enjeux de la Radioprotection d'ITER

Yannick Le Tonqueze (yannick.letonqueze@iter.org)

SQD/RBSG, ITER Organization, Saint-Paul-lez-Durance, France

ITER est une installation nucléaire de base (INB 174) soumise à la réglementation française. Cette installation de fusion nucléaire a deux fonctions de sûreté : le confinement des matières radioactives et toxiques et la limitation de l'exposition aux rayonnements ionisants.

Elle présente des enjeux de radioprotection spécifiques : mode de fonctionnement en régime pulsé, lors de ces plasmas, émission d'une source intense de neutrons de 14 MeV et de Gammas de 6 MeV, quantité de tritium importante, et activation des structures conduisant à des débits de dose relativement importants lors des phases de maintenance nécessitant la mise en œuvre d'une démarche ALARA formalisée.

Les enjeux de radioprotection vont progressivement monter avec la radiologie industrielle en phase de chantier, puis des premiers plasmas avec l'émission de neutrons et de gammas induits avec des puissances faibles (~2029) jusqu'à la phase Deutérium-Tritium (>2035).

Dans ce cadre, ITER a déployé des démarches d'ingénierie de radioprotection à la hauteur de ces enjeux. L'évaluation des cartes radiologiques a nécessité l'adaptation du code MCNP et la constitution de modèles bâtiments et machines exceptionnels de par leur taille et leur complexité. Les enjeux de radioprotection dans l'environnement ITER ont conduit à faire développer des nouveaux matériaux de radioprotection. Enfin, ITER met en œuvre une démarche ALARA intégrée (intégration du facteur humain, des risques, des risques de contamination...) et formalisée (évaluation itérative de la dosimétrie collective et individuelle) afin de réduire la dosimétrie prévisionnelle individuelle et collective.

Enfin, ces différentes sources radioactives nécessitent le déploiement d'un système de surveillance radiologique unique, avec des enjeux de qualification des équipements spécifiques.

L'ensemble de ces points seront introduits lors de cette session d'information sur les enjeux de radioprotection d'ITER.

Mots clés : ITER - Radioprotection - ALARA - Neutrons - Tritium.

La radioprotection en déconstruction chez EDF

Gilles Ranchoux (gilles.ranchoux@edf.fr)

DP2D, EDF, Lyon, France

En France, l'association des mots « EDF » et « nucléaire » fait spontanément penser au « parc nucléaire » d'EDF, ces 58 réacteurs à eau pressurisée (REP) qui assurent aujourd'hui environ 75 % de la production d'électricité, ou au chantier de construction d'un nouveau réacteur, de même technologie (REP) mais de nouvelle génération (« EPR »), à Flamanville. Le fait que 9 réacteurs nucléaires aient été définitivement arrêtés (entre 1976 et 1998) et qu'EDF ait engagé depuis une dizaine d'années leur déconstruction est sans doute moins bien connu.

Ces réacteurs dont le démantèlement est sous la responsabilité de EDF/DP2D correspondent :

- aux deux technologies testées avant le déploiement du parc REP et qui ont fonctionné entre le milieu des années 1960 et le début des années 1990 (un pilote de réacteur à eau lourde à Brennilis et 6 réacteurs de type « Uranium Graphite Gaz » (UNGG) à Chinon, Saint-Laurent et Bugey) ;
- au réacteur « à neutrons rapides » (RNR) refroidi au sodium, Superphenix, exploité de 1986 à 1998 sur le site de Creys-Malville ;
- et enfin au premier réacteur de la technologie REP construit en France sur le site de Chooz, mis en service en 1967 et arrêté définitivement en 1991.

EDF a ainsi aujourd'hui une expérience d'une dizaine d'années sur la déconstruction de quatre technologies différentes de réacteurs nucléaires. En particulier, l'expérience acquise sur le réacteur de Chooz, de même technologie que le parc de réacteurs en fonctionnement, est particulièrement importante dans la perspective de la déconstruction de la centrale de Fessenheim dont l'arrêt définitif est aujourd'hui prévu en 2020 et des suivantes.

A ces réacteurs s'ajoutent deux installations, dédiées à la maintenance de matériels, et anciennement exploitées par EDF/DPN : l'Atelier des Matériaux Irradiés (sur le site de Chinon) ainsi que la BCOT (sur le site de Tricastin).

Cette présentation a pour objectif de faire un panorama de l'avancée du programme de déconstruction à EDF avec un focus spécifique sur les aspects liés à la radioprotection : résultats dosimétriques, problématiques rencontrées spécifiques au démantèlement, technologies utilisées, ...

Mots clés : Démantèlement - Radioprotection - EDF - Alpha - Déchets.

Premiers résultats obtenus dans le projet européen H2020 «SHARE»

Christine Georges (christine.georges@cea.fr), Fanny Fert

DDSD/DIR/MAR, CEA, BP 17171, Bagnols-sur-Cèze, France

Le projet SHARE a démarré en juin 2019 pour fournir fin 2021 une feuille de route d'actions collaboratives de recherche, techniques et non techniques, pouvant permettre aux diverses parties prenantes d'améliorer la sécurité, de réduire les coûts et de minimiser l'impact environnemental du démantèlement des installations nucléaires. A travers un processus de consultation au sein de la communauté internationale impliquée tout au long de la chaîne de valeur du démantèlement, le projet est engagé à :

- instaurer confiance vis à vis des étapes nécessaires à la production de connaissances sur le démantèlement , en particulier sur les aspects liés à la sécurité, à l'économie et à l'environnement ;
- aider les décideurs dans leur choix des domaines de recherche à financer au cours des prochaines décennies.
- créer synergies, coopération et coordination entre la communauté des acteurs du démantèlement et les autres plateformes ou organisations internationales en Europe et au-delà ;
- faire participer les universités et les laboratoires de recherche aux approches innovantes, en contribuant au maintien des compétences clés et à la formation de jeunes ingénieurs dans ce domaine en pleine croissance.

Un agenda stratégique de recherche (SRA) sera mis en place pour définir les principales actions de recherche en matière de démantèlement nécessitant un effort coordonné au cours des prochaines années. Ce SRA se déclinera en feuille de route pour les 10-15 ans à venir, accompagnée de propositions pour la mettre en œuvre.

Mots clés : Recherche - Innovation - Méthodes - Démantèlement - Feuille de route.



atsr-ri.fr

Les Ateliers de l'ATSR

Innovations techniques et radioprotection
De la construction au démantèlement

29, 30 septembre et 1^{er} octobre 2021

Château de Cadarache - Saint-Paul-lez-Durance - France

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



Communications orales

Session 2

Mission d'évaluation radiologique et chimique des sols dans le cadre de l'assainissement et du démantèlement de l'INB 49 du CEA Saclay

Alexandra Falgon¹ (a.falgon@groupeginger.com), Ahmed Morchid², Sébastien Bertrand³

¹ GINGER DELEO, Avon, France

² Management du Risque, GINGER DELEO, Avon, France

³ Gestion de la source radiologique, GINGER DELEO, Avon, France

Dans le cadre de l'assainissement et du démantèlement de l'INB 49 du CEA Saclay, GINGER DELEO a réalisé une mission d'évaluation radiologique et chimique des sols de l'INB.

La mission a permis la réalisation de reconnaissances géophysiques, de sondages de sols, de prélèvements et de confection d'échantillons, de la radioprotection du chantier, ainsi que les analyses chimiques et radiologiques. 195 sondages ont été réalisés simultanément au droit de 15 cours inter-cellules et de 11 cellules soit au total 500 ML.

Pour mieux répondre aux exigences du CEA, DELEO a fait appel à ses sous-traitants :

VSCAN : pour la détection des réseaux enterrés

ESIRIS : pour la réalisation des sondages en cellules

GEOSONIC : pour la réalisation des sondages extérieurs

CERAP : pour l'appui en radioprotection (contrôles des filtres THE)

Du fait de l'historique des pollutions, le CEA a mis en place une graduation du risque en fonction du risque radiologique sur la zone d'investigation. Trois degrés d'intervention ont été mis en œuvre :

- Sondages sans confinement,
- Sondages semi-confinés bas,
- Un sondage confiné complet, avec confinement dynamique et sortie des carottes en étanchéité totale.

Afin de respecter les exigences des référentiels de sûreté, les sas de confinements ont été vérifiés à chaque mise en place par le chef d'INB à l'aide d'un test fumée et raccordés à la ventilation générale de l'INB. La foreuse intervenant à l'intérieur des cellules était électrique dans le but de limiter le risque incendie. Certains sondages ont nécessité du grutage afin d'accéder à des endroits exigus de l'installation. D'autres forages ont nécessité l'élaboration d'un phasage et des échanges avec l'exploitant de l'INB pour éviter les risques liés à la coactivité.

DELEO a réalisé, au total, plus de 2000 échantillons, la confection de ceux-ci destinés aux analyses radiologiques et chimiques a été effectuée in-situ grâce à deux ateliers :

- Un atelier servant de zone de tri des carottes « potentiellement contaminées ou non » puis d'échantillonnage de carottes non contaminées ;
 - Un atelier muni d'un sas avec confinement statique et dynamique pour échantillonner les carottes contaminées.
- Durant toutes les phases du chantier, DELEO a assuré les mesures et contrôles radiologiques (personnel, matériel, carottes) et a garanti une communication continue avec l'ensemble des interlocuteurs CEA (responsable lot DEM, Ingénieur sécurité, SPRE et INB).

Un rapport de fin d'intervention a été établi comprenant le déroulé des opérations, les descriptions des sondages ainsi que l'ensemble des bilans (sécurité, radioprotection, déchets) et les résultats d'analyses.

D'un point de vue chimique, les teneurs sont inférieures aux limites d'acceptation en ISDI pour la globalité des échantillons analysés. Du point de vue radiologique, les risques ont été maîtrisés, l'EDP respectée, aucun accident ni évènement significatif n'ont été à déplorer.

Mots clés : Radiologique - Forage - Confinement - Prélèvements - Analyses.

Méthode de caractérisation radiologique et de libération de matériel dans le cadre du démantèlement de la centrale nucléaire de Mühleberg

Sylvain Pelloux (sylvain.pelloux@bkw.ch)

Strahlenschutz / Inaktiv Freigabe, BKW, Mühleberg, Suisse

La Centrale nucléaire de Mühleberg située dans le canton de bern en Suisse et représentant 5% de la production d'électricité du pays a été définitivement arrêté le 20.12.2019. Le démantèlement du réacteur de type eau bouillante a débuté le 06.01.2020.

En amont des travaux de démantèlement le projet de caractérisation radiologique et la phase de planification du projet de libération de matériel ont débuté dès 2016. Ces projets sont menés par le service de radioprotection de la centrale. Le projet de caractérisation radiologique consiste en une série d'échantillonnages et d'analyses afin de déterminer un ensemble de vecteurs isotopiques conservatifs pour les différents systèmes. Ce vecteur est une donnée essentielle pour la configuration des appareils de mesures utilisés lors de la mesure de libération. Les méthodes d'analyse et de calcul du vecteur isotopique de type «englobant» ont été théorisées en Allemagne. Leur mise en oeuvre pratique dans le respect du cadre légal suisse a été validée par l'inspection fédérale de sûreté nucléaire.

Depuis le 06 janvier 2020, les travaux de démantèlements ont débutés dans la zone contrôlée et se concentrent dans la salle des machines. Les Matériaux présents en zone contrôlée et destinés à être évacués entrent après traitement et décontamination dans une chaîne de mesures composée de sous-étapes permettant d'assurer le respect des valeurs seuils de libération pour les activités surfaciques et massiques. Ces valeurs seuils sont déterminées sur la base d'études de l'office fédérale de la santé publique et documentées dans l'ordonnance sur la radioprotection suisse. Les matériaux ainsi mesurés ne sont plus soumis, après validation et vérification de l'inspection fédérale de sûreté nucléaire, à une quelconque surveillance et rejoignent le cycle de traitement des déchets conventionnels.

La chaîne de mesure ci-dessus mentionnée est composée d'appareils de mesures sophistiqués et de technologie récente fournissant une haute précision permettant de travailler avec des niveaux d'activités surfaciques et massiques faibles.

Mots clés : Caractérisation radiologique - Libération de matériel - Techniques de mesures.

Développement des nouvelles filières d'élimination des déchets technologiques produits au CERN

Maeva Rimlinger (maeva.rimlinger@cern.ch), Paolo Pisano, Renaud Charousset, Gérald Dumont, Richard Harbron, Matteo Magistris, Nabil Mena, Mohammad Rababah, Chris Theis

CERN, Genève, Suisse

Le CERN, Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire, a pour vocation la physique fondamentale, la découverte des constituants et des lois de l'Univers. Pour cela, le CERN utilise des accélérateurs de haute énergie et des détecteurs de particules situés aux points de collisions entre les faisceaux de particules ou en aval de cibles fixes. L'activation engendrée par l'opération de ces faisceaux de haute énergie conduit à la production de déchets radioactifs lors des opérations de maintenance au sein des installations du CERN. Ceux-ci sont pris en charge par le groupe de radioprotection qui gère le centre de traitement et entreposage des déchets radioactifs du CERN : les déchets sont réceptionnés, entreposés, traités, caractérisés (physiquement et radiologiquement) puis éliminés vers les exutoires des pays hôtes de l'Organisation (Suisse et France).

Parmi les déchets radioactifs générés au CERN, des déchets dit « technologiques » (combinaisons, gants, chiffons, etc.) sont produits. Une partie de ces déchets présente un niveau de contamination compatible à la classification en tant que déchets de très faible activité (TFA) en France. Une autre partie de ces déchets, dont l'activité, le débit d'équivalent de dose et le niveau de contamination sont suffisamment faibles, peuvent être éliminés dans la filière conventionnelle (libération inconditionnelle) en Suisse, conformément à l'accord tripartite entre le CERN, la France et la Suisse.

Un projet (BEEP – « Burnable waste Elimination Project ») pour l'élimination de ces déchets technologiques a été initié par le CERN en 2019. Après une première phase achevée avec succès en 2020 lors de l'élimination d'un premier lot de 20 m³ (avant traitement), les éliminations de routine de déchets technologique TFA contaminés par des radionucléides émetteurs β , γ ont pu commencer (BEEP- β - γ). Deux nouvelles phases ont été lancées en 2021 pour, d'une part, l'élimination des déchets technologiques avec risque de contamination par des radionucléides émetteurs α dans la filière TFA (BEEP- α) et d'autre part, l'élimination des déchets technologiques les moins radioactifs dans la filière conventionnelle par libération inconditionnelle (B-FREE).

L'objectif de cette présentation est de décrire le processus mis en œuvre pour l'élimination de ces déchets, de la sélection des candidats jusqu'à leur élimination. La présentation portera notamment sur le plan organisationnel entre les trois voies possibles pour ces déchets ainsi que sur les méthodologies appliquées au CERN pour traiter, emballer et caractériser ces déchets.



atsr-ri.fr

Les Ateliers de l'ATSR

Innovations techniques et radioprotection
De la construction au démantèlement

29, 30 septembre et 1^{er} octobre 2021

Château de Cadarache - Saint-Paul-lez-Durance - France

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



Communications orales

Session 3

Évaluation de l'exposition des travailleurs au radon dans 14 installations du centre CEA Marcoule

Fabrice Petitot (fabrice.petitot@cea.fr)

DUSP / SPR / Laboratoire de Radioprotection des Installations, CEA Marcoule, Bagnols-sur-Cèze Cedex, France

Radionucléides présents dans tous les compartiments de l'environnement, le radon et ses descendants représentent la part la plus importante de l'exposition de la population aux rayonnements ionisants. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) classe le radon comme carcinogène pulmonaire. Ainsi, la gestion du risque lié à son exposition représente un véritable enjeu sanitaire pour le public mais également pour les travailleurs.

Suite à la transposition en droit français de la directive 2013/59/Euratom du Conseil du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants, le code du travail demande désormais à l'employeur d'intégrer l'exposition au radon dans l'évaluation des risques pour les travailleurs exposés aux rayonnements ionisants. Dans ce contexte, le CEA Marcoule a initié une réévaluation du risque radon dans ses installations.

En 2019, une première campagne de mesurage a été réalisée à l'aide de méthodes normalisées, afin d'estimer l'activité volumique annuelle moyenne des lieux de travail de 14 installations du centre de Marcoule. Cette campagne a permis d'évaluer le niveau d'exposition des travailleurs au radon au regard d'un niveau de référence ou « d'action » fixé par la réglementation à 300 Bq.m^{-3} en moyenne sur l'année.

