



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

IRSN

INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

BOOK OF ABSTRACTS

**MARDI 05 NOVEMBRE 2024
9h00 - 17h30**

**JPSI
2024**

**ESPACE VAN GOGH
Paris Gare de Lyon**

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

contact : spot-valo-pst@irsn.fr



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

IRSN

INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Préambule

La Journée des Plateformes Scientifiques de l'IRSN (JPSI) 2024 se consacre cette année à la thématique des technologies avancées au service des plateformes de R&D. Cet événement, proposé par le Service de Valorisation des Plateformes de l'IRSN, constitue une opportunité unique pour la communauté scientifique et les industriels d'échanger autour des dernières innovations et avancées technologiques. Cette édition mettra l'accent sur la manière dont les capteurs modernes, les techniques d'analyse d'images, le traitement des signaux et l'intelligence artificielle révolutionnent la collecte, l'interprétation et l'exploitation des données scientifiques. Les intervenants issus d'institutions prestigieuses comme le CEA-LIST, l'IRSN, l'Université Gustave Eiffel, le CNRS ainsi que des entreprises novatrices telles que KWAN-TEK, NAGI BIOSCIENCE SA et Socotec Monitoring, partageront leurs expertises et perspectives. De plus, un invité VIP exceptionnel nous plongera dans une vision des interfaces utilisateurs de demain, reliant les avancées technologiques aux besoins des scientifiques. Les sujets abordés couvriront de larges domaines scientifiques de pointe partant de l'instrumentation et capteurs innovants, en passant par les techniques avancées de traitement d'images et d'intelligence artificielle et se prolongeant jusqu'aux plateformes de recherche intégrées et virtualisées. Ces outils sont appelés à redéfinir la R&D en accélérant la création de nouvelles connaissances et l'optimisation des processus de recherche sur les plateformes expérimentales. Nous vous invitons à profiter pleinement de cette journée, que ce soit en présentiel ou via notre plateforme de diffusion internet, pour participer activement aux discussions et poser vos questions en direct aux intervenants. Ensemble, faisons avancer la science et relevons les défis de demain.

Nous avons œuvré pour tenter de vous offrir une journée exceptionnelle centrée autour de la thématique des technologies avancées au service des plateformes de R&D. Que vous soyez en présentiel ou en distanciel, nous vous invitons à profiter pleinement de ce moment d'échange en dialoguant en direct avec les orateurs ou en posant vos questions via le tchat de la plateforme de diffusion internet.

Laurent AUDOUIN

Responsable du Service de Valorisation des Plateformes Scientifiques
et Techniques (SPOT)

(Pôle Patrimoine et Territoires)

Les Technologies Avancées au service des Plateformes de R&D

PROGRAMME JPSI 2024

JOURNEE DES PLATEFORMES SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES

09:00 – 09:30 ACCUEIL DES PARTICIPANTS

09:35 – 09:45 © *Discours d'ouverture*

Karine HERVIOU, Directrice Générale Adjointe de l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)

Session 1 Instrumentation & Capteurs Innovants

09:45 – 10:05 © *Prévention et gestion des accidents nucléaires : R&D pour une instrumentation innovante (projet FIND)*

Bastien POUBEAU, IRSN

10:05 – 10:30 © *Ondes ultrasonores guidées et fibres optiques pour le monitoring de structure (projet FIND)*

Bastien CHAPUIS, CEA-LIST

PAUSE-CAFE

11:00 – 11:45 © *Capteurs à fibres optiques : technologies et applications avancées*

Aghiad KHADOUR, Université Gustave Eiffel (UGE)

- *Etude expérimentale des déformations dans des blocs de bétons soumis à des pathologies de gonflement (projet ODOBA)*

Sandrine MORIN, IRSN

- *Localisation et caractérisation des fissures dans une maquette expérimentale en béton armé (projet COBRA)*

Laurent RICCIARDI, IRSN

11:45– 12:05 © *Capteur quantique à base de diamant et fibre optique pour le contrôle non-destructif : potentialité dans le nucléaire*

Baptiste VINDOLET, KWAN-TEK

12:05– 13:45 L'IRSN convie l'ensemble des participants pour déjeuner (compris dans l'inscription)

STANDS EXPOSANTS : *Open-Radiation, Fab-Lab (IRSN), VRTICE*

Session 2 Image, Traitement du Signal & Intelligence Artificielle

13:45– 14:10 © *Intelligence artificiel (IA) et dosimétrie par cytogénétique : reconstruction de l'exposition aux radiations par détection des aberrations chromosomiques (projet INCREASED)*

Mohamed Amine BENADJAOU, IRSN

14:10– 14:30 © *Intelligence artificiel (IA) et imagerie médicale : impact de la radiothérapie sur le cerveau ; corrélation avec des lésions cérébrales et des troubles cognitifs (projet RADIO-AIDE)*