Une étude complémentaire a été conduite afin de confirmer les caractéristiques des locaux favorisant l'accumulation du radon et de ses produits de filiation et d'évaluer l'impact des différents types de ventilation mis en place dans les installations, sur leur extraction. Dans ce cadre, des mesures opérationnelles de l'activité volumique du radon 222 et de ses descendants ont été réalisées dans les locaux étudiés, afin de calculer l'Énergie Alpha Potentielle Volumique des descendants à vie courte du radon 222 et le facteur d'équilibre descendants/radon 222.

Les résultats des mesures de l'activité volumique moyenne annuelle de gaz radon dans les 14 installations du centre objet de cette première campagne de dépistage ont permis de conclure que le niveau de référence réglementaire n'était pas dépassé sur les lieux de travail. Au regard du faible risque d'exposition au radon rencontré dans les locaux de travail, aucune « zone radon » n'est à définir dans le cadre du zonage radioprotection.

L'étude menée en parallèle sur le comportement du radon dans les bâtiments, a permis de confirmer les caractéristiques des locaux pouvant présenter des activités volumiques en radon supérieures au niveau de référence. De plus, il a été constaté pour certains locaux, dans certaines conditions, que la ventilation de type naturelle peut s'avérer efficace pour réduire la concentration atmosphérique en radon. Toutefois la ventilation de type mécanique reste le meilleur moyen de remédiation pour des locaux susceptibles de présenter des concentrations en radon élevées.

Mots clés : Radon - Travailleurs - Réglementation - Mesurage - EAPV.

CARTOSTAT une plateforme d'outils statistiques et géostatistiques pour la caractérisation radiologique de sols, surfaces et objets contaminés

Nadia Perot (nadia.perot@cea.fr)

DES/IRESNE/DER/SESI, CEA, Saint-Paul-lez-Durance, France

Le CEA dispose d'une expertise reconnue depuis de nombreuses années dans le domaine des statistiques pour l'assainissement, le démantèlement (A&D) et la caractérisation des déchets. Les problématiques rencontrées dans ces domaines concernent aussi bien la stratégie d'échantillonnage, la caractérisation que l'analyse de risque. En particulier, un ensemble d'outils de modélisation statistique et géostatistique a été développé ces dernières années et organisé dans la plateforme CARTOSTAT pour répondre aux besoins de caractérisation et de cartographie de sols, surfaces et objets contaminés rencontrés sur les chantiers d'A&D. Ces méthodologies qui prennent en compte de manière rigoureuse la problématique des incertitudes de mesure et des données de mesure en limite de détection permettent de fournir des estimations réalistes de première importance pour la mise au point et l'optimisation des scénarios d'assainissement, la gestion et le chiffrage financier des déchets. Notre objectif ici est de présenter cette plateforme ainsi que les résultats de sa mise en œuvre sur les cas d'application du projet européen H2020 INSIDER auquel le CEA participe. Les exemples traités concernent la caractérisation de cuves d'effluents mais aussi la cartographie de sols contaminés avec dans les 2 cas, peu de données de mesure disponibles, des incertitudes de mesure et de nombreuses données de mesure en limite de détection. La comparaison des résultats obtenus aux estimations réalisées sans tenir compte de ces spécificités des mesures montrent des écarts souvent loin d'être négligeables qui peuvent impacter de manière importante les scénarios de démantèlement.

Mots clés : Caractérisation radiologique - Cartographie - Statistiques-Géostatistiques - INSIDER project.

Présentation des outils innovants Orano DS pour la Radioprotection

Benjamin Chagneau (benjamin.chagneau2@orano.group)

DO CEA, Orano DS, Saint-Paul-lez-Durance, France

Présentation de MANUELA:

outils de cartographie 3D portable (irradiamètre avec caméra 3D) avec logiciel de post traitement capable de mettre en évidence la cartographie 3D à laquelle on peut associer un outil de réalité virtuelle ainsi qu'un avatar pour simulation de travaux avec gestion de la dosimétrie.

Présentation de RIHANA SC:

drône pour réalisation de cartographie en-dessous de conteneurs de transport.

Présentation de MARA :

outil de maillage assisté par réalité augmenté pour réalisation de cartographie.

Présentation du SAS 5 minutes :

SAS réutilisable déployable rapidement sur chantier.

Mots clés : MANUELA - MARA - Cartographie 3D - SAS 5 minutes.

Utilisation du code FLUKA pour la conception du blindage nécessaire à l'utilisation d'une source radioactive par le système autonome TIM dans le tunnel du LHC

Philippe Bertreix (philippe.bertreix@cern.ch)

HSE/RP-CS, CERN, Meyrin, Suisse

De par ses activités de recherche, le CERN exploite plusieurs accélérateurs de particules, dont le grand collisionneur de hadrons (LHC). Pour des raisons de sécurité et d'exploitation, des *Beam Loss Monitor* (BLM) sont installés le long du LHC afin de détecter d'éventuelles pertes de faisceaux. Ces appareils doivent être testés et calibrés régulièrement par des opérateurs, à l'aide d'un chariot spécifiquement équipé à cet effet.

Afin de réduire l'exposition des opérateurs, mais aussi d'automatiser le process de vérification des BLM, le CERN a pour projet l'utilisation du *Train Inspection Monorail* (TIM) déjà existant pour la vérification et la calibration des BLM. La source utilisée sera installée sur le TIM et restera en place durant toute la durée de la campagne de vérification des BLM.

Il apparaît donc nécessaire de mettre en place un blindage adapté à la source utilisée et de s'assurer que le débit de dose résiduel due à cette nouvelle configuration n'impacte pas la classification actuelle du tunnel LHC. Le code de calcul FLUKA a été utilisé pour valider le design du blindage de la source et vérifier que l'exposition des personnels lors des campagnes de vérification soit maintenu aussi bas que raisonnablement possible, compte tenu des activités réalisées.

Mots clés : Simulation - FLUKA - Source - Blindage.



atsr-ri.fr

Les Ateliers de l'ATSR

Innovations techniques et radioprotection
De la construction au démantèlement

29, 30 septembre et 1^{er} octobre 2021

Château de Cadarache - Saint-Paul-lez-Durance - France

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



Communications orales

Session 4

Prédire la biodisponibilité de radiocontaminants prélevés au poste de travail à l'aide d'un test acellulaire pour une meilleure prise en charge des travailleurs

Anne Van der Meeren¹ (anne.vandermeeren@cea.fr), Pierre Laroche², Griffiths Nina¹

¹ DRF/Jacob/iRCM/LRT, CEA, Arpajon, France

² Direction Santé, Orano, Chatillon, France

En cas de contamination interne, la biodistribution des contaminants dépend de la nature du composé, de sa forme physicochimique et de la voie d'entrée dans l'organisme. Un composé soluble quittera rapidement le site de contamination pour rejoindre le compartiment systémique d'où il sera éliminé dans les urines et/ou retenu dans les organes systémiques de rétention. Un composé moins soluble sera majoritairement retenu au site de contamination. L'estimation de la dose engagée reçue par le travailleur est basée sur la connaissance des propriétés de dissolution du/des composé(s) à l'origine de la contamination. En effet, les modèles mathématiques utilisés pour le calcul de dose nécessitent l'utilisation de paramètres de dissolution propres aux contaminants. Le choix de ces paramètres par l'équipe médicale repose sur la connaissance des propriétés des composés présents au poste de travail. Or, lors d'incidents ayant eu lieu dans des installations en démantèlement, les paramètres choisis ne permettaient pas une bonne cohérence entre les données d'excrétion des travailleurs et les prédictions des modèles biocinétiques. Ceci suggère que les caractéristiques des composés présents au moment de la contamination du travailleur ont évolué au cours du temps (vieillesse, mélanges de contaminants, etc) soulignant la nécessité d'utiliser des paramètres spécifiques des composés impliqués dans la contamination, afin de proposer un calcul de dose réaliste.

Un test *in vitro* acellulaire a été développé et breveté¹ afin de prédire le comportement d'un radiocontaminant dans l'organisme, après contamination interne par différentes voies (blessure, inhalation). Le principe est basé sur l'immobilisation d'un radiocontaminant dans un gel d'agarose constituant la partie statique du test, représentant le compartiment de rétention. La composition du gel peut être adaptée pour simuler différents compartiments biologiques. Ce gel est ensuite incubé dans un milieu représentatif d'un compartiment dynamique de transfert (sang, fluide pulmonaire, etc...). Ce milieu est prélevé à intervalles réguliers et l'activité présente est mesurée par spectrométrie alpha, bêta ou gamma selon la nature du contaminant. La fraction d'activité transférée renseigne sur la capacité d'un composé à être libéré d'un compartiment de rétention vers un compartiment de transfert, définissant ainsi la biodisponibilité du composé. Les données issues de ce test *in vitro* sont cohérentes avec les données de dissolution évaluées chez l'animal par mesure de l'excrétion urinaire après contamination, indiquant son caractère prédictif^{2,3}. Récemment, le test acellulaire a été adapté pour permettre l'inclusion dans le gel d'agarose de contaminants prélevés par frottis au poste de travail (boîte à gants, installation en démantèlement, etc).

Ainsi, ce modèle biomimétique et prédictif peut être proposé, en première approche, pour prédire la biodistribution d'un contaminant, permettant ainsi de disposer d'un outil supplémentaire dans le processus de l'évaluation du risque suite à une contamination accidentelle au poste de travail.

Travaux réalisés dans le cadre d'un accord CEA-Orano.

Mots clés : Contamination interne - Calcul de dose - Biodisponibilité - Prélèvement par frottis.

Références :

1. Procédé pour prédire la biodisponibilité d'un radioélément suite à une contamination et ses utilisations-FR 15 63214 et WO 2017/109024.
2. VAN DER MEEREN A., ANGULO JF., BOHANDS S., GRIFFITHS NM. A quick and simple *in vitro* assay to predict bioavailability of actinides following accidental exposure. *Toxicology in Vitro*, 2019, 58, 142-149.
3. GRIFFITHS NM, COUDERT S., MOUREAU A, LAROCHE P., ANGULO JF., VAN DER MEEREN A. Forecasting the *in vivo* behavior of radiocontaminants of unknown physicochemical properties using a simple *in vitro* test. *Health Phys.* 2016, 111, 93–99.

Présentation d'un cas réel de contamination interne en uranium d'un salarié

Nicolas Blanchin (nicolas.blanchin@cea.fr)

SST CEA / Cadarache, Saint-Paul-lès-Durance, France

Suite au dépistage répété chez un salarié d'une activité en uranium (isotope naturelle) dans les urines à des niveaux significativement supérieurs aux valeurs indicatives dans la population générale, de multiples investigations ont été réalisées afin d'en identifier l'origine en suivant différentes hypothèses possibles (date, mode...) professionnelles et alimentaires.

Ce cas illustre l'importance d'une approche pluridisciplinaire (exploitation, radioprotection et médical) pour déterminer l'origine d'une contamination interne chez un salarié et évaluer la dose efficace engagée qui en résulte. En effet, dans l'interprétation des analyses radiotoxicologiques en uranium, il est souvent délicat de déterminer la contribution du bruit de fond lié aux apports alimentaires qui interfère avec une éventuelle incorporation d'origine professionnelle.

La production de radio-isotopes à usage médical sur le Réacteur Jules Horowitz

Jean-Pierre Coulon (jean-pierre.coulon@cea.fr)

CEA RJH, Saint-Paul-lez-Durance, France

Le Réacteur de recherche Jules-Horowitz (RJH), actuellement en cours de construction à Cadarache, sera un réacteur de recherche dédié aux études de comportement sous irradiation des combustibles et des matériaux pour les différentes générations de réacteurs nucléaires électrogènes. Il est dimensionné pour être capable de répondre, pendant 50 ans, à la demande des électriciens, des industriels et/ou des instituts de recherche (français et étrangers), mais également à la demande des programmes propres du CEA..

Le Réacteur de recherche Jules-Horowitz (RJH) participera également à la santé publique européenne. Il assurera en effet la production de radionucléides utilisés par le secteur médical à **usage diagnostique**. Ces éléments sont actuellement produits par plusieurs réacteurs de recherche en Europe, construits dans les années 60. Ce qui signifie qu'ils seront mis à l'arrêt, du fait de leur âge, aboutissant alors au paradoxe médico-industriel suivant : d'un côté, on a des éléments à vie très courte qui ne peuvent pas être stockés. Et de l'autre, on a une demande très forte pour assurer environ 40 millions d'examens médicaux par an dans le monde (9 millions en Europe et plus d'un million en France).

Le renouvellement de cette capacité de production constitue donc un enjeu majeur de santé publique. Le RJH apportera un élément de réponse stratégique par sa capacité de production: 25% (soit l'équivalent plus de deux millions de personnes diagnostiquées) et pouvant monter jusqu'à 50% des besoins annuels de l'Union européenne. Dans la prochaine décennie, en lien avec le développement d'un modèle économique approprié, le RJH pourrait fournir, le cas échéant, plus de 20 % des moyens mondiaux dans ce domaine du diagnostic par imagerie moléculaire. Au-delà de l'aspect diagnostique médical, le RJH jouera également, dès son démarrage, un rôle grandissant en fournissant des radio-isotopes à **usage thérapeutique** en soutien des développements en cours en oncologie (Radiothérapie Interne Vectorisée). La fiabilisation des productions issues du RJH pour plusieurs décennies est une fondation indispensable à ces nouvelles thérapies prometteuses.

Mots clés : Réacteur d'irradiation - Radioisotopes - Médical.



atsr-ri.fr

Les Ateliers de l'ATSR

Innovations techniques et radioprotection
De la construction au démantèlement

29, 30 septembre et 1^{er} octobre 2021

Château de Cadarache - Saint-Paul-lez-Durance - France

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



Liste des posters

Résumés des communications affichées

Liste des posters

Nom	Prénom	Titre du poster	N° de poster
ARDELLIER	Luc	Avantages de la simulation numérique 3D de projets complexes de D&D sur la radioprotection	P01
BARTHÉLÉMY	Noé	Les besoins en hydrogéologie : de la construction au démantèlement des installations nucléaires	P02
BERTHIER	Sylvie	Etalonnage, dosimétrie photonique et neutronique	P03
BRISSAC	Benjamin	Avantages de la simulation numérique 3D de projets complexes de D&D sur la radioprotection	P04
DESNOYERS	Yvon	Kartotrak, solution logicielle intégrée pour la caractérisation des sites et sols contaminés	P05
DOZOL	Hélène	Conditionnement de matières exotiques au LEFCA	P06
DUBUGET	Vincent	Mesurez des contaminations en ⁶³ Ni et tritium / Utilisez ce passeur de frottis sur le terrain	P08
FALORNI	Vincent	Technique de déshabillage SPR - FLS	P09
FICHET	Pascal	Démonstrateur industriel de terrain pour des mesures bas niveaux d'émetteurs alpha bêta	P10
GHILARDI	Antoine	La société TRAD Tests & Radiations optimise le blindage d'un générateur de positrons développé par POSITHÔT	P11
GIRONES	Philippe	Une robotique pour la radioprotection	P12
GUEGAN	Hervé	Etalonnage de radiamètres dans un champ de rayonnement gamma de haute énergie	P13
HMISSI	Mohamed-Z	Une caméra Compton Binoculaire pour l'imagerie des déchets radioactifs de faibles activités (FA/TFA)	P14
LENGRAND	Sandra	Mise en place du PORTACOUNT sur Marcoule pour les essais d'ajustement d'EPVR	P15
OZIL	Samuel	Évolution de la conception des EPI destinés aux interventions en environnement confiné nucléaire. Élargissement des solutions de protection proposées	P16
		L'Évolution des EPI dans les interventions de démantèlement	P17
PATTON	Gael	Retour d'expérience sur la dosimétrie en temps réel	P18
FALGON	Alexandra	Mission d'évaluation radiologique et chimique des sols dans le cadre de l'assainissement et du démantèlement de l'INB 49 du CEA Saclay	P19
RIPOLL	Henri	Matériau atténuateurs sans plomb - Novashiled	P20
ROVIDA	Camille	Zone de décontamination du personnel	P21

Avantages de la simulation numérique 3D de projets complexes de D&D sur la radioprotection

Luc Ardellier¹ (luc.ardellier@cyclife-ds.com), Vincent Testard¹, Paola Ontiveros¹, Cédric Andres², Philippe Lefevre³

¹ Cyclife Digital Solutions, Bagnols-sur-Cèze, France

² Graphitech, Lyon, France

³ EDF / DP2D, Lyon, France

Parmi les technologies numériques, les outils de simulations en 3D sont les plus utilisés dans les études de scénarios d'intervention, comme soutien au développement de technologies innovantes pour des moyens télé-opérés et enfin dans l'évaluation dosimétrique de projets d'intervention en milieu nucléaire.

DEMplus[®] for nuclear est un outil d'aide à la décision, couplé aux technologies 3D, développé par Cyclife Digital Solutions. Le logiciel permet de comparer et d'évaluer les avantages et inconvénients des scénarios envisagés, et ainsi de définir la stratégie optimale avec ses 4 critères : coût, durée, déchets et suivi dosimétrique des opérations. Cela fait de DEMplus[®] un outil idéal dans l'élaboration d'une démarche ALARA.

Dans ce contexte et pour minimiser les risques projets liés au démantèlement des réacteurs UNGG, EDF a décidé d'utiliser des solutions numériques permettant clairement d'optimiser les tests physiques prévus sur un démonstrateur. Pour le compte de la Direction des projets de démantèlement et de gestion des déchets (DP2D) d'EDF, Graphitech est en train de simuler le scénario de démantèlement du réacteur Chinon A2 en utilisant DEMplus[®]. L'objectif de cette étude est avant tout de montrer les bénéfices liés à la simulation numérique 3D dans un projet complexe en tenant compte de tous les paramètres tels que la dose collective effective des opérateurs, les volumes de déchets et les colis produits, la planification et les coûts des opérations de démantèlement.

Le projet consiste à reproduire le scénario de démantèlement de référence, en phase d'avant-projet détaillé (APD), du caisson de Chinon A2 et de ses éléments internes. La simulation d'une partie du projet a été déjà réalisée en prenant en compte la globalité des paramètres (dose, durée, déchets et coûts). La reproduction de l'évaluation dosimétrique prévisionnelle (EDP) comprend : les durées d'exposition des opérateurs, le débit de dose associé à chaque poste de travail, la dose individuelle et la dose collective (pendant les opérations dans le caisson, la maintenance et la cinématique de déchets).

L'exploitation des données existantes et de la maquette 3D ont permis de reproduire avec DEMplus[®] les résultats attendus de l'APD avec des marges d'erreur individuelles inférieures à 5 % lorsque toutes les données étaient parfaitement connues. Ce référentiel technique pourra donc être directement réemployé et pérennisé lors des études d'actualisations et d'optimisations complémentaires à l'ADP.

Grâce à ce référentiel numérique unique, la simulation permet de partager les informations du projet entre toutes les parties prenantes. Cela permet de réaliser une démarche ALARA complète et des optimisations de manière collaborative. Ainsi, la simulation numérique 3D est sans conteste un des outils innovants permettant de gagner en efficacité, en réduisant les coûts et les risques des projets de démantèlement complexes.

Mots clés : Démantèlement - Radioprotection - Optimisation - Simulation - Dose prévisionnelle.

Les besoins en hydrogéologie : de la construction au démantèlement des installations nucléaires

Noé Barthélémy (Noe.BARTHELEMY@cea.fr)

DG/CEAMAR/DUSP/SPR/LCEI, CEA, Bagnols-sur-Cèze, France

Le site de Marcoule est situé dans le couloir Rhodanien à quelques kilomètres au nord de la confluence du Rhône et de la Cèze et est recouvert en intégralité par des dépôts superficiels quaternaires correspondant à d'anciennes terrasses fluviales du Rhône. Ces formations alluviales, qui reposent sur un substratum marneux imperméable, sont aquifères et renferment une nappe libre dont la recharge est essentiellement assurée par les précipitations. Cette nappe alluviale est en perpétuel mouvement et se déverse de terrasse en terrasse suivant une pente générale en direction du sud. Elle présente des niveaux d'eaux variables (données piézométriques – battement de la nappe) en fonction des épisodes météorologiques ainsi que des caractéristiques chimiques et radiologiques différentes selon les secteurs. Ces nombreuses données doivent être prises en compte pour des travaux nécessitant un décaissement important des terrains (démantèlement/assainissement), la mise en place d'aménagements souterrains ou la prévention des risques externes (surveillance, impact sur l'homme et l'environnement).

Durant les différentes phases de la vie d'une installation nucléaire (création, modification, démantèlement mais surtout exploitation), la connaissance de l'hydrogéologie est donc un élément majeur.

Pour cela, des données hydrogéologiques sont acquises (campagne piézométrique, sondes automatiques et caractérisation radiologique et/ou chimique de prélèvements d'eau de nappe) et sont mises à jour au fur et à mesure. Elles permettent notamment de répondre aux points suivants :

- Battements de la nappe (mise en place de système de drainage ou de pompage) ;
- Quantification du risque de liquéfaction (modification de la portance des sols en fonction de la teneur en eau) ;
- Sélection des piézomètres de référence pour la surveillance régulière d'une installation (piézométrie et caractéristiques radiologiques en amont/aval) ;
- Etat des lieux chimique et/ou radiologique de la nappe (dans le cadre de la construction d'une installation, cet état de lieux est appelé « état de référence »).

En complément, un modèle hydrogéologique utilisant toutes les données acquises en continu peut être utilisé. Ce dernier permet d'une part d'évaluer le risque d'inondation externe au regard de la pluviométrie et d'autre part d'étudier le transfert de solutés dans la nappe alluviale et les temps de transfert jusqu'aux exutoires et d'évaluer l'impact dosimétrique sur l'homme.

Pour acquérir des données hydrogéologiques représentatives, un parc de plus de 350 ouvrages répartis sur et en dehors du site de Marcoule est exploité actuellement. Pour cela, il est nécessaire de disposer d'un réseau d'ouvrages représentatifs de la nappe. Dans ce cadre, une étude des données existantes (géologiques, techniques et piézométriques) pour chaque ouvrage est réalisée. Les résultats permettent de conclure quant à la cohérence de l'ouvrage avec la nappe et d'envisager différents travaux : diagnostic, réhabilitation ou rebouchage.

Mots clés : Hydrogéologie - Piézométrie - Marquage - Réexamen.

P03

Etalonnage, dosimétrie photonique et neutronique

Sylvie Berthier (sylvie.berthier@cea.fr), Anthony Chaillan

D3S/SPR/LRIR, CEA Cadarache, Saint-Paul-lez-Durance, France

Présentation des méthodes d'étalonnages des radimètres dans des champs de référence photonique et neutronique du laboratoire SPR/EDPN situé au CEA de Cadarache

Mots clés : Etalonnage - Dosimétrie - Photon - Neutron.

Avantages de la simulation numérique 3D de projets complexes de D&D sur la radioprotection

Benjamin Brissac¹ (claire.olivier@cyclife-ds.com), Luc Ardellier¹, Vincent Testard¹, Paola Ontiveros¹, Cédric Andres², Philippe Lefevre³

¹ Cyclife Digital Solutions, Bagnols-sur-Cèze, France

² Graphitech, Lyon, France

³ EDF / DP2D, Lyon, France

Parmi les technologies numériques, les outils de simulations en 3D sont les plus utilisés dans les études de scénarios d'intervention, comme soutien au développement de technologies innovantes pour des moyens télé-opérés et enfin dans l'évaluation dosimétrique de projets d'intervention en milieu nucléaire.

DEMplus[®] for nuclear est un outil d'aide à la décision, couplé aux technologies 3D, développé par Cyclife Digital Solutions. Le logiciel permet de comparer et d'évaluer les avantages et inconvénients des scénarios envisagés, et ainsi de définir la stratégie optimale avec ses 4 critères : coût, durée, déchets et suivi dosimétrique des opérations. Cela fait de DEMplus[®] un outil idéal dans l'élaboration d'une démarche ALARA.

Dans ce contexte et pour minimiser les risques projets liés au démantèlement des réacteurs UNGG, EDF a décidé d'utiliser des solutions numériques permettant clairement d'optimiser les tests physiques prévus sur un démonstrateur. Pour le compte de la Direction des projets de démantèlement et de gestion des déchets (DP2D) d'EDF, Graphitech est en train de simuler le scénario de démantèlement du réacteur Chinon A2 en utilisant DEMplus[®]. L'objectif de cette étude est avant tout de montrer les bénéfices liés à la simulation numérique 3D dans un projet complexe en tenant compte de tous les paramètres tels que la dose collective effective des opérateurs, les volumes de déchets et les colis produits, la planification et les coûts des opérations de démantèlement.

Le projet consiste à reproduire le scénario de démantèlement de référence, en phase d'avant-projet détaillé (APD), du caisson de Chinon A2 et de ses éléments internes. La simulation d'une partie du projet a été déjà réalisée en prenant en compte la globalité des paramètres (dose, durée, déchets et coûts). La reproduction de l'évaluation dosimétrique prévisionnelle (EDP) comprend : les durées d'exposition des opérateurs, le débit de dose associé à chaque poste de travail, la dose individuelle et la dose collective (pendant les opérations dans le caisson, la maintenance et la cinématique de déchets).

L'exploitation des données existantes et de la maquette 3D ont permis de reproduire avec DEMplus[®] les résultats attendus de l'APD avec des marges d'erreur individuelles inférieures à 5 % lorsque toutes les données étaient parfaitement connues. Ce référentiel technique pourra donc être directement réemployé et pérennisé lors des études d'actualisations et d'optimisations complémentaires à l'ADP.

Grâce à ce référentiel numérique unique, la simulation permet de partager les informations du projet entre toutes les parties prenantes. Cela permet de réaliser une démarche ALARA complète et des optimisations de manière collaborative. Ainsi, la simulation numérique 3D est sans conteste un des outils innovants permettant de gagner en efficacité, en réduisant les coûts et les risques des projets de démantèlement complexes.

Mots clés : Démantèlement - Radioprotection - Optimisation - Simulation - Dose prévisionnelle.

Kartotrak, solution logicielle intégrée pour la caractérisation des sites et sols contaminés

Yvon Desnoyers (desnoyers@geovariances.com), Ophélie Lemarchand

Geovariances, Avon, France

Kartotrak offre une chaîne de traitement intégrée guidant l'utilisateur à travers chaque étape de son projet de caractérisation radiologique de sites contaminés et d'installations nucléaire en démantèlement. Les méthodes géostatistiques intégrées fournissent des outils pertinents pour optimiser les campagnes d'échantillonnage, mieux comprendre l'organisation spatiale de la contamination, cartographier les débits de dose, évaluer les surfaces et les volumes dépassant un seuil et quantifier les incertitudes associées.

Compilation, contrôle qualité et visualisation des données de contamination

Kartotrak permet le chargement de tout type de données : niveaux de contamination, sondages, topographie, lithologie, informations indirectes (données historiques, géophysiques), vues aériennes, position des bâtiments et des structures enterrées... Kartotrak permet ainsi l'affichage, le contrôle, l'édition, la validation des données, le calcul de statistiques, la visualisation de plans d'échantillonnage en 2D ou des sondages à 3D, les cartes de résultat, l'identification des surfaces et des volumes contaminés.

Délimitation rigoureuse des zones contaminées

Kartotrak est construit sur l'expertise géostatistique de GEOVARIANCES et propose une chaîne de traitement de données éprouvée : variographie, krigeage, simulations stochastiques et post-traitement. Kartotrak permet ainsi de générer des cartes rigoureuses prenant en compte le comportement spatial de la contamination ainsi que le niveau de précision associé.

Optimisation de la densité et de la localisation des investigations/sondages

Kartotrak propose des outils pour concevoir des plans d'échantillonnage d'une manière optimale, de l'échantillonnage sur une grille régulière à l'échantillonnage aléatoire sur la base de tests statistiques. La connexion directe d'appareils de mesure permet également la réalisation de cartographies en temps réel sur le site. Il est ensuite possible de dimensionner une nouvelle campagne d'échantillonnage en fonction de l'objectif de réhabilitation visé et du niveau de confiance attendu.

Maîtrise des incertitudes sur les zones et les volumes à traiter

Kartotrak permet de calculer des modèles fiables, s'appuyant sur l'ensemble des données disponibles et une approche scientifique opposable. Le niveau d'incertitude sur les surfaces et les volumes estimés dépassant un seuil fixé (débit de dose pour l'exposition radiologique ou seuil radiologique pour la catégorisation des déchets à produire) est quantifié et l'erreur associée à un scénario de décontamination est elle-aussi évaluée. Kartotrak fournit ainsi un véritable outil d'aide à la décision et à la maîtrise des projets grâce à une évaluation du risque précise et scientifique.

Communication efficace

Kartotrak permet de créer des rapports d'évaluation de la contamination. Ces derniers sont éditables et modifiables directement dans le logiciel pour communiquer des résultats clairs, concis et didactiques. Les cartes 2D ou 3D transmises aux clients permettent de comprendre d'un seul coup d'œil l'état du site et son fonctionnement quant à la distribution de la contamination.

Mots clés : Cartographie - Echantillonnage - Géostatistique - Incertitudes.

Conditionnement de matières exotiques au LEFCA

Hélène Dozol (helene.dozol@cea.fr)

SPR/LRIC, CEA, Saint-Paul-lez-Durance, France

En l'absence de garantie sur la tenue au séisme du MCMF (INB 53), le CEA s'était engagé à désentreposer la totalité de la matière nucléaire qui s'y trouvait et à la transférer vers MAGENTA (INB 169). Parmi les matières entreposées, 45 lots appelés Matières EXotiques (MEX) ne répondent pas aux spécificités d'entreposage de longue durée de MAGENTA. Ils doivent donc être reconditionnés. Ces opérations sont réalisées au LEFCA (INB 123), ce qui nécessite d'établir au préalable des prévisionnels dosimétriques pour chaque lot ou groupe de lots pour les opérations de reconditionnement.

Ce poster présente la méthodologie suivie pour la réalisation du prévisionnel dosimétrique, le REX dosimétrique pour les opérations en questions et une comparaison entre les valeurs de DeD au contact des pots contenant la matière calculées et mesurées.

Mots clés : Prévisionnel dosimétrique.

Mesurez des contaminations en ^{63}Ni et tritium / Utilisez ce passeur de frottis sur le terrain

Vincent Dubuget (vdubuguet@apvl.com)

APVL ingénierie, Saint-Cyr-sur-Loire, France

Plusieurs produits d'activation neutron, significatifs lors du fonctionnement ou du démantèlement d'une centrale nucléaire, sont parfois difficiles à détecter à cause de leurs émissions radioactives à faibles énergies. Certains de ces radionucléides sont présents dans les services de médecine nucléaire des hôpitaux (^{35}S , ^{51}Cr), les appareils de diffraction (^{55}Fe) et instruments à chromatographie gazeuse (^{63}Ni).

APVL ingénierie propose un nouveau passeur afin de mesurer la contamination sur des frottis \varnothing 50 mm des électrons de capture et des émetteurs bêta basse énergie. Ce mode est une alternative simple et rapide aux analyses en laboratoire utilisant des techniques à scintillation liquide. Ce nouveau mode peut être sélectionné au démarrage du passeur et complète l'utilisation classique en mode α/β .

Mots clés : Contamination - Tritium - Frottis - Bêta basse énergie.

Références :

1. Poster APVL - Vincent Dubuget

Technique de déshabillage SPR - FLS

Vincent Falorni (vincent.falorni@cea.fr)

D3S/SPR/LRIC, CEA CADARACHE SPR, Saint-Paul-lez-Durance, France

Les équipes de sécurité du centre de Cadarache (SPR - FLS) s'entraînent lors des recyclages aux situations d'urgences radiologiques qui pourraient survenir en zone très contaminée (zone rouge).

Pour ce faire, une technique simplifiée a été mise au point conjointement afin de garantir la sécurité des personnels lors de la phase de retrait des EPI contaminés et contaminants.

Mots clés : Formation - SPR - FLS - Déshabillage - Zone contaminée.

Références :

1. Falorni, 2021

Démonstrateur industriel de terrain pour des mesures bas niveaux d'émetteurs alpha bêta

Pascal Fichet¹ (pascal.fichet@cea.fr), Sylvain Leblond¹, Remi Laumonier², Paul Sardini³

¹ DPC/LASE/SEARS, ISAS/SACLAY/CEA, Gif-sur-Yvette, France

² ARL, ARL, Nesles-la-Vallée, France

³ UMR 7285 CNRS, IC2MP Université de Poitiers, Poitiers, France

Introduction

Pour le suivi des chantiers en assainissement démantèlement, les appareils de caractérisation sur le terrain sont essentiels. De nombreuses caméras industrielles ou à l'état de prototype dédiées à la mesure de rayonnements gamma existent. Par contre, les développements de caméras alpha ou bêta sont beaucoup plus rares. Dans le cadre d'un projet de recherche soutenu par un PIA Andra, le consortium CEA/ARL/Université de Poitiers a construit un démonstrateur industriel appelé MAUD (TRL = 7) qui utilise des détecteurs SiPM (Silicon Photomultipliers) couplés à des scintillants organiques.