Corinne MANDIN, **Sophie ANCELET**, IRSN et **Véronica MUNOZ**, PIXYL

14:30 – 14:55 © *Apprentissage profond par réseau de neurones : caractérisation de la pollution par particules sur des surfaces (projet TEMPO)*

Jeanne MALET, IRSN

PAUSE-CAFE

Les Technologies Avancées au service des Plateformes de R&D

Session 3 Plateformes Intégrées & virtualisées

- 15:30 – 16:00 © *Une «Fleur» connectée pour mesurer les effets de la contamination radioactive sur la santé cognitive des pollinisateurs (projet BEECONNECT)*
Olivier ARMAND, IRSN
Mathieu LIHOREAU, CNRS/Univ. Toulouse III
- 16:00 – 16:20 © *SydLab™ One: Plateforme robotique intégrée et automatisée pour le criblage de molécules et la réalisation de tests biologiques à haut débit*
Laurent MOUCHIROUD, Nagi Bioscience
- 16:20 – 16:50 © *Jumeau Numérique : Concepts et application à travers le projet PALLAS*
Boris KRATZ, **Kévin SIMO TABUDJI FUPA**, SOCOTEC Monitoring
- 16:50 – 17:05 © *Invité de prestige Chaire Innovation IUF : « A Voice in your Brain »*
Pr. François ALOUGES, ENS-Paris Saclay (Centre Borelli), Co-fondateur de RunBlind
- 17:05 – 17:10 © *Le Mot de la Fin*
Laurent AUDOUIN, Responsable du Service de Valorisation des Plateformes de l'IRSN

05 Novembre 2024 de 9h00 à 17h10

Espace Van Gogh (Maison de la RATP)

Proche de la Gare de Lyon
58 quai de la Rapée – 75012 Paris
(entre la Mutuelle de la RATP et la Plateforme du Bâtiment)





© FIND* : Instrumentation au service de la prévention et la gestion des accidents nucléaires

Bastien Poubeau

Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)

Contact : bastien.poubeau@irsn.fr

Le projet européen FIND* vise à développer une instrumentation innovante pour améliorer la sûreté des centrales nucléaires existantes en agissant sur les différents niveaux de la défense en profondeur. Il s'appuie sur les concepts de Structural Health Monitoring (surveillance de la santé des ouvrages), de jumeau numérique et de traitement du signal par machine-learning. Il rassemble 11 partenaires, qui disposent des ressources nécessaires pour réaliser des tests de fonctionnement et de robustesse en conditions expérimentales et industrielles.

Le premier axe du projet consiste à surveiller des défauts (corrosion, fissuration, déformation, perte d'épaisseur ou fuite) dans des tuyauteries métalliques pendant le fonctionnement du réacteur. Leur monitoring en continu permettra une détection plus précoce de leur dégradation, limitant l'occurrence des pannes et facilitant les opérations de maintenance. D'une part, différentes technologies ultrasonores seront investiguées : les ondes guidées actives et passives (avec des capteurs par fibre optique), ainsi que l'écoute acoustique. D'autre part, des jumeaux numériques de tuyauteries seront développés grâce à l'assimilation dans des modèles physiques de données issus de capteurs d'extensométrie, de température et d'accélération. L'objectif est de démontrer la pertinence de ces méthodes sur les circuits primaire, secondaire et tertiaire des centrales.

Le deuxième axe du projet porte sur l'instrumentation en situation accidentelle, afin de faciliter la prise de décision dans ces situations. La première application consiste à suivre les mouvements d'eau en accident de perte de réfrigérant primaire, grâce à la localisation de la brèche et à la mesure de niveau d'eau dans les puisards. La capacité des thermocouples chauffés à réaliser ces mesures, y compris en conditions d'accident grave, sera évaluée. Le deuxième cas d'usage porte sur le suivi de la dégradation du cœur lors d'un accident grave, au travers de l'analyse des produits de fission dans l'enceinte.

La présentation détaillera les objectifs du projet, qui a commencé le 1er Octobre 2024.

* Projet FIND - Future Instrumentation and coNtrol based on innovative methods and Disruptive technologies for higher safety level.



© Ondes ultrasonores guidées et fibres optiques pour le monitoring de structure

Bastien CHAPUIS

Commissariat à l'Energie Atomique et aux énergies alternatives/Laboratory for Integration of Systems and Technology (CEA-LIST)

Contact : bastien.chapuis@cea.fr

L'utilisation d'ondes guidées permet de surveiller des grandes zones d'une structure avec un nombre limité de capteurs embarqués. En particulier, les algorithmes de tomographie par ondes guidées, fournissent une image quantitative de l'épaisseur résiduelle de la structure surveillée, par exemple un tuyau corrodé. La méthode développée au CEA-List sur base sur une étape d'auto-calibration, qui ne nécessite pas de signal de référence mesuré sur la structure à l'état sain, ce qui rend la méthode très robuste à des variations de conditions environnementales (typiquement la température) et opérationnelles.