Matériel

Le projet a démarré après avoir démontré la faisabilité sur le terrain de l'autoradiographie digitale pour contrôler des très faibles niveaux de radioactivité dus à des émetteurs alpha et bêta (jusqu'au tritium). Les films autoradiographiques utilisés lors de ces premiers développements malgré leur intérêt présentent quelques inconvénients notamment si l'on souhaite obtenir des informations en temps réel. Ainsi les détecteurs SiPMs ont été choisis pour industrialiser le concept d'imagerie alpha bêta bas niveaux. Les SiPMs sont des détecteurs industriels de photons, extrêmement sensibles, robustes, de petites tailles, et fonctionnant à de très faibles tensions, ce qui est un avantage notable pour des analyses de terrain. Dans sa version de terrain et vue la très faible consommation énergétique des SiPMs, le démonstrateur est équipé d'une batterie d'une autonomie de plus de huit heures. Ces détecteurs ont pour but de remplacer avantageusement certaines applications utilisant des photomultiplicateurs. Placés au contact de scintillants, ils deviennent d'excellents détecteurs de radioactivité. Pour mesurer des radionucléides alpha et bêta, le scintillant du démonstrateur industriel MAUD, est plaqué sur la surface à caractériser. Avec des temps d'exposition de quelques minutes, des performances de l'ordre du Bq/cm² ont pu être atteintes pour certains radionucléides émetteurs alpha et/ou bêta.

Résultats obtenus sur le terrain

Le démonstrateur utilise 64 SiPMs sous forme de quatre matrices 4x4 côte à côte. Cette configuration (taille du détecteur 5 cm x 5 cm) permet d'obtenir des images de potentielles taches de contamination sur des surfaces solides en déplaçant le système portable. Des mesures ont été réalisées et géolocalisées sur du béton. Des mesures sur échantillons sont également possibles.

Présentation et conclusion

La présentation sera focalisée sur les différentes composantes techniques (en particulier électroniques) équipant le démonstrateur MAUD. De nombreux essais ont été déjà obtenus sur le terrain et en laboratoire et seront décrits en se focalisant principalement sur la mesure des radionucléides difficilement mesurables dans des chantiers d'assainissement démantèlement.

Mots clés : Mesure de terrain - Alpha - Bêta - SiPM.

Références :

1. P. Fichet et al., (2012), Tritium analysis in building dismantling process using digital autoradiography, *Journal of Radioanalytical Nuclear Chemistry*, 291, 869–875
2. A. Leskinen et al., (2013), Digital autoradiography (DA) in quantification of trace level beta emitters on concrete, *Journal of Radioanalytical Nuclear Chemistry*, 298, 153–161
3. R. Haudebourg et al., (2015), A non-destructive and on-site digital autoradiography-based tool to identify contaminating radionuclide in nuclear wastes and facilities to be dismantled, *Journal of Radioanalytical Nuclear Chemistry*, 309, 551–561
4. P. Fichet, (2019), Different detection techniques for tritium inventory. First tritium school, Ljubljana, Slovenia.
5. S Leblond, (2019), MAUD Project - development of a new portable detector for alpha and beta surface contamination imaging, HAL Id: hal-02415476

P11

La société TRAD Tests & Radiations optimise le blindage d'un générateur de positrons développé par POSITHÔT

Antoine Ghilardi (antoine.ghilardi@trad.fr)

TRAD Tests & Radiations, Labège, France

POSITHÔT - la Manufacture d'Antimatière – est lauréat du concours Innov'Up Leader du Programme des Investissements d'Avenir financé par la région Ile de France, et a obtenu les financements nécessaires pour construire le premier générateur de positrons, l'anti-particule de l'électron, industriel et non radioactif.

Cette étude a pour but, dans le cadre du développement d'un générateur de positrons permettant d'analyser des matériaux de manière non destructive, de dimensionner son blindage associé afin de répondre à la réglementation sur les sources de rayonnement ionisant et ainsi répondre à la réglementation soumise à l'Autorité de Sûreté du Nucléaire (ASN).

Nous présenterons la modélisation d'après le modèle fourni par le client dans le logiciel RayXpert qui est un outil de modélisation 3D de calculs de dose (Photon, Neutron, Electron et Positron) par la méthode de calcul Monte Carlo, l'optimisation du blindage qui a découlé des premiers calculs et l'analyse des résultats.

Une robotique pour la radioprotection

Philippe Girones (philippe.girones@mines-ales.fr)

ISOE, IMT Mines Alès, Alès, France

La radioprotection est engagée dans une mutation réglementaire et contextuelle qui offre une opportunité pour les avancées technologiques. Le démantèlement des installations nucléaires est un contexte qui pousse toutes les disciplines à proposer des évolutions dans l'approche méthodologique et technologique. La tentation de robotisation d'une partie de l'activité de surveillance ou de contrôle est grande. Le robot peut-il remplacer l'homme dans toutes les disciplines ? Cette question est essentielle et probablement sans réponse... mais le développement de robots dits «robot capteur» interroge le métier de la radioprotection qui observe la qualité des postes de travail à travers des indicateurs mesurables.

A travers les développements en cours et des résultats déjà obtenus une tentative de réponse est proposée. On montre, grâce à un retour d'expérience, que la localisation de la contamination robotisée est un sujet d'intérêt pour la préparation des opérations. Les investigations radiologiques sont une activité essentielle pour qualifier les conditions opératoires. Il reste à montrer la capacité de ces outils émergents pour une radioprotection.

Mots clés : Robotique - Cartographie - Déclassement.

Références :

1. J. Seyssaud, C. Moitrier, Ph. Girones, and al., 2016, Robotic D&D: Smart robots, WMS Journal Volume 1, Issue 4.
2. Ducros C., Girones P., Hauser G., Mahjoubi N., Boisset L., Sorin A., Jonquet E., Falciola J.M., Benhamou A., 2015, "RICA: A tracked robot for sampling and radiological characterization in nuclear field". Journal of Field Robotics.
3. P. Girones, L. Boisset, 2016, Moyens de cartographie radiologique, Rayonnements isotopes, N°4.
4. P. Girones, 2019, A monitor solution to characterize a fissile material in a glove box, JINST.
5. J. Seyssaud, J. Favrichon, K. Giraud, P. Girones, 2015 An humanoid robot for inspections and cleaning tasks in nuclear glove box, HAL CEA.

Étalonnage de radiamètres dans un champ de rayonnement gamma de haute énergie

Hervé Guegan (arcane@cenbg.in2p3.fr), Benoit Ridard

ARCANE, CENBG, Gradignan, France

L'étalonnage d'un radiamètre, est classiquement réalisé avec des sources certifiées émettant des γ jusqu'à une énergie de 3MeV. Il existe néanmoins des situations où les travailleurs peuvent être exposés à du rayonnement d'énergie plus élevée. Ceci est par exemple le cas lorsque des neutrons rapides interagissent avec l'oxygène (de l'eau ou de l'air) via la réaction $^{16}\text{O}(n,p)^{16}\text{N}$. L'azote 16 se désintègre alors en donnant naissance à du rayonnement gamma lié au niveau d'alimentation à 6.13 MeV de l'oxygène 16. La bonne connaissance de ce flux émis est d'autant plus importante à établir que la dose générée par ces gammas de haute énergie est plus élevée que pour ceux de basse énergie.

Pour l'étalonnage des appareils utilisés dans cette gamme, il est donc nécessaire de comparer la réponse donnée par ceux-ci à un champ de rayonnement parfaitement contrôlé et d'énergie similaire.

Le projet développé consiste à recréer en laboratoire un flux de gamma de 6.13MeV grâce à la réaction $^{18}\text{F}(p,\alpha\gamma)^{16}\text{O}$, en bombardant une couche mince de CaF_2 à l'aide d'un flux de protons d'énergie 2.7MeV produit par accélérateur, tel qu'il est précisé dans la norme NF ISO 4037-1.

Une fois généré, il s'agira de monitorer ce flux par un détecteur Germanium dont la réponse est elle-même modélisée par un code Monte-Carlo. Cette modélisation est ensuite validée expérimentalement par la création d'une réaction de type $^{27}\text{Al}(p,\gamma)^{28}\text{Si}$ à partir de cibles d'aluminium réalisées en couches minces, pour n'utiliser qu'une seule résonance de la fonction d'excitation.

La connaissance des rapports d'embranchement de la cascade de γ émis permet alors d'obtenir les efficacités relatives du détecteur dans la gamme 1522-10761KeV. On raccorde ensuite cette courbe grâce à une source certifiée de ^{207}Bi qui dispose d'une raie d'émission à 1770,2KeV.

Cette courbe d'efficacité expérimentale vient ainsi confirmer la courbe obtenue par modélisation, et sert également de support aux calculs d'incertitudes conduits suivant les règles du GUM, pour les valeurs des champs qui seront mesurés par la suite.

Ce montage est à l'heure actuelle opérationnel et disponible sur une des lignes de l'accélérateur AIFIRA du CENBG, pour une intensité pouvant aller jusqu'à quelques dizaines de $\mu\text{Sv/h}$ en équivalent $\text{H}^*(10)$ à 1m de la cible.

Par ailleurs, nous avons d'ores et déjà entamé une démarche de comparaison avec le CEA-LNHB, de façon à pouvoir raccorder les valeurs que nous fournissons à une chambre à ionisation utilisée comme référence certifiée, en complément des préconisations de la norme NF ISO 4037-1 auxquelles nous répondons déjà.

Mots clés : Étalonnage - Radiamètre - Gamma de haute énergie.

Une caméra Compton Binoculaire pour l'imagerie des déchets radioactifs de faibles activités (FA/TFA)

Mohamed-Zied Hmissi¹ (mohamedzied.hmissi@damavan-imaging.com), Alain Iltis¹, Guillaume Lebonvallet¹, Marius Lopez², Hichem Snoussi²

¹ Damavan Imaging, Rosières-près-Troyes, France

² Université de Technologie de Troyes, Troyes, France

L'essentiel du volume de déchets radioactifs est constitué de déchets de faible voire très faible activité. Savoir trier ces déchets apporterait des gains importants pour les activités de démantèlement et de stockage. Les caméras Compton actuelles, si elles permettent une caractérisation spatiale, isotopique et dosimétrique de la contamination n'ont pas la sensibilité requise. Nous avons conçu un nouveau type de caméra Compton à fort rapport signal/bruit en utilisant l'imagerie temporelle. Avec cette caméra, la sensibilité requise est atteinte mais avec des temps de pause trop longs.

Nous proposons maintenant de coupler deux têtes indépendantes séparées de 20 cm pour réaliser une caméra Compton binoculaire. Dans cette configuration, les données fusionnées permettent de détecter de manière sûre une source de ¹³⁷Cs d'activité 30 kBq positionnée à 1,6 m de la caméra sur un mur de 10m² dès une heure d'acquisition, et cela avec moins 50 événements au-delà du bruit de fond naturel, là où une caméra Compton classique requiert environ 100 photons. Il a également été possible de détecter une source de ²²Na d'activité 10 kBq à 511 keV dans les mêmes conditions après 4 heures d'acquisition.

Nous montrons ainsi que la caméra Compton binoculaire est moins sensible au bruit en exploitant le fait que la répartition spatiale dans le plan de reconstruction du bruit et des sources faibles est différente.

Un autre avantage de la caméra Compton binoculaire est sa capacité à mesurer la distance vraie à la source par triangulation en gamma.

Mots clés : Caméra Compton - Déchets radioactifs - Démantèlement.

Références :

1. M.Z. Hmissi et al, 2019, Binocular CeBr3 Compton camera for nuclear decommissioning and nuclear waste management, IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference.
2. S. M. Kim et al, 2013, Resolution recovery reconstruction for a Compton camera, Med. Biol. 58 2823.
3. R. W. Todd et al, 1974, A proposed γ camera, Nature, vol. 251, no 5471, p. 132-134.

P15

Mise en place du PORTACOUNT sur Marcoule pour les essais d'ajustement d'EPVR

Sandra Lengrand (sandra.lengrand@cea.fr), Jean-Marc Lyx

DUSP/SPR/LMPS, CEA Marcoule, Bagnols-sur-Cèze, France

En 2019, Le LMPS (Laboratoire Méthode, Protection des voies respiratoires et contrôle du Site) a mis en place un nouvel équipement appelé le portacount sur Marcoule pour réaliser les essais d'ajustement sur les Equipements de Protection des Voies Respiratoires (EPVR). Le portacount permet de répondre à la normalisation des essais d'ajustement des EPVR selon le guide INRS ED-6273 et la norme internationale ISO 16975-3. Les tests s'effectuent en prenant en compte la réalisation de 7 exercices de respiration et en s'assurant que les informations relatives à l'essai sont enregistrées. Le portacount mesure la concentration en particules à l'intérieur et à l'extérieur du masque et calcule directement le « Fit Factor » (qui est le rapport des 2 mesures) qui doit être supérieur à 500. Le poster a pour objectif de présenter le portacount et les changements par rapport à l'ancien équipement.

Mots clés : EPVR - Portacount - Essai - Particule.

P16

Évolution de la conception des EPI destinés aux interventions en environnement confiné nucléaire. Élargissement des solutions de protection proposées

Samuel Ozil (samuel.ozil@honeywell.com)

H.P.C., Bagnols-sur-Cèze, France

Nous avons avancé en 40 ans dans les doctrines de protection contre la contamination radioactive.
Du masque / tenue active et tenue vinyl. aux tenues étanches ventilées pressurisées autonomes.
Gain considérable en Facteur de Protection autant que dans la rapidité d'intervention pour diminuer les doses engagées ou en confort et efficacité.

Quels sont les aspects réglementaires; physiologiques, techniques pris en compte pour la conception des EPI actuels.

Mots clés : EPI - Normes - ALARA - TIL.

L'Évolution des EPI dans les interventions de démantèlement

Samuel Ozil (samuel.ozil@honeywell.com)

Honeywell Protective Clothing, Bagnols-sur-Cèze, France

Nous avons avancé en 40 ans dans les doctrines de protection contre la contamination radioactive.

Du **masque / tenue active et tenue vinyl** (FPA ~200 et 50) aux **tenues étanches ventilées pressurisées autonomes** (FPA > 50 000).

Gain considérable en Facteur de Protection autant que dans la rapidité d'intervention pour diminuer les doses engagées ou en confort et efficacité.

Quels sont les aspects réglementaires; physiologiques, techniques pris en compte pour la conception des EPI actuels. Comment adresser le double risque particulière "Contamination Radioactive" et "Amiante" ?

Mots clés : EPI - Norme EN1073-1 - Decrets DGT - FPA.

Retour d'expérience sur la dosimétrie en temps réel

Gael Patton (gael@icohup.com)

Icohup, Limoges, France

La surveillance de la dosimétrie est principalement basée sur des dosimètres passifs et des mesures manuelles : les dosimètres passifs ne sont lus qu'après une certaine période d'utilisation et les recherches d'anomalies ne sont effectuées que ponctuellement avec des radiamètres. Cette méthodologie, éprouvée, et particulièrement chronophage et ne permet pas une optimisation en permanence de la dose reçue.

Avec les dosimètres connectés Rium nous avons pu mener plusieurs études comparatives vis-à-vis de dosimètres passifs et de radiamètres.

Nous présenterons les méthodologies et les retours d'expériences où nous avons cartographié l'exposition ambiante, identifié les flux de matières radioactives et stoppé les surexpositions accidentelles.

Ces résultats sont en cours de publication par ailleurs.

Mots clés : Dosimétrie.

Mission d'évaluation radiologique et chimique des sols dans le cadre de l'assainissement et du démantèlement de l'INB 49 du CEA Saclay

Alexandra Falgon¹ (a.falgon@groupeginger.com), Ahmed Morchid², Sébastien Bertrand³

¹ GINGER DELEO, Avon, France

² Management du Risque, GINGER DELEO, Avon, France

³ Gestion de la source radiologique, GINGER DELEO, Avon, France

Dans le cadre de l'assainissement et du démantèlement de l'INB 49 du CEA Saclay, GINGER DELEO a réalisé une mission d'évaluation radiologique et chimique des sols de l'INB.

La mission a permis la réalisation de reconnaissances géophysiques, de sondages de sols, de prélèvements et de confection d'échantillons, de la radioprotection du chantier, ainsi que les analyses chimiques et radiologiques. 195 sondages ont été réalisés simultanément au droit de 15 cours inter-cellules et de 11 cellules soit au total 500 ML.

Pour mieux répondre aux exigences du CEA, DELEO a fait appel à ses sous-traitants :

VSCAN : pour la détection des réseaux enterrés

ESIRIS : pour la réalisation des sondages en cellules

GEOSONIC : pour la réalisation des sondages extérieurs

CERAP : pour l'appui en radioprotection (contrôles des filtres THE)

Du fait de l'historique des pollutions, le CEA a mis en place une graduation du risque en fonction du risque radiologique sur la zone d'investigation. Trois degrés d'intervention ont été mis en œuvre :

- Sondages sans confinement,
- Sondages semi-confinés bas,
- Un sondage confiné complet, avec confinement dynamique et sortie des carottes en étanchéité totale.

Afin de respecter les exigences des référentiels de sûreté, les sas de confinements ont été vérifiés à chaque mise en place par le chef d'INB à l'aide d'un test fumée et raccordés à la ventilation générale de l'INB. La foreuse intervenant à l'intérieur des cellules était électrique dans le but de limiter le risque incendie. Certains sondages ont nécessité du grutage afin d'accéder à des endroits exigus de l'installation. D'autres forages ont nécessité l'élaboration d'un phasage et des échanges avec l'exploitant de l'INB pour éviter les risques liés à la coactivité.

DELEO a réalisé, au total, plus de 2000 échantillons, la confection de ceux-ci destinés aux analyses radiologiques et chimiques a été effectuée in-situ grâce à deux ateliers :

- Un atelier servant de zone de tri des carottes « potentiellement contaminées ou non » puis d'échantillonnage de carottes non contaminées ;
 - Un atelier muni d'un sas avec confinement statique et dynamique pour échantillonner les carottes contaminées.
- Durant toutes les phases du chantier, DELEO a assuré les mesures et contrôles radiologiques (personnel, matériel, carottes) et a garanti une communication continue avec l'ensemble des interlocuteurs CEA (responsable lot DEM, Ingénieur sécurité, SPRE et INB).

Un rapport de fin d'intervention a été établi comprenant le déroulé des opérations, les descriptions des sondages ainsi que l'ensemble des bilans (sécurité, radioprotection, déchets) et les résultats d'analyses.

D'un point de vue chimique, les teneurs sont inférieures aux limites d'acceptation en ISDI pour la globalité des échantillons analysés. Du point de vue radiologique, les risques ont été maîtrisés, l'EDP respectée, aucun accident ni évènement significatif n'ont été à déplorer.

Mots clés : Radiologique - Forage - Confinement - Prélèvements - Analyses.

Matériau atténuateurs sans plomb - Novashield

Henri Ripoll (idealex@idealex.fr)

Direction - Service Commercial, IDEALEX, Vendome, France

Lemer Pax et Idealex s'unissent pour mieux vous servir.

Lemer Pax et Idealex viennent de signer un accord de partenariat. Cette démarche est fondée sur une même culture de la passion du client et sur la complémentarité des gammes de produits et solutions de protection biologique.

« Cette coopération va offrir à la gamme des matériaux de radioprotection sans plomb, du type Novashield®, composite écologique breveté conçu pour des dispositifs de radioprotection pour rayons Gamma et rayons X, une meilleure visibilité sur le marché du nucléaire civil en France notamment ».

La technologie de matériau de protection biologique écologique sans plomb Novashield permet de réaliser, à partir de standards ou sur-mesure, toutes formes de pièces de radioprotection que ce soit à l'unité ou en série importante. Radioprotecteurs, les bandes souples Novaband et les tubes Novatube vous permettent de réaliser vos protections biologiques dans un délai maîtrisé.

De par leur forme et leur souplesse, ils sont particulièrement adaptés pour recouvrir et radioprotéger, par exemple, certains composants d'enceintes blindées ou de tuyauterie.

Grâce à leur géométrie à chevrons, la radioprotection est homogène et optimale sur l'intégralité de la surface des bandes et des tubes, mais également sur la circonférence du tube.

Mots clés : Atténuation - Radioprotection - Novashield - Sans plomb - Novaband.

Zone de décontamination du personnel

Camille Rovidia (camille.rovida@cea.fr), Laurent mottier

SPR, CEA, Saint-Paul-lez-Durance, France

Ce poster présente le synoptique de prise en charge des personnes impliquées lors d'un évènement radiologique sur la ZDP.

Les objectifs de la ZDP sont les suivants:

Prendre en charge les personnes impliquées provenant de la Zone Dangereuse (ZD) et de la Zone Sinistrée (ZS) suite à un évènement à caractère radiologique.

Contrôler et décontaminer les personnes impliquées si nécessaire.

Recenser les personnes transitant par la ZDP en vue de leur évacuation vers le Service de Santé du Travail (SST) ou le point de regroupement.

Mots clés : Décontamination - ZDP - Évènement.



atsr-ri.fr

Les Ateliers de l'ATSR

Innovations techniques et radioprotection
De la construction au démantèlement

29, 30 septembre et 1^{er} octobre 2021

Château de Cadarache - Saint-Paul-lez-Durance - France

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



Résumés des démonstrations

En salle



ABGX®

ATELIERS ATSR

Résumés :

Présentation 1 ABGX -REX de mise en place

Depuis 2015, ABGX propose un outil tout-en-un de gestion de la radioprotection pour les différents secteurs d'activité. Il s'agit d'une solution permettant une visualisation rapide et sécurisée de l'ensemble des données radioprotection d'une structure. Cette solution est utile pour optimiser les démarches de radioprotection d'un établissement, faciliter sa mise en conformité, optimiser la communication avec les autorités de tutelles telles que l'ASN ou SISERI, ou encore gagner du temps administratif pour se concentrer sur le terrain.

L'atelier proposera un retour d'expérience d'une société industrielle multi-filiale sur l'acquisition et la mise en place d'ABGX. Nous présenterons les objectifs, les interfaçages avec l'environnement logiciel déjà en place et l'apport d'ABGX dans la gestion quotidienne à la suite de la mise en production. Dans ce dernier point sera explicité la méthodologie d'ABGX pour optimiser cette mise en place en tant que Jeune Entreprise Innovante s'appuyant sur quelques développements et les forces du logiciel. Un focus sera réalisé en fin de présentation sur les conclusions du projet en routine depuis 2 ans et les perspectives possibles.

Mots-clés

Radioprotection – Logiciel – ABGX - REX – Industrie - Nucléaire – Gestion – Données



www.abgx.fr [Mail : contact@abgx.fr](mailto:contact@abgx.fr) [Tél : \(+ 33\) 09 72 38 65 16](tel:+330972386516)

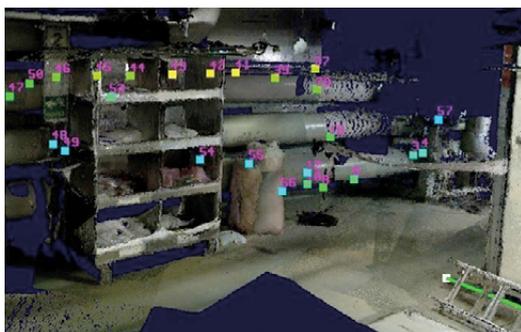
MANUELA™

Cartographie topographique et radiologique 3D



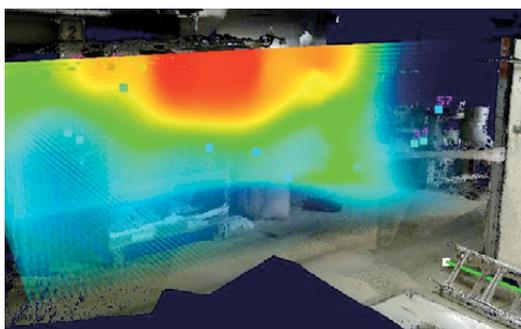
Espace 3D virtuel reconstruit tel qu'existant et en temps réel :

- Reconstruction en 3D de l'environnement tel qu'existant dans lequel sont positionnées simultanément et précisément, les mesures effectuées par l'opérateur
- Les mesures sont désormais liées à leur contexte scanné en 3D, ce qui permet un suivi et un archivage des évolutions de l'environnement
- L'interpolation du champ de débit de dose et la rétroprojection des points chauds sont directement accessibles pour l'opérateur en fin de scan



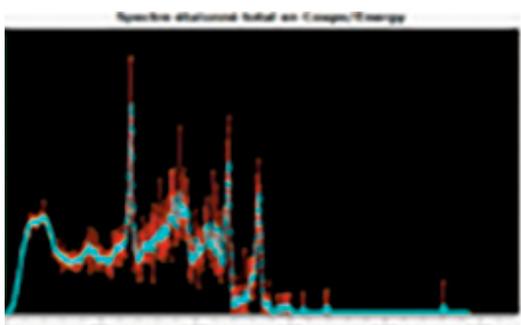
Positionnement précis des points de mesures :

- Les mesures radiologiques (débit de dose, spectre gamma) sont 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'

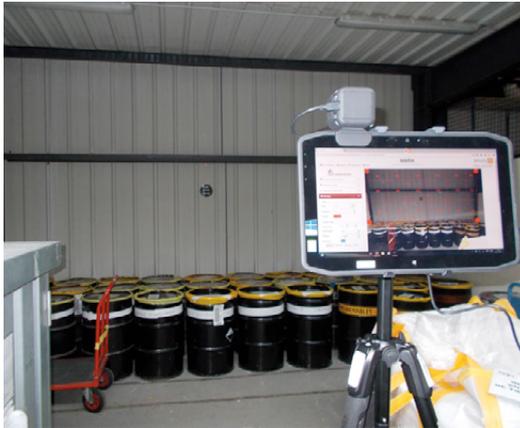
Plus d'information
en une seule
intervention

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

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 directement sur une tablette ou sur un smartphone
- Édition du rapport d'intervention dès la sortie du chantier



Visualisation des informations récoltées :

- Visualisation du maillage créé sur la tablette ou le smartphone associé (réalité augmentée)
- Synchronisation automatique des informations par communication Wi-Fi entre la tablette et le smartphone



Traçabilité des informations :

- Sauvegarde automatique des informations sur la tablette
- Écriture et lecture des informations sur puces 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
- La trajectoire est établie de manière à couvrir 100% de la surface à cartographier
- Le robot reste sous le conteneur à tout instant ce qui permet une co-activité sans risque
- La mesure de débit de dose est réalisée à une distance réglable (30 centimètres par défaut) et peut 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



OP

22

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

Orano DS - Septembre 2021



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 :

- La commercialisation des Sas 5 minutes est assurée par la société Amtech





SÛRETÉ

Technologie éprouvée en zone nucléaire

FLEXIBILITÉ

Modulable en fonction des besoins

PERF'

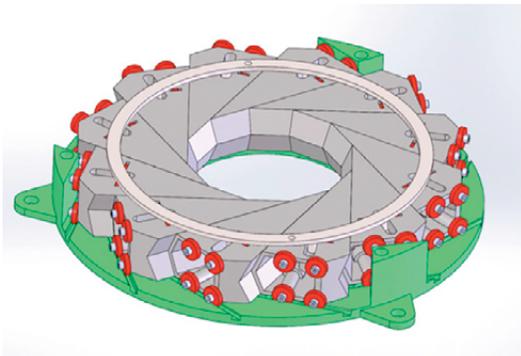
Gain de temps pour la montage et démontage des sas

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 qui s'ajuste à la taille des outils



Conception :

- Ensemble mécanique de plusieurs éléments assemblables facilement 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



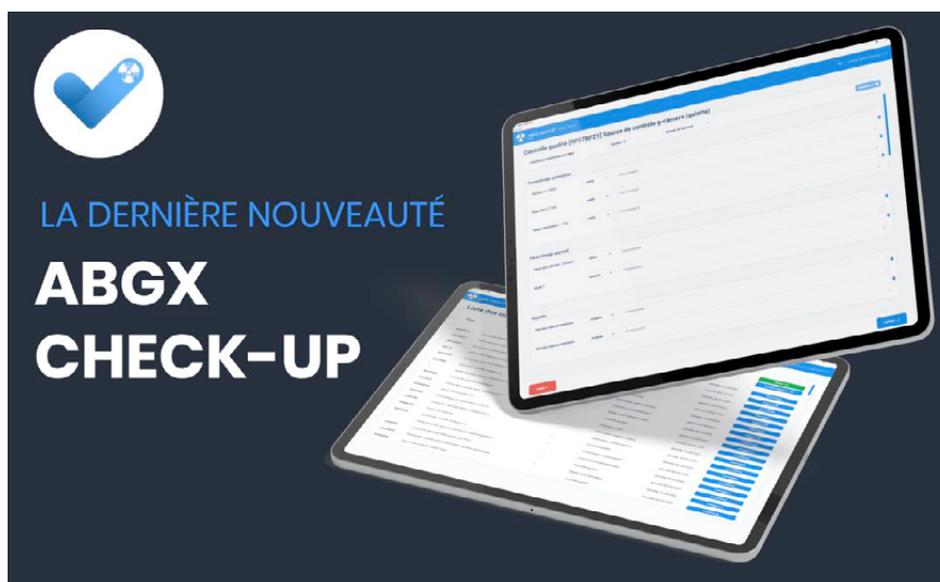
Présentation 2 ABGX-Check-Up

Le 16 mars 2021 est mise sur le marché une application complémentaire à la solution ABGX, axée sur la réalisation des contrôles et des vérifications de radioprotection : ABGX Check-up. Cette application, fonctionnant sur tout type de support utilisant Windows, a pour ambition de faciliter le travail des conseillers en radioprotection qui réalisent ces contrôles. Le point fort de l'application réside dans son ergonomie et sa facilité d'utilisation. Avec ABGX Check-up, les conseillers en radioprotection ont l'opportunité de choisir un modèle qui aura été préalablement défini sur ABGX afin de réaliser un contrôle ou vérification sur tout appareil du parc de l'établissement : appareils de mesures, sources scellées, gammagraphes, générateurs électriques de rayons X, équipements de protection individuels et collectifs, etc. Une fois l'opération réalisée, un rapport est automatiquement généré et envoyé sur la fiche de l'appareil dans l'outil ABGX.

L'atelier proposé souhaite montrer aux participants l'utilisation d'ABGX Check-Up en lien avec l'outil ABGX dans un milieu industriel avec le processus complet d'une réalisation de contrôle d'appareils type gammagraphe. Chaque étape de gestion sera présentée allant de la gestion du parc de gammagraphes (registre, contrôle, livre journal), gestion des modèles pour les contrôles vérifications, puis réalisation des contrôles depuis ABGX Check-Up et enfin validation avec retour de toutes les données auprès de l'outil ABGX.

Mots-clés

Radioprotection – Logiciel – ABGX Check-Up – Vérifications – Contrôles – Industrie – Nucléaire – Gestion



 www.abgx.fr
 Mail : contact@abgx.fr
 Tél : (+ 33) 09 72 38 65 16



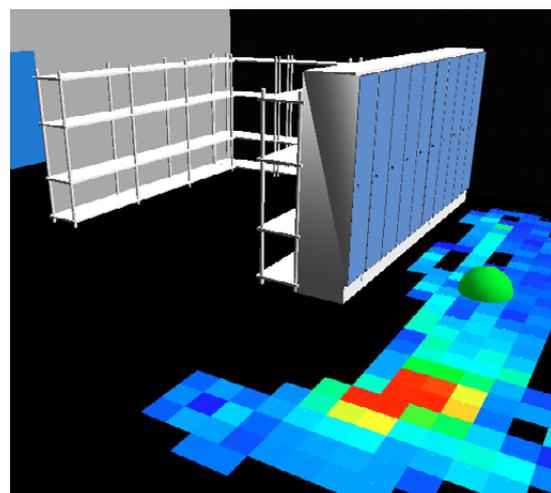
ARREX

Robot autonome de surveillance radiologique

ARREX est un porteur autonome d'instruments de mesure pour cartographie radiologique. Placé en environnement inconnu, il réalise des mesures sur toute la surface accessible du local et les restitue sous forme de cartographie. Totalement paramétrable, ARREX est capable de remplacer l'homme pour de nombreuses missions :

- **Surveillance** de la propreté radiologique dans les vestiaires, couloirs, sas camion, etc.
- **Cartographie** d'un local avant intervention
- **Recherche** de point chaud
- **Surveillance** radiologique dynamique de chantier
- **Contrôle** de non contamination de fin de chantier

... et bien d'autres applications à imaginer car ARREX est entièrement conçu et réalisé par CERAP Prévention.