L'un des inconvénients des techniques de tomographie est qu'elles nécessitent de nombreux capteurs par rapport à d'autres méthodes d'imagerie plus conventionnelles.

Nous travaillons depuis quelques années sur une approche originale : une version passive de la tomographie, en utilisant des données obtenues par post-traitement du bruit élastique ambiant dans la structure en fonctionnement. Cette approche met en œuvre des réseaux de Bragg (FBG - Fiber Bragg Gratings) sur fibres optiques comme capteurs d'ondes élastiques guidées. L'utilisation de réseaux de Bragg réduit considérablement l'intrusivité du système, car plusieurs réseaux peuvent être multiplexés sur une seule fibre optique. En outre, ces capteurs sont adaptés à de nombreuses applications en raison de leur résistance aux conditions sévères (températures élevées, atmosphère explosive, radiations, etc.).

Nous présenterons les résultats récents autour de cette instrumentation innovante déployées sur différentes installations de R&D au sein du CEA et chez des partenaires industriels.

Corrosion par électrolyse



Cartographie d'épaisseur obtenue par tomographie passive

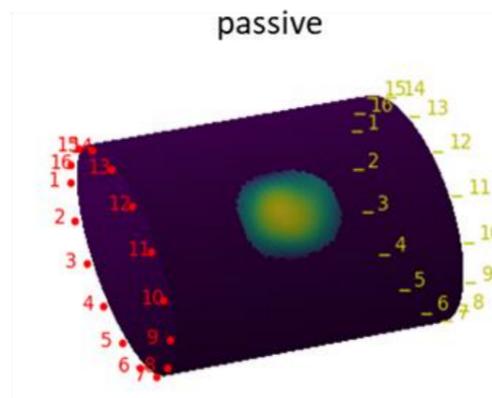


Figure 1 : Exemple de suivi d'épaisseur d'une tuyauterie métallique à l'aide d'une instrumentation innovante basée sur l'utilisation de réseaux de Bragg sur fibres optiques pour la mesure d'ondes ultrasonores.



© Capteurs à fibres optiques : Technologies et applications avancées

Aghiad KHADOUR

Université Gustave Eiffel (UGE)

Contact : aghiad.khadour@univ-eiffel.fr

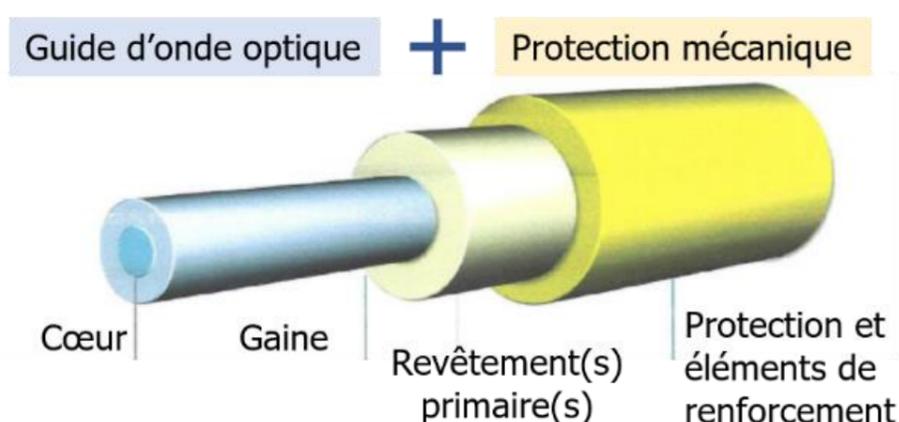
Aujourd'hui, il existe un besoin croissant de solutions capables de fournir en temps réel des mesures sur quelques mètres à plusieurs kilomètres, voire des dizaines de kilomètres, à l'intérieur ou en surface de grandes structures, pouvant même s'appliquer à l'échelle d'un quartier ou d'une ville.

Ces solutions doivent être fiables, à faible consommation énergétique, peu intrusives et adaptées à différentes conditions environnementales. Les technologies photoniques basées sur la fibre optique en silice apparaissent comme des candidates idéales pour répondre à ces exigences.

Bien que l'instrumentation par fibre optique présente des avantages significatifs par rapport aux systèmes traditionnels, des avancées restent nécessaires dans la structuration des fibres optiques, les systèmes d'émission-détection optoélectroniques issus des technologies quantiques, ainsi que dans les algorithmes d'intelligence artificielle pour le traitement avancé et massif des données, afin d'améliorer les performances de ces capteurs.

Cette présentation mettra en lumière les éléments clés d'un système d'instrumentation à fibres optiques et les caractéristiques critiques de chaque composant.

Des exemples d'instrumentation par capteurs à fibres optiques distribués, réalisés à l'université Gustave Eiffel, seront également présentés, en mettant en avant les avantages de ces capteurs pour répondre aux besoins des plateformes expérimentales de l'IRSN. Enfin, un aperçu des perspectives futures sera présenté.