RIM (Robot d'inspection et de mesures) : l'innovation d'un robot d'inspection et de mesures nucléaires pour la cartographie

Asenath Etile (a.etile@innowtech.com)

INNOWTECH, Les Angles, France

Afin d'apporter une solution innovante à deux enjeux majeurs rencontrés dans les installations nucléaires, INNOWTECH a développé un robot indoor dont les missions principales sont : l'inspection télévisuelle, la mesure de débit de dose et la mesure de contamination surfacique. La combinaison de ces trois mesures permettent ainsi à son utilisateur d'obtenir une cartographie radiologique de l'environnement étudié. RIM permet à la fois d'apporter une solution dans le domaine de la digitalisation des installations nucléaires, dans la réduction de l'exposition des travailleurs aux radiations, et dans une amélioration de la prise de mesure automatisée et fiabilisée. Le robot pouvant fonctionner de façon complètement autonome réalise l'acquisition de mesures de façon routinière ou ponctuelle dans son environnement. On obtient ainsi une cartographie de débit de dose, une cartographie de la contamination surfacique qui viennent compléter et rafraichir le jumeau numérique d'une installation nucléaire en opération ou d'un chantier en cours de démantèlement.

RIM est un robot-capteur équipé des détecteurs d'intérêt pour réaliser une inspection visuelle et des mesures nucléaires. Grâce à une intégration hautement optimisée et modulaire, ce robot-capteur est léger et compact. Il est sans fil, avec un déplacement holonome, il est ainsi capable d'aller dans toutes les directions. Trois modes de fonctionnement sont possibles : téléopéré, autonome ou semi-autonome. Le choix d'une architecture spécifique et d'une communication sans fil permet de bénéficier de caractéristiques évoluées telles que le SLAM (simultaneous localization and mapping) ou encore le fonctionnement en essaim pour un travail collaboratif entre robots-capteurs. De plus, cette architecture permet de réduire les coûts et d'améliorer la tenue aux radiations.

L'intégralité du pilotage de RIM (navigation, paramétrage de la mesure, visualisation des données, etc) se fait facilement à travers une IHM ergonomique.

Mots clés : Robot - Mesure - Jumeau numérique - Robot-capteur - Mesure nucléaire.



www.trad.fr
 trad@trad.fr
 +33 5 61 00 95 60



www.rayxpert.com
 antoine.ghilardi@trad.fr
 +33 6 25 95 39 38

Démonstrations en salle

Étude d'un cas d'application de démantèlement avec le logiciel RayXpert©

RayXpert© est un logiciel de modélisation 3D et de calcul de débit de dose par Monte Carlo. Ce logiciel simule le parcours des photons, électrons, positrons et neutrons.

Considérons le cas pratique suivant : un local de travail nucléaire en cours de démantèlement, présentant divers types de sources (fûts de déchets présentant des sources de neutrons, tuyauterie contaminée, contamination surfacique dans le local) dont certaines à caractériser. Un zonage radiologique doit être établi afin d'envisager une estimation de dose individuelle dans le cadre d'une démarche ALARA.

La modélisation RayXpert© prend en compte les éléments suivants :

- import STEP (fichier CAO) d'une robinetterie contaminée ;
- prise en compte d'une contamination surfacique γ : interne sur les éléments de tuyauterie et sur un des voiles du local ;
- émission de neutrons contenus dans les fûts de déchets radioactifs ;
- définition d'un cristal de germanium permettant de modéliser un spectromètre pour la caractérisation des sources ;
- décroissance β des radio-isotopes concernés par la simulation du spectre associé d'électrons ou de positrons ;
- considération du vieillissement des termes sources grâce à la décroissance temporelle.

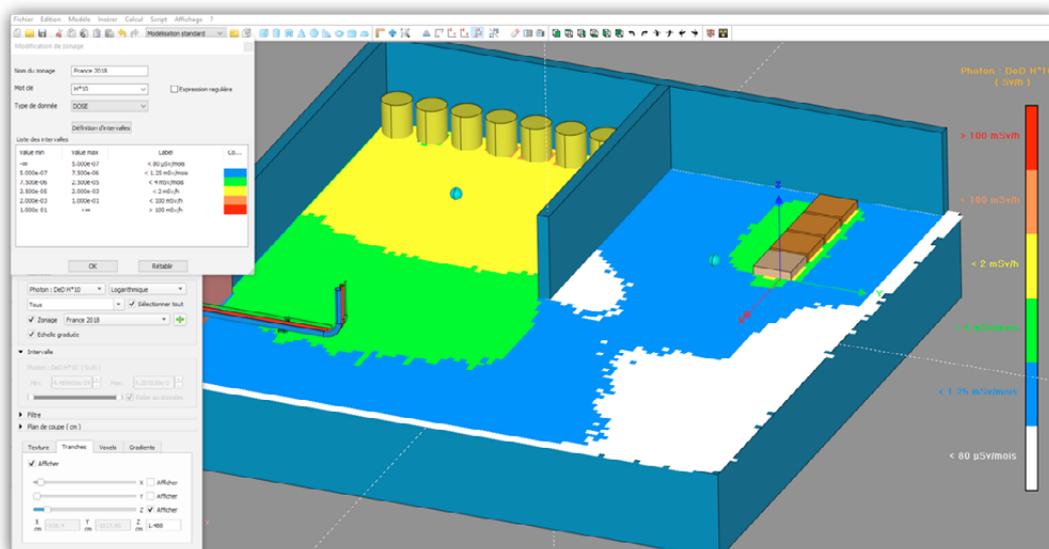
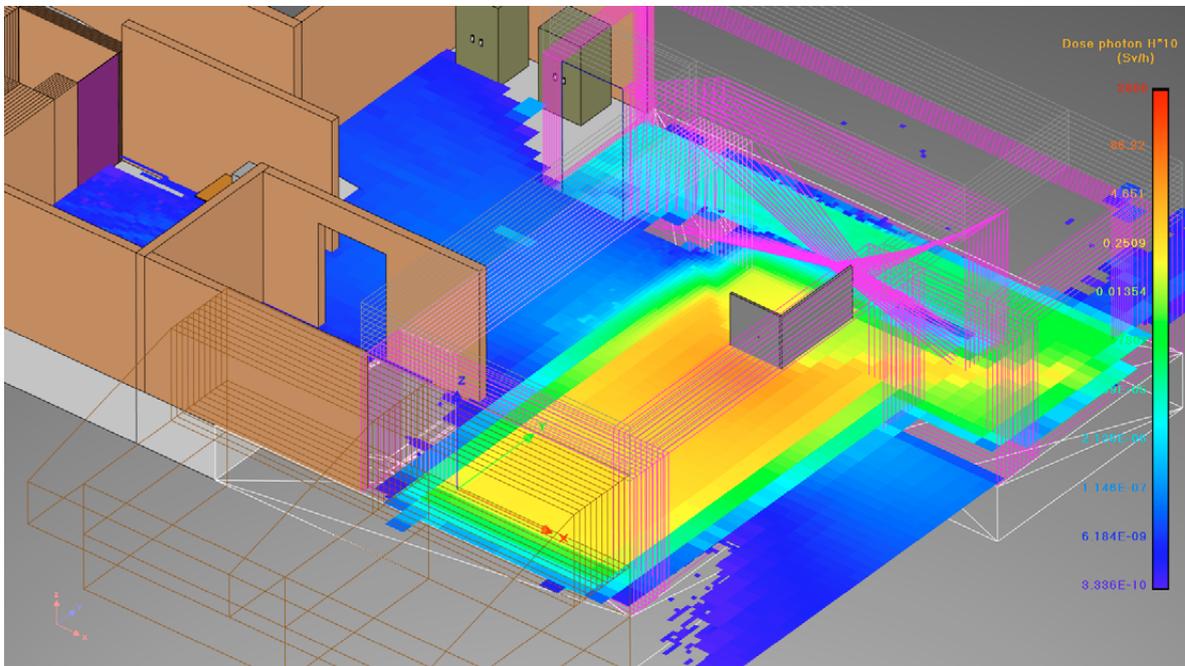
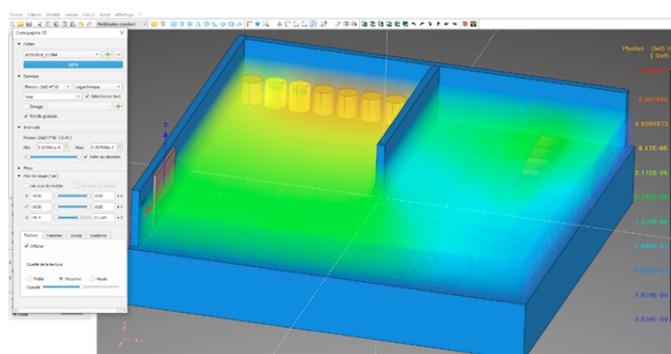
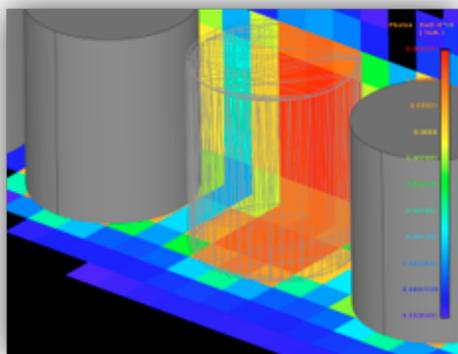


Figure 1 : zonage radiologique du local

Une étude de mise en place de protections biologiques et de leur optimisation sera illustrée, via notamment l'utilisation de module de script, afin de prévoir l'entrée de travailleurs en zone et de limiter leur exposition.



Zonage 3 D



Évolution de la conception des EPI destinés aux interventions en environnement confiné nucléaire

Samuel Ozil (samuel.ozil@honeywell.com)

H.P.C., Bagnols-sur-Cèze, France

Nous avons avancé en 40 ans dans les doctrines de protection contre la contamination radioactive. Du masque / tenue active et tenue vinyl, aux tenues étanches ventilées pressurisées autonomes. Gain considérable en Facteur de Protection autant que dans la rapidité d'intervention pour diminuer les doses engagées ou en confort et efficacité. Quels sont les aspects réglementaires; physiologiques, techniques pris en compte pour la conception des EPI actuels.

Mots clés : EPI - Normes - ALARA - TIL.



Laumonier
RESEARCH & INDUSTRY

MAUD : instrument de terrain pour des mesures bas niveau alpha et bêta

Démonstration ATSR 29,30 septembre, 1^{er} octobre 2021

MAUD signifie Mesure par Autoradiographie Digitale. C'est l'acronyme du projet porté par le CEA, l'université de Poitiers et les Ateliers LAUMONIER ayant fait l'objet d'un PIA ANDRA. L'autoradiographie est une technique de mesure nucléaire capable d'obtenir une image de tout type de radioactivité potentiellement présente sur des déchets nucléaires ou sur des bâtiments à démanteler.

MAUD utilise pour mesurer la radioactivité, un scintillant plastique générant des photons induits par la radioactivité. Ces photons sont ensuite enregistrés par les 64 SiPM indépendants (Silicon Photomultipliers) du détecteur. Il s'ensuit l'obtention d'une cartographie de la radioactivité quantitative et qualitative.

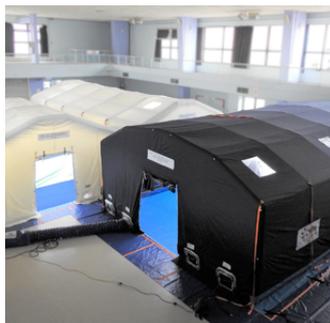
MAUD est résolument un appareil de terrain : robuste, adaptable aux contraintes des installations, très simple d'utilisation pour un résultat immédiat, ne nécessitant pas de calibration et stable.



Très sensible : Des traces d'Uranium inférieures au Bq/cm^2 ont pu être mesurées et cartographiées sur du béton avec un temps d'exposition de 3 minutes pour chaque mesure. Des mesures de radionucléides beta sont également possibles avec une bonne sensibilité. Des mesures d'échantillons tritiés ont également été réalisées avec le détecteur MAUD dans le cadre du projet Européen TRANSAT (Transversal Actions for tritium, 2016-2021).



Installation d'un SAS gonflable pour travaux de déconstruction



Grâce à sa technologie de conception avancée, le SAS gonflable permet aux utilisateurs de **réduire leur temps d'exposition et de répondre à des besoins de confinement lors de travaux de maintenance et de déconstruction.**

L'économie de temps à l'installation n'est pas la seule promesse de ce SAS, qui, grâce à des **matériaux de haute technologie, souples, résistants, durables et décontaminables**, s'adapte à tous types de travaux et d'environnements.

Polyvalent, cet équipement de chantier **fabriqué sans tarlatane ni métal**, s'ajuste à **vos besoins** : dimensions sur mesure, choix des membranes de conception (classement feu euroclasse, résistance mécanique...), choix du matériel complémentaire (passage de câbles, connecteur déprimogène, etc.).

Pour exemple : L'installation d'un SAS de 7x9x4m se réalise en moins 10 minutes avec seulement 2 intervenants.



INTERVENANTS :

Ludovic Rollin

+33 6 25 23 79 58

Kahin Mahamoud

+33 6 33 05 04 73



atsr-ri.fr

Les Ateliers de l'ATSR

Innovations techniques et radioprotection
De la construction au démantèlement

29, 30 septembre et 1^{er} octobre 2021

Château de Cadarache - Saint-Paul-lez-Durance - France

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



Résumés des démonstrations

En extérieur



Saisissez l'opportunité de tester nos solutions de connexion Véhicule de démonstration





Démonstrations en extérieur

Expérimentez les plus récentes technologies...

Notre véhicule de démonstration est le moyen le plus adapté de découvrir et expérimenter l'ensemble de la gamme des produits Stäubli.

Une présentation efficace et enrichissante

Testez la manipulation ergonomique et les fonctions de sécurité des raccords rapides les plus récents et les innovations en matière de connexion des énergies.

Découvrez en direct les applications concrètes des produits Stäubli grâce à nos présentations interactives.

Bénéficiez de l'expérience de nos spécialistes.

Ils vous conseilleront la solution adaptée à vos besoins.

Gain de temps

Le véhicule de démonstration Stäubli vous offre la possibilité de présenter, rapidement et en une seule visite, à l'ensemble des personnes concernées de votre entreprise, les solutions de connexion Stäubli.





... Des solutions de connexion adaptées à votre process

Les systèmes de connexion Stäubli intègrent les caractéristiques et les fonctionnalités répondant à vos impératifs de sécurité et de qualité tant sur le plan technique que réglementaire :

- Construction adaptée et durable
- Adaptation aux différentes applications et à leurs contraintes
- Sécurité
- Qualité
- Antipollution de l'environnement et des circuits sur vos lignes de production
- Solutions globales d'équipements : connexion des circuits air comprimé, air respirable, gaz d'inertage, fluides basse et haute pression, électricité, par des raccords dédiés...

Pour chacune de vos applications, qu'elles soient sur ou hors process, Stäubli propose des solutions de raccordement en adéquation avec votre environnement.



Réduisez vos coûts d'exploitation et inscrivez-vous dans une démarche de développement durable
Avec la technologie Stäubli, vous misez sur la performance de vos équipements, la fiabilité à long terme de vos investissements et la non-pollution de l'environnement de travail.

Stäubli Raccord France

Parc du Moulin
 31, rue du Saule Trapu
 CS 45601
 91882 Massy Cedex / France
 Email: connectors.fr@staubli.com
 Tél.: +33 1 69 93 25 00
 Fax: +33 1 69 93 25 10
 www.staubli.com/fr

www.staubli.com



Notre réseau est présent partout dans le monde. Et proche de chez vous.

Notre Demo Van fonctionne comme un stand d'exposition mobile et se rend dans votre entreprise gratuitement.

Espace disponible requis :
 3 x 7 mètres au sol
 3 mètres de hauteur.

Date proposée :

Société / personne à contacter :

Adresse :

Tél. :

Email :

Remarques :

.....

RX0860100A - © Stäubli - 26/02/2016

Présentation des mesures radiologiques géo-localisées par le SPR de Cadarache (en collaboration et partenariat avec Mirion technologies)

F. Beltritti (frederic.beltritti@cea.fr)

CEA, CAD, SPR, Cadarache, France

Le SPR de Cadarache dispose d'appareils de **détection et d'identification** radiologique de la gamme Spir distribués et fabriqués par la société Mirion technologies.



Sur **SPIR-View** il est possible de voir plusieurs appareils de détection simultanément. Toutes les informations sont directement envoyées sur un serveur via une connexion 4G, ce qui permet de visualiser toutes les données en direct à partir d'un seul et même PC d'acquisition.

BROKK 110

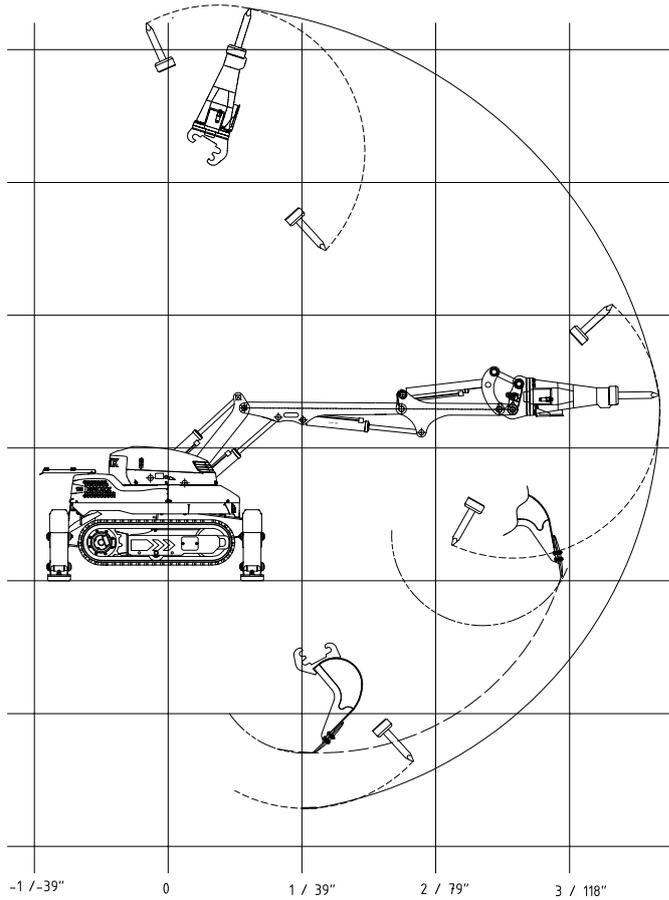


Plus fort, plus efficace, plus résistant

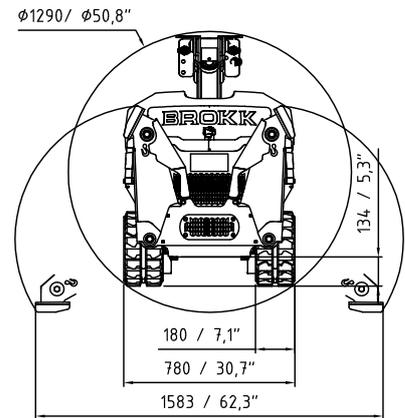
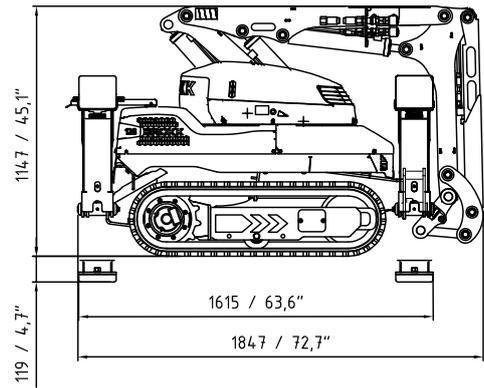
LE BROKK 110 est la nouvelle génération de robots de démolition. Développant une puissance 15 fois supérieure à celle du Brokk 100 (et 50 fois supérieure à celle du Brokk 90), doté du nouveau système électrique SmartPower™ de Brokk et présentant une construction Brokk SmartDesign™ renforcée, il est conçu pour affronter presque toutes les situations. Il est extraordinairement polyvalent dans les espaces réduits, grâce à des dimensions compactes inégalées dans l'industrie. Il se fait tout petit pour monter les escaliers ou se glisser dans un monte-charge et se transporte dans un petit camion ou sur une remorque. C'est la solution idéale pour une grande variété d'environnements résidentiels, commerciaux et industriels. Un robot de démolition plus fort, plus efficace et plus résistant.

- L'engin le plus compact et le plus puissant dans sa catégorie
- Système électrique 19,5 kW Brokk SmartPower™
- Brokk SmartDesign™ et SmartRemote™
- Fonctionne avec des fusibles 16 A et 32 A
- Véritable rayon de travail à 360 degrés

PORTÉE



DIMENSIONS



CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Marteau hydraulique illustré BHB 155
Schéma de charge et de stabilité disponible sur demande

Performances

Vitesse de rotation 10 sec/360°
Vitesse maxi de transport 2,5 km/h
Pente maxi 30°

Système hydraulique

Capacité du système hydraulique 40 l
Type de pompe Pompe à piston variable
Pression du système 18,0 MPa
Débit de la pompe 50Hz 54 l/min
60Hz 65 l/min

Moteur électrique

Technologie SmartPower
Type de moteur électrique ABB
Puissance* 19,5 kW
Taille de fusible recommandée* 32 A
Taille de fusible minimum (puissance réduite)* 16 A
Dispositif de démarrage Démarrage progressif/Direct

Système de commande

Type de commande SmartRemote, télécommande portative
Signal Numérique
Transmission Radio professionnelle/Câble
Portée, radio Jusqu'à 300 m

Poids

Poids de l'engin** 990 kg
Poids recommandé de l'outil 160 kg

Niveau sonore

Niveau d'intensité sonore L_{WA}*** 91 dB(A)

*Valable pour 400V/50Hz et 440V/60Hz

**Hors options et outil

***Mesuré conformément à la directive 2000/14/CE, hors outil

OPTIONS

Bras
Protection (thermique et chocs) pour vérins C2 et C3

Châssis

Chenilles caoutchouc
Chenilles métalliques

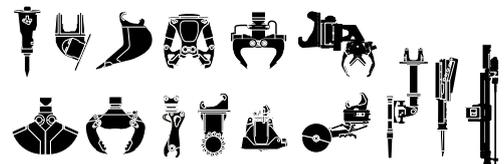
Protection thermique

Flexibles résistants aux hautes températures
Refroidissement à air forcé de la machine
Refroidissement à air forcé du marteau
Patins en acier pour les engins placés sur sol chaud

Autres options

Protection anti-poussière par induction d'air dans le marteau
Liaison de la poussière par induction d'eau dans le marteau
Fonction hydraulique supplémentaire
Flexible de vidange
Connexion par câble CAN
Anneaux de levage (points de levage standard)

OUTILS



Systeme de communication sans fils full duplex EPI

Henri Ripoll (idealex@idealex.fr)

Direction, IDEALEX Radioprotection, Vendôme, France

Le système de communication sans fils Vokkero permet de communiquer en équipe en toute sécurité quel que soit votre environnement de travail. Étendez vos communications au-delà de tout obstacle physique (bâtiments, murs très épais, souterrains, étage...) ou sur de longues distances et supervisez simultanément plusieurs équipes distantes.

Objectif et gains : Réduction du temps d'intervention, et de la dosimétrie des intervenants.

Le système validé et approuvé par EDF, il est largement utilisé sur tous les sites nucléaires actifs, productions et démantèlement.

Une version du système permet l'utilisation en poste de supervision des bâtiments réacteurs sur tous les CNPES.

Le matériel est mobile, main libre et complètement autonome.

Mots clés : Phonie - Full duplex - Radioprotection - EPI - Communication.



atsr-ri.fr

Les Ateliers de l'ATSR

Innovations techniques et radioprotection
De la construction au démantèlement

29, 30 septembre et 1^{er} octobre 2021

Château de Cadarache - Saint-Paul-lez-Durance - France

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



Liste des sponsors et exposants

SPONSORS

Ateliers Laumonier

www.at-laumonier.fr

Innowtech

www.innowtech.com

Orano DS

www.orano.group/fr

EXPOSANTS

ABGX**Stand 36**

ABGX est une société spécialisée dans l'édition de logiciel radioprotection. A travers ces outils ABGX simplifie la gestion, centralise les données et optimise le management radioprotection.

9 rue Claude Burdin
63100 CLERMONT-FERRAND – FRANCE
+33 9 72 38 65 16
info@abgx.fr
https://www.abgx.fr

AM2C**Stand 27**

Conception, Fabrication et Maintenance de portiques de radioactivité et autres systèmes de radioprotection.

Technopôle Arbois-Méditerranée
Avenue Louis Philibert - Bât. Lavoisier
13100 AIX-EN-PROVENCE – FRANCE
+33 9 81 63 54 87
contact@am2c.fr
www.am2c.fr

APVL ingénierie**Stand 51**

Spécialiste français depuis 1994 en radioprotection, dosimétrie et sécurité, APVL commercialise des appareils de mesure et assure la maintenance.

3 Allée de la Ferme de la Rabelais
37540 SAINT-CYR-SUR-LOIRE – FRANCE
+33 2 47 87 09 20
info@apvl.com
www.apvl.com

ATSR**Stand 50**

Association pour les Techniques et les Sciences de Radioprotection.

47 rue Louis Pasteur
Leuville-sur-Orge
91310 MONTLHÉRY – FRANCE
www.atsr-ri.com

Berthold France**Stand 7**

Vente et maintenance de système de mesure de la radioactivité (radioprotection).

8 route des Bruyères
78770 THOIRY – FRANCE
+33 1 34 94 79 00
tony.gloaguen@berthold.com
www.berthold.fr

Bertin Instruments**Stand 25**

Bertin instruments fournit des gammes complètes d'équipements dédiés à la détection et à la surveillance de rayonnements ionisants et qui couvrent toutes les applications liées à la protection des individus.

Parc d'Activités du Pas du Lac
10 bis avenue Ampère
78180 MONTIGNY-LE-BRETONNEUX
FRANCE
+33 1 39 30 61 60
communication@bertin.fr
www.bertin-instruments.fr

Brokk France**Stands 46 - 73**

Brokk France est le distributeur de robots électriques Brokk depuis plus de 25 ans.

ZI Inova 3000 Allée n°4
BP n°20033
88150 THAON-LES-VOSGES CEDEX
FRANCE
+33 3 29 39 03 90
info@brokk.fr
www.brokk.fr

CEA Cadarache**Stands 11-12 - 72**

Le plus grand centre de recherche sur les énergies bas carbone en Europe.

DG/CEA CAD/ UCAP Bât. 101
3108 SAINT PAUL LEZ DURANCE CEDEX
FRANCE
+33 4 42 25 29 32
comcad@cea.fr
cadarache.cea.fr

CERAP**Stand 23**

Radioprotection / Hygiène et Sécurité - Instrumentation de Mesure Radiologique - Formation Sécurité de Fonctionnement des Installations - Contrôle de conformité de ventilation.

5 impasse George Besse
ZAC de Castelet
13115 SAINT-PAUL-LEZ-DURANCE
FRANCE
+33 4 66 79 96 36
agence.cadarache@cerap.fr
www.cerap.fr

DELTA NEU**Stand 55**

DELTA NEU conçoit et réalise des installations liées au traitement industriel de l'air : filtration, dépolluierage, ventilation, climatisation.

PA de la Houssoye
Rue Ampère
59930 LA CHAPELLE-D'ARMENTIÈRES
FRANCE
+33 3 20 10 50 50
contact@delta-neu.fr
www.delta-neu.fr

DR Technologie

Stand 56

DR Technologie conçoit et fabrique des équipements de sécurité au travail dans les domaines du confinement lors des opérations de maintenance, de la logistique de vie, de la protection du matériel sensible (stockage, transport, transfert), ...

1 Chemin de la Coume
09300 LAVELANET
+33 6 25 23 79 58
clissa@dr-technologie.com
www.dr-technologie.eu

E2S INNOVATION

Stand 40

Instrumentation nucléaire - Développement informatique / électronique / système.

Système de mesure et analyse.
99 Avenue du 12 Février 1934
92240 MALAKOFF – FRANCE
info@e2s-innovation.com
www.e2s-innovation.com

Eurofins

Stand 18

Laboratoire d'analyse COFRAC et agréé par l'ASN pour recevoir & réaliser des analyses de radioactivité & de chimie sur tout type de matrice (sols, eaux, bétons...) pour des surveillances environnementales ou des projets de démantèlement.

Rue Maryse Bastié - bâtiment C
35170 BRUZ CEDEX – FRANCE
+33 2 23 50 13 80
anneaubault@eurofins.com
www.eichromlab.com

Faure Technologies

Stand 17

Distribution de composants, conception de systèmes, prestation de services (maintenance, installation) en pneumatique, hydraulique, contrôle process, structures aluminium et industrie 4.0.

47 allée Marconi
26000 VALENCE – FRANCE
+33 4 75 75 99 27
info@faure-technologies.com
www.faure-technologies.com

Fuji Electric France

Stand 41

Développement et fabrication d'appareils de contrôle des radiations : dosimètres électroniques personnel et radiamètre à neutrons.

46 rue Georges Besse
ZI du Brézet
63039 CLERMONT-FERRAND CEDEX 2
FRANCE
+33 4 73 15 70 06
sales.dpt@fujielectric.fr
www.fujielectric.fr

Geovariations

Stand 6

Éditeur de logiciels basés sur la géostatistique, Géovariations développe et vend Kartotrak, une solution logicielle pour la caractérisation de contaminations radiologiques et des études et formations associées.

49bis avenue Franklin Roosevelt
77210 AVON – FRANCE
+33 1 60 74 90 90
info@geovariations.com
www.geovariations.com/en/

Groupe D&S

Stand 53

Le groupe D&S réalise toute prestation liée à la maîtrise du risque, principalement dans le secteur nucléaire.

Fort de 300 salariés, nous accompagnons donneurs d'ordre et prestataires.
573 avenue de l'Hermitage
30200 BAGNOLS-SUR-CÈZE – FRANCE
+33 4 66 39 68 68
commercial@ds-groupe.fr
www.ds-groupe.fr

Honeywell Protective Clothing

Stand 38

Conception, production et vente d'EPI de protection contre les contaminations particulières, y compris radioactives.

ZA de Berret
30200 BAGNOLS SUR CEZE CEDEX
FRANCE
+33 4 66 89 18 36
samuel.ozil@honeywell.com
www.honeywellsafety.com

HTDS

Stand 1

HTDS commercialise une gamme complète de solutions de radioprotection et de sûreté nucléaire (spectrométrie alpha, gamma, compteurs ? / ?, NIM...).

3 rue du Saule Trapu
91300 MASSY – FRANCE
+33 1 64 86 28 28
info@htds.fr
www.htds.fr/nucleaire-radioprotection/

Icohup -Haléco

Stand 8

Fabricant de capteurs pour maîtriser le risque et ainsi minimiser l'exposition et améliorer la sécurité des professionnels et de l'environnement.

26 Le Poudrier
87000 LIMOGES – FRANCE
+33 5 55 42 71 68
contact@icohup.com
https://icohup.com

Idealex

Stands 15 - 74

Conception, fabrication et commercialisation d'équipements de radioprotection.

4 rue Gustave Eiffel
41100 VENDÔME – FRANCE
+33 2 54 73 90 90
idealex@idealex.fr
www.idealex.fr

IRSN

Stand 31

IRSN Dosimétrie offre une prestation de suivi dosimétrique des travailleurs exposés en dosimétrie externe (passive) et interne (radiotoxicologie et anthropométrie).

31 Avenue De La Division Leclerc
92260 FONTENAY-AUX-ROSES – FRANCE
+33 1 30 15 52 22
dosimetre@irsn.fr
http://dosimetre.irsn.fr/fr-fr

IRSN / PSE-SANTE / SDOS / LMDN

Stand 32

Radioprotection et Sûreté Nucléaire - Expertise et recherche.

Bâtiment 159
BP3
13115 SAINT PAUL LEZ DURANCE
FRANCE
+33 4 42 19 97 00
lmdn@irsn.fr
www.irsn.fr

ITGA**Stand 45**

A travers ses outils de pointe et ses compétences, ITGA vous accompagne dans la résolution optimale de la double problématique amiante et nucléaire en proposant une prestation globale.