© Capteurs à fibres optiques : *Technologies et applications avancées - Etude expérimentale des déformations dans des blocs de bétons soumis à des pathologies de gonflement*

Sandrine MORIN

Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)

Contact : sandrine.morin@irsn.fr

Le prolongement de la durée de vie des centrales nucléaires impose de comprendre l'évolution du béton et les mécanismes de ses pathologies liées au vieillissement comme le gonflement. L'IRSN s'intéresse notamment à l'enceinte de confinement en béton armé qui constitue la 3^{ème} barrière de confinement, limitant les rejets des produits de fission vers l'environnement en cas d'accident. L'apparition potentielle de pathologies diverses pouvant conduire à un endommagement susceptible d'affecter les propriétés mécaniques et physiques du béton et ainsi les fonctions de sûreté est un problème à instruire.

Le projet ODOBA (Observatoire de durabilité des ouvrages en béton Armé), lancé par l'IRSN et s'appuyant sur la plateforme ODE, s'attèle à étudier le vieillissement de structures en béton. ODOBA s'intéresse plus particulièrement aux pathologies de gonflement interne dans le béton afin de mieux comprendre, à l'échelle de la structure, les phénomènes liés aux pathologies et leurs impacts sur les propriétés mécaniques et de confinement. ODOBA est un projet expérimental dont le but est d'apporter des données expérimentales permettant de comparer le comportement du béton à différentes échelles, de qualifier le facteur d'échelle... Ces données expérimentales serviront au développement et à la validation de modèles numériques permettant d'évaluer la santé des structures en bétons existantes.

Un des défis du projet est de déclencher la pathologie, d'en accélérer le développement dans un temps « d'observation » acceptable et d'en suivre le développement au niveau mécanique, physique et chimique. Les démonstrateurs (blocs), métriques, sont réalisés sur la plateforme ODE. Afin de suivre le développement des pathologies, une instrumentation spécifique est mise en œuvre pour mesurer les paramètres associés au cours du jeune âge (température, humidité) et les paramètres caractéristiques ou indicateurs de développement de la pathologie (déformation et fissuration) pendant son vieillissement.

Ainsi les démonstrateurs sont instrumentés : thermocouples, jauges de contraintes, extensomètres et fibres optiques. Celle-ci va notamment permettre de suivre l'évolution de la déformation du bloc. La FO, qui mesure de façon continue sur toute sa longueur, permet de suivre le gonflement dans le volume du bloc de façon plus complète que les extensomètres classiques qui ne donnent qu'une mesure ponctuelle.

Les données fournies par les fibres optiques sont mises en relations avec celles obtenues par les mesures de gonflement externe et celles de fissuration en surface.



© Capteurs à fibres optiques : *Localisation et caractérisation des fissures dans une maquette expérimentale en béton armé*

Laurent RICCIARDI

Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)

Contact : laurent.ricciardi@irsn.fr

Le projet COBRA de l'IRSN est un programme de recherche expérimental et numérique dédié à l'étude du comportement mécanique et aérodynamique de l'enceinte de confinement d'un réacteur de type 1300 MWe en cas d'accident grave. Il vise principalement à développer et valider des modèles permettant de prévoir l'état de dommage structurel et les débits de fuite de l'enceinte interne, pour un état de chargement thermo-hygro-mécanique représentatif des conditions d'accident grave (jusqu'à 5 bars et 150°C en air-vapeur).

Son volet expérimental s'appuie sur l'étude de deux maquettes en béton armé dont la zone centrale (« zone utile ») est représentative de la partie courante d'une enceinte de confinement (en termes d'épaisseur, de béton et de structure interne). Sa fissuration est réalisée à l'aide de vérins hydrauliques, exerçant des contraintes de traction. L'instrumentation des maquettes est notamment constituée de capteurs à fibres optiques répartis pour la détection de la fissuration et la mesure des profils de déformation et de température. Deux types de fibres optiques ont été implémentées par le laboratoire IMSE de l'Université Gustave Eiffel (UGE), dans le cadre d'une collaboration avec l'IRSN : des câbles à fibres optiques serpentant dans la zone utile, permettant de suivre la déformation du béton et la température dans sa masse, et des fibres installées dans des engravures au sein d'armatures en acier, permettant de suivre la déformation à l'interface acier-béton.

Actuellement, seule la première maquette a été fissurée et les premiers essais ont été réalisés en air sec et à température ambiante (dans les conditions des épreuves décennales). Le post-traitement, par l'UGE, des données acquises par les interrogateurs optoélectroniques (reposant sur la Réflectométrie Optique en Fréquence - OFDR) a permis de remonter à une cartographie 3D du réseau de fissures et de caractériser leurs ouvertures, en fonction des différentes contraintes appliquées. Cinq fissures principales ont ainsi été détectées, en cohérence avec l'observation des fissures sur les faces latérales de la zone utile (par une technique de corrélation d'images).

La présentation décrira les maquettes COBRA, leur instrumentation ainsi que les résultats de fissuration obtenus à l'aide des capteurs à fibres optiques.



© Capteur quantique à base de diamant et fibre optique pour le contrôle non-destructif: potentialité dans le nucléaire

Baptiste VINDOLET

KWAN-TEK

Contact : baptiste.vindolet@kwan-tek.com et thomas.hingant@kwan-tek.com

La technologie basée sur le centre à lacune d'azote (Nitrogen-Vacancy - NV) dans un diamant a émergé au cours des deux dernières décennies comme un capteur multi-modal unique, combinant l'excellente sensibilité et précision des capteurs quantiques dans un diamant solide, petit et facile à intégrer tout en offrant une résolution spatiale extrêmement élevée.

Les centres NV dans un diamant sont particulièrement performant comme magnétomètres, fournissant une mesure vectorielle absolue du champ magnétique. Fondée en 2020, Kwan-tek est une start-up pionnière dans le développement de capteurs basés sur la technologie des centres NV pour des applications industrielles. En tirant parti de la stabilité des capteurs NV, Kwan-tek a par exemple développé un produit de métrologie permettant de stabiliser les champs magnétiques en dessous de nT par jour dans une plage de 1 à 30 mT.

Dans le contexte des essais non destructifs (Non-Destructive Testing -NDT), plusieurs techniques reposent sur l'utilisation du champ magnétique pour contrôler l'état d'un métal, soit avec des mesures statiques (magnétoscopie, fuite de flux magnétique), soit avec des mesures dynamiques (courants de Foucault, bruit Barkhausen, perméabilité incrémentale). Toutes ces techniques ont des limitations spécifiques liées aux capteurs utilisés pour leur mise en œuvre et pourraient bénéficier de l'utilisation de capteurs absolus avec une haute résolution et une grande sensibilité, comme les capteurs NV.

Dans cette présentation, nous rappellerons le principe sous-jacent de la physique des centres NV avant de présenter les avancées expérimentales récentes de Kwan-tek dans le domaine des END. Nous viserons particulièrement à illustrer des cas où les centres NV peuvent améliorer la détection des défauts et discuterons des améliorations et des limitations actuelles de cette technique.



© Intelligence artificiel (IA) et dosimétrie par cytogénétique : reconstruction de l'exposition aux radiations par détection des aberrations chromosomiques

Mohamed Amine BENADJAOU

Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)

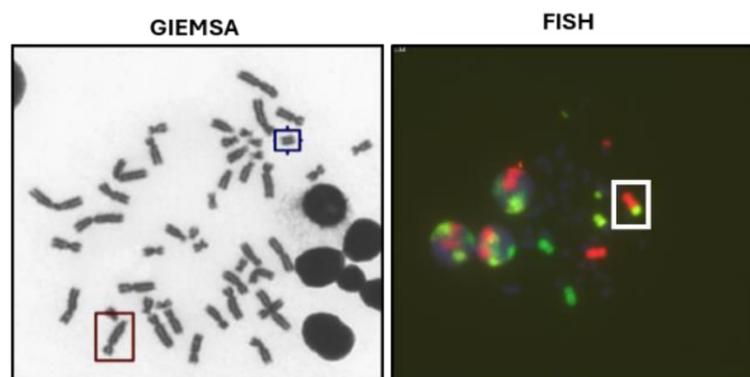
Contact : mohamedamine.benadjaoud@irsn.fr

En situation d'urgence radiologique ou nucléaire, l'estimation de la dose individuelle est cruciale aussi bien dans la phase de diagnostic/pronostic à court moyen terme des victimes asymptomatiques (non triés sur la base de signes cliniques) que pour leur suivi à long terme.

La technique de dosimétrie biologique de référence est basée sur le dénombrement des aberrations chromosomiques au sein des lymphocytes circulant. Particulièrement robuste et pertinente dans une gamme de sensibilité allant de 150 mGy à 5 Gy, elle souffre néanmoins d'un inconvénient majeur pour sa mise en œuvre opérationnelle : l'absence d'une totale automatisation de l'étape de reconnaissance d'aberrations.

En France, l'IRSN héberge le Laboratoire de Radiobiologie des expositions Accidentelles (IRSN/PSE-SANTE/SERAMED/LRAcc), un laboratoire civil avec des capacités opérationnelles et massives pour ce type d'analyse. Doté d'une plateforme comprenant 8 microscopes automatisés et couplés à des systèmes d'analyse d'image, il est possible d'y mesurer différents paramètres biologiques allant de la cytogénétique jusqu'à imagerie à haut débit en passant par les immunomarquages, l'histologie...etc.