Parc Edonia - Bâtiment R
Rue de la Terre Adélie - CS 66862
36768 SAINT GRÉGOIRE CEDEX – FRANCE
+33 2 23 44 07 20
nuc@itga.fr
www.itga.fr

KADRAN**Stand 42**

Relevé et Modélisation 3D d'environnement (TGC), métrologie, topométrie industrielle, reverse ingénierie, scanner 3D, photogrammétrie, suivi de formations d'ouvrages, topographie.

82 rue d'Espagne
84100 ORANGE – FRANCE
+33 4 90 34 61 15
contact@kadran-ingenierie.fr
www.kadran-ingenierie.fr

Landauer Europe**Stand 5**

Services et équipements de dosimétrie.
9 rue Paul Dautier
CS 60731
78457 VELIZY-VILLACOUBLAY CEDEX
FRANCE
+33 1 40 95 62 90
service@landauer-fr.com
www.landauer-fr.com

Lemer Pax**Stand 54**

Leader mondial de l'innovation en radioprotection, Lemer Pax recherche, conçoit et fabrique des solutions de radioprotection destinées au nucléaire, la recherche, l'industrie et l'univers médical.

72 rue de Lorraine
ZA Erdre Active - Malabry
44240 LA CHAPELLE-SUR-ERDRE
FRANCE
+33 2 40 25 24 04
contact@lemerpax.com
www.lemerpax.com

Loryon**Stand 16**

Un expert indépendant pour gérer l'ensemble de vos problématiques de radioprotection.

336 boulevard Duhamel du Monceau
45160 OLIVET – FRANCE
+33 1 86 28 00 35
contact@loryon.fr
www.loryon.com

Maintenance Professionnelle Electronique**Stand 3**

Vérification, maintenance, contrôle périodique réglementaire et vente d'appareils de mesure de radioprotection.

Site du Sactar
84500 BOLLÈNE – FRANCE
+33 4 90 30 91 73
info@mpe-site.com
www.mpe-site.com

Mirion Technologies**Stand 21**

Instrumentation nucléaire de radioprotection.

174 route de d'Eyguières
13113 LAMANON – FRANCE
+33 4 90 59 59 59
mkt-europe@mirion.com
www.mirion.com

NPO Europe**Stand 52**

Conception et fourniture de protections biologiques.

119 rue du temple de Blosne
35136 SAINT JACQUES DE LA LANDE
FRANCE
+33 2 23 50 15 85
npoeurope@eichrom.com

Nuvia**Stand 4**

Prévention des risques, Radioprotection, Hygiène, sécurité, environnement. Sûreté. Mesure nucléaire : expertise chaînes de mesures, maintenance, équipement, conception, fabrication.

85 avenue Archimède
13857 AIX-EN-PROVENCE CEDEX
FRANCE
+33 4 42 61 27 00
contact@nuvia.fr
www.nuvia.fr

Safe Technologies**Stand 37**

Ingénierie, méthodes et technologies de la mesure nucléaire et de la gestion des déchets dans les secteurs de l'industrie, de la santé et de l'environnement.

Bâtiment Lavoisier
Avenue Louis Philibert, BP 20105
13793 AIX-EN-PROVENCE – FRANCE
+33 9 61 48 35 11
contact@safetechnologies.fr
www.safetechnologies.fr

SDEC France**Stand 14**

Fabricant d'équipements destinés à l'étude et à la surveillance de l'environnement (air-eaux-sols).

ZI de la Gare
CS 50027 Tauxigny
37310 REIGNAC-SUR-INDRE – FRANCE
+33 2 47 94 10 00
info@sdec-france.com
www.sdec-france.com

Stäubli Raccord France**Stands 13 - 71**

STAUBLI CONNECTORS: des solutions de connexion pertinentes pour chaque secteur industriel.

110 avenue de l'Occitane
31670 MASSY – FRANCE
+33 5 61 40 62 16
srf.so@staubli.com
www.staubli.com

TRAD Tests & Radiations**Stand 33**

Depuis 25 ans TRAD Tests & Radiations est reconnue pour son expertise sur les effets des radiations et propose une gamme complète de produits et services.

Bât. Gallium
907 voie de l'Occitane - BP 47471
31670 LABÈGE CEDEX – FRANCE
+33 5 61 00 95 60
trad@trad.fr
www.trad.fr

UniTech Services**Stand 35**

Externalisation de la chaîne du linge, fourniture de matériel de radioprotection et d'EPI.

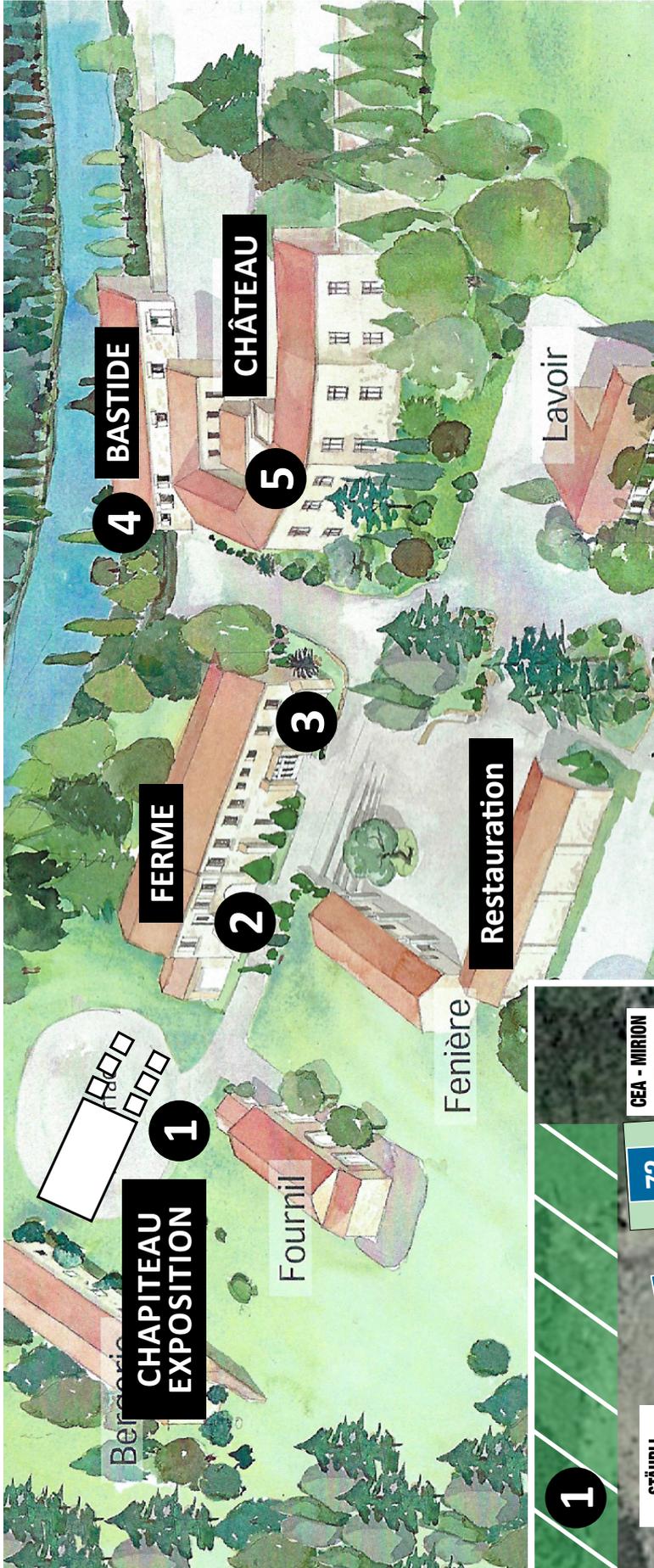
213, Avenue de la Malvesine
Parc Avenue / ZA La Malvesine
13720 LA BOUILLADISSE – FRANCE
+33 9 65 01 22 47
unitechsas@unitecheu.com
www.unitech-services.eu/fr/

**Wattohm
EP2D Air Process****Stand 22**

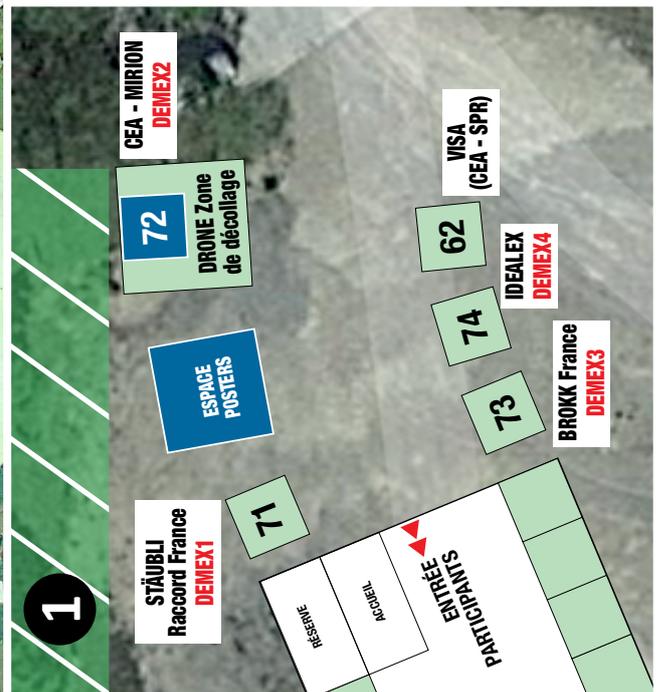
Spécialiste de l'aéraulique, Wattohm propose des solutions spécifiques de captage, de ventilation d'espaces confinés et de filtration de polluants potentiellement contaminés.

289 chemin des Berthiliers
71850 CHARNAY-LÉS-MÂCON – FRANCE
+33 3 85 20 97 97
brun@wattohm.fr
www.wattohm.fr

Plan structures extérieures - Démonstrations

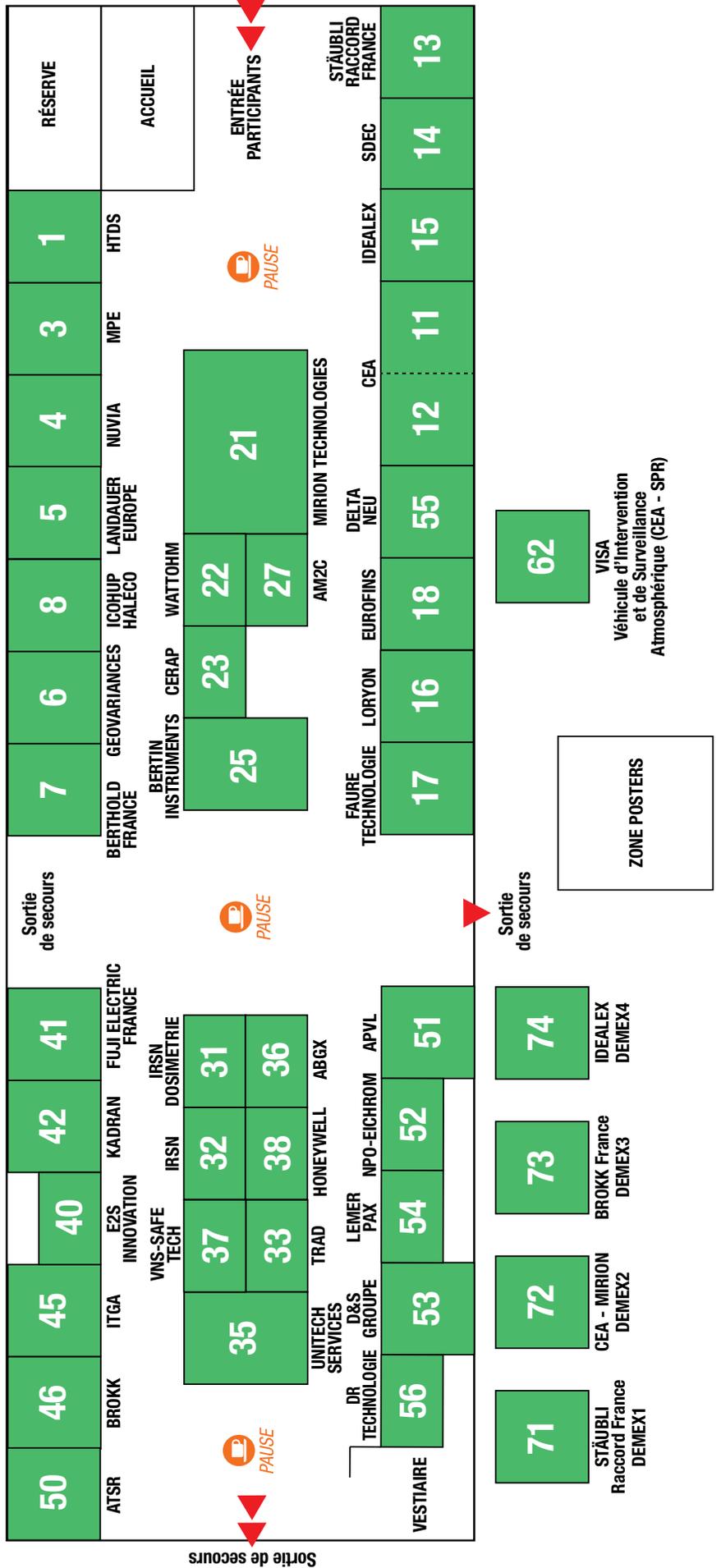


- Bâtiment FERME, RdC**
- 2 DEMSA1 - DEMSA3
DEMSA6 : Amphithéâtre
 - 2 DEMSA2 - DEMSA5 :
Salle des Pas Perdues
 - 3 DEMSA4 - DEMSA9 :
Salle des Armures
- Bâtiment BASTIDE, RdJ**
- 4 DEMSA7 : Salle de la Durance
- Bâtiment CHÂTEAU, 2^e étage**
- 5 DEMSA8 : Salon Valbelle



Liste des stands - Plan de l'exposition

ABGX	Stand 36	DR Technologie	Stand 56	Idealex	Mirion Technologies	Stand 21
AM2C	Stand 27	E2S Innovation	Stand 40	IRSN	NPO Europe	Stand 52
APVL ingénierie	Stand 51	Eurofins	Stand 18	IRSN / PSE-SANTE / SDOS / LMDN	Nuvia	Stand 4
ATSR	Stand 50	Faure Technologies	Stand 17	ITGA	Safe Technologies	Stand 37
Berthold France	Stand 7	Fuji Electric France	Stand 41	KADRAN	SDEC France	Stand 14
Bertin Instruments	Stand 25	Geovariances	Stand 6	Landauer Europe	Stäubli Raccord France	Stand 13 - 71
Brokk France	Stand 46 - 73	Groupe D&S	Stand 53	Lerner Pax	TRAD Tests & Radiations	Stand 33
CEA Cadarache	Stand 11-12 - 72	Honeywell Protective Clothing	Stand 38	Loryon	UniTech Services	Stand 35
CERAP	Stand 23	HTDS	Stand 1	Maintenance Professionnelle Electronique	Wattohm	Stand 22
DELTA NEU	Stand 55	Icohup -Haléco	Stand 8		EP2D Air Process	



Plan de situation des hôtels



Les Ateliers de l'ATSR

Innovations techniques et radioprotection

De la construction au démantèlement

Organisation des Ateliers

Ces Ateliers sont organisés par l'Association pour les Techniques et les Sciences de Radioprotection avec le soutien de :



Comité d'organisation

ATSR :

Philippe Bruguera
Gilles Hofmann
Thomas Ketels
Lionel De Padua
Jean-Luc Le Borgne
Fabrice Montreuil
Bruno Rostello

CEA :

Frédéric Beltritti (D2S/SPR)
Yanek Evrard (D2S/SPR)
Christophe Guy (D2S/SPR)

Avec la participation de Nadia Boussatha (D2S/SPR),
du personnel des services du CEA,
l'UCAP, le STL et la FLS

L'ATSR

**L'Association pour les Techniques et les Sciences de Radioprotection
est une association régie par la loi de 1901**

Siège : 47 rue Louis Pasteur - Leuville sur Orge - 91310 Montlhéry
Dépôt des statuts et déclaration faits à la sous préfecture de Palaiseau (91120)
sous le n°256, paru au J.O. le 24/06/1966, page 5264

Secrétariat administratif

Alpha Visa Congrès / ATSR 2021

624 rue des Grèzes - 34070 Montpellier
Tél. : +33 4 67 03 03 00 - E-mail : atsr@alphavisa.com



www.atsr-ri.fr - www.alphavisa.com/atsr