Le projet INCREASED, financé par l'ANR Astrid (2020-2024) propose d'adapter les algorithmes les plus puissants de l'intelligence artificielle moderne au contexte de la détection automatique d'aberrations chromosomiques pour les deux modalités d'imagerie principales en dosimétrie par cytogénétique : GIEMSA et FISH. Contrairement aux solutions semi-automatiques ou automatique actuelles, INCREASED déploie les méthodes modernes d'IA, ayant fait preuve de leur incontestable supériorité dans d'autres domaines de vision par ordinateur, sur des images GIEMSA pour un comptage exhaustif multi-classe de chromosomes dicentriques, anneaux-centriques, fragments acentriques, et même tri-centriques. L'initiative du projet INCREASED est, de plus, tout à fait novatrice en dosimétrie basée sur l'imagerie FISH en proposant une double amélioration : d'une part, une annotation exhaustive des différentes formes de translocations FISH (3 couleurs) observables et d'autre part, l'utilisation des outils de l'intelligence artificielle modernes capables de détecter et de d'interpréter exhaustivement des co-localisations/co-voisinages en translocation de différentes natures.



Le projet présente un très fort caractère dual car les retombées potentielles concernent des applications visant des militaires en opérations, des civils dans un contexte accidentel (NRBC-E, médical...etc) ainsi que le suivi sanitaire de personnel militaire, médical ou industriel potentiellement exposé au cours de leur activité. Au-delà du cadre de la dosimétrie des radiations, les résultats et les méthodologies utilisées au sein du projet INCREASED pourraient être appliqués à d'autres domaines de radiotoxicologie basés sur des analyses massives d'images cytogénétiques.



© Intelligence artificiel (IA) et imagerie médicale : impact de la radiothérapie sur le cerveau ; corrélation avec des lésions cérébrales et des troubles cognitifs

Corinne MANDIN ⁽¹⁾, Sophie ANCELET ⁽¹⁾ et Véronica MUNOZ ⁽²⁾

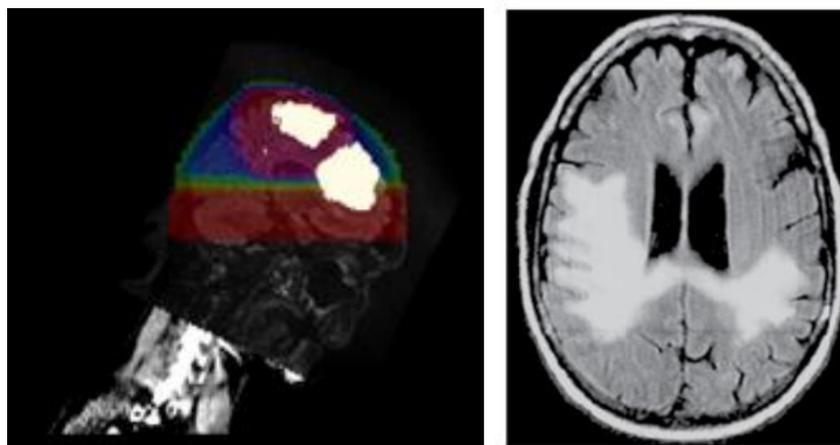
⁽¹⁾ Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)

⁽²⁾ PIXYL

Contacts : corinne.mandin@irsn.fr, sophie.ancelet@irsn.fr et veronica@pixyl.io

Les gliomes cérébraux de haut grade font partie des tumeurs cérébrales, qui représentent 2 % des tumeurs malignes de l'adulte, soit environ 2400 cas par an. Ils sont généralement traités par l'association d'une chirurgie, d'une chimiothérapie et d'une radiothérapie. Des complications de la radiothérapie au niveau du cerveau peuvent entraîner des déficits neurocognitifs qui impactent très négativement la qualité de vie des patients.

Le projet RADIO-AIDE, projet de 4 ans financé par l'Agence nationale de la recherche (ANR), réunit huit partenaires français¹ sous la coordination de l'IRSN dont l'objectif est de mieux comprendre les mécanismes neurotoxiques impliqués dans l'initiation et l'évolution temporelle de troubles cognitifs après radiothérapie du cerveau.



Le projet s'appuie sur les données recueillies dans le cadre de la cohorte EPIBRAINRAD, mise en place par l'IRSN en partenariat avec l'Hôpital Pitié-Salpêtrière (AP-HP), l'institut de cancérologie Strasbourg Europe (ICANS) et le Centre Borelli (Ecole Normale Supérieure-Paris Saclay), qui a recruté depuis 2015 plus de 300 patients traités par chimio-radiothérapie pour un glioblastome pour les suivre pendant 3 ans par des bilans neuro-cognitifs détaillés afin d'évaluer les éventuelles complications neuro-cognitives de la radiothérapie en fonction de la zone irradiée.

Des outils d'intelligence artificielle (IA) basés sur des algorithmes innovants de machine learning sont en cours de développement pour automatiser et améliorer le traitement des IRM cérébrales, la caractérisation de lésions cérébrales radio-induites et la détection précoce de biomarqueurs d'imagerie prédictifs de l'apparition de troubles neurocognitifs. Aujourd'hui effectuées manuellement par les radiologues, de telles analyses sont très chronophages et sensibles aux variations inter-opérateurs.

Les modèles et algorithmes développés permettront de caractériser automatiquement les lésions cérébrales extraites en tirant parti de leur dynamique d'évolution (spatiale et temporelle). Ils permettront également d'estimer l'association entre la dynamique d'évolution de ces lésions, la dose de rayonnements ionisants reçue au niveau des structures cérébrales pendant la radiothérapie et la survenue de troubles cognitifs. Enfin, ils permettront de prédire à un stade précoce l'occurrence de troubles cognitifs. Cela permettra à terme une prise en charge précoce et adaptée des patients concernés.

(1) L'Assistance Publique-Hôpitaux de Paris (AP-HP), le Centre Borelli (Ecole Normale Supérieure-Paris Saclay), le Grenoble Institut des neurosciences (GIN), l'institut de cancérologie Strasbourg Europe (ICANS), l'Institut du Cerveau (ICM), l'Institut national de recherche en sciences et technologies du numérique (INRIA), l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) et la société Pixyl.



© Apprentissage profond par réseau de neurones : caractérisation de la pollution par particules sur des surfaces

Jeanne MALET

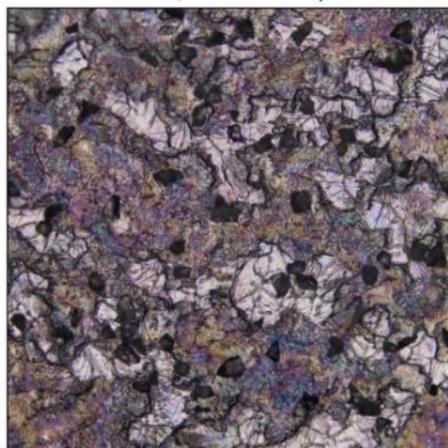
Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)

Contact : jeanne.malet@irsn.fr

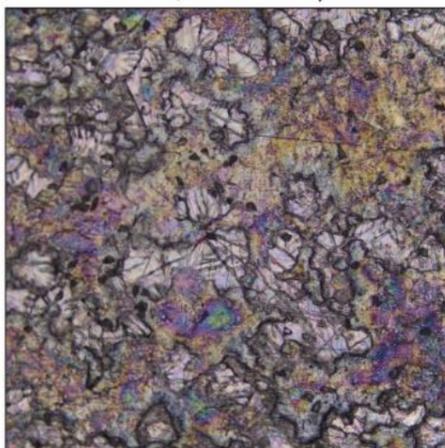
Cette étude présente une méthode novatrice utilisant la microscopie optique et des techniques avancées de vision par ordinateur pour étudier la pollution particulaire sur des surfaces quelconques.

Le dispositif expérimental comprend un microscope optique motorisé et autofocus qui vient «scanner» une surface et enregistrer des piles d'images et propose l'utilisation d'un réseau de neurones convolutifs, en l'occurrence le réseau Cellpose, pour traiter les images acquises. Les résultats montrent une performance élevée du réseau, surpassant même celle d'humains non expérimentés dans l'annotation des images. Ces avancées offrent des perspectives prometteuses pour l'étude automatisée des concentrations surfaciques de polluants particulaires sur des surfaces.

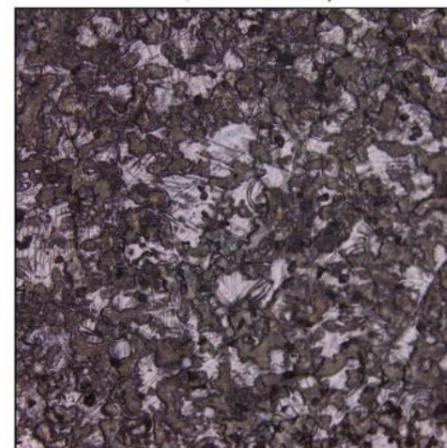
Fond 1, aérosol de 50 μ m



Fond 1, aérosol de 20 μ m



Fond 2, aérosol de 20 μ m





© «Fleur» connectée pour mesurer les effets de la contamination radioactive sur la santé cognitive des pollinisateurs

Olivier ARMAND

Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)

Mathieu LIHOREAU

Centre national de la recherche scientifique (CNRS)

Contacts : olivier.armant@irsn.fr et mathieu.lihoreau@univ-tlse3.fr

L'intensification des activités humaines a des conséquences de plus en plus marquées sur la biodiversité et les services écosystémiques. L'utilisation de capteurs s'est rapidement développée pour surveiller les réponses biotiques et abiotiques de l'environnement. Cependant, il n'existe pas encore d'outils satisfaisants pour mesurer ces effets sur le comportement des animaux, alors que dans bien des cas, une exposition à un stress, même à faible dose, peut avoir des conséquences considérables sur les populations.

Dans le cadre du projet BEECONNECT, nous étudions les effets de la radio-contamination sur les insectes pollinisateurs à l'aide de tests cognitifs automatisés : la fleur connectée. Nous utilisons des dispositifs récemment validés en laboratoire que nous déployons sur le terrain le long d'un gradient de radio-contamination dans la région de Fukushima (Japon). Nous nous focalisons sur les abeilles domestiques (espèce modèle) et étendons notre analyse aux autres pollinisateurs sauvages afin d'estimer l'impact sur le service de pollinisation. Dans ce cadre trois missions de terrains (de 2023 à 2024) ont permis de tester les performances cognitives des abeilles domestiques et de pollinisateurs naturels en territoires radio-contaminés.

Ce projet interdisciplinaire, réunissant écotoxicologues, éthologues, écologues, informaticiens et apiculteurs, constitue la première tentative d'étudier l'effet des radiations sur le comportement des abeilles. Il s'agit également du premier déploiement d'un test cognitif automatisé pour étudier des invertébrés. Ce projet représente une preuve de concept pour une utilisation future de capteurs cognitifs à plus large échelle et sur un plus grand nombre d'espèces.



© SydLab™ One: Plateforme robotique intégrée et automatisée pour le criblage de molécules et la réalisation de tests biologiques à haut débit

Laurent MOUCHIROUD

Nagi Bioscience

Contact : laurent.mouchiroud@nagibio.ch

Le nématode *C. elegans* est un modèle biologique puissant, non seulement pour l'étude des mécanismes biologiques fondamentaux, mais également pour les tests de sécurité et d'efficacité des médicaments et produits chimiques, entre autres. Cependant, l'analyse à haut débit de ce modèle représente encore un défi majeur.

Pour y remédier, Nagi Bioscience SA a développé SydLab™ One, une plateforme robotique innovante basée sur notre technologie MPS (Microphysiological Systems) brevetée, capable d'automatiser et de paralléliser les travaux expérimentaux sur 64 populations indépendantes de *C. elegans*. En intégrant des technologies de pointe en microfluidique, robotique, optique et intelligence artificielle (IA), nous proposons une solution complète qui automatise l'ensemble du processus d'expérimentation (culture, traitement, imagerie et analyse des données). Les systèmes microfluidiques offrent la possibilité d'un criblage « high-content », avec un contrôle précis et flexible des conditions expérimentales.

Associée à une analyse d'images basée sur l'approche Machine Learning (ML) et d'algorithmes d'Intelligence Artificielle (IA,) SydLab™ One génère en ensemble de données couvrant tous les phénotypes essentiels pour l'évaluation des molécules candidates, autant pour leur profil toxicologique que pour leur efficacité. Cela permet non seulement un gain de temps considérable, mais aussi d'obtenir davantage de points de données, et un plus haut niveau de standardisation et de reproductibilité des résultats.

En permettant des tests rapide, pertinents et à grande échelle sur des organismes entiers, notre plateforme SydLab™ One accélère et optimise le processus de R&D, tout en réduisant les coûts et la dépendance aux tests animaux traditionnels. SydLab™ One comble ainsi l'écart entre les tests in vitro sur cellules et ceux effectués sur des vertébrés.



© Jumeau Numérique : Concepts et application à travers le projet Pallas

Boris KRATZ et Kévin SIMO

SOCOTEC Monitoring

Contacts : boris.kratz@socotec.com et kevin.simotabudjifupa@socotec.com

Le Jumeau Numérique s'impose comme un outil clé dans la modélisation et la gestion des systèmes complexes, notamment dans les secteurs où la sécurité et la durabilité sont cruciales. La présentation mettra en lumière le concept du Jumeau Numérique, ses bénéfices et ses applications, en s'appuyant sur un exemple concret : le projet PALLAS. Ce projet vise à développer une plateforme pluridisciplinaire dédiée à la surveillance des matériaux utilisés dans les colis de déchets radioactifs.

Dans ce contexte, Socotec Monitoring est responsable de l'instrumentation et du développement d'un modèle numérique simulant le comportement des colis soumis à des contraintes mécaniques et à des agressions chimiques, telles que l'attaque sulfatique externe et la carbonatation. Combiné aux données de monitoring, il améliore la compréhension des processus complexes en jeu et facilite l'évaluation de la fiabilité du système.

Ce lien entre modèle physique et les données réelles constitue un véritable Jumeau Numérique.



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

IRSN

INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Le service de valorisation des plateformes scientifiques et techniques de l'IRSN (SPOT) vous remercie de l'intérêt que vous portez à cet évènement !

Des questions, des besoins des projets... ?

CONTACTEZ NOUS :

spot-valo-pst@irsn.fr