

# APPEL A PROJET IRSN-CNRS 2023

## MATERIAUX, SANTE ET MESURES : AU CŒUR DES DEFIS DU NUCLEAIRE

### MISSION POUR LES INITIATIVES TRANSVERSES ET INTERDISCIPLINAIRES

La Mission pour les Initiatives Transverses et Interdisciplinaires (MITI) a pour objectif de promouvoir, animer et coordonner l'interdisciplinarité au CNRS, et en particulier l'interaction entre ses dix instituts. Dans ce cadre, elle lance en 2023 l'appel à projet conjoint avec l'IRSN « **Matériaux, santé et mesures : au cœur des défis du nucléaire** ».

#### 1) CONTEXTE

**Un appel à projet au service de la feuille de route IRSN-CNRS et favorisant une recherche exploratoire et interdisciplinaire**

Avec le renouvellement de leur accord-cadre fin 2020 et l'élaboration d'une feuille de route commune en avril dernier, l'IRSN et le CNRS ont manifesté leur volonté de renforcer leur partenariat et d'en faire un outil au service de leurs objectifs stratégiques respectifs.

Le présent appel à projet vise une déclinaison concrète de cette ambition via la mise en place de projets collaboratifs couvrant les thématiques de la feuille de route et présentant un caractère interdisciplinaire et exploratoire.

L'appel combine pour cela les dispositifs mis en place par la MITI<sup>1</sup> pour soutenir des programmes de recherche interdisciplinaires et des initiatives transverses au sein du CNRS et ceux déployés par l'IRSN pour favoriser l'innovation et la créativité de ses chercheurs dans le cadre de son programme de recherche exploratoire<sup>2</sup>.

#### 2) THEMATIQUES COUVERTES

L'appel 2023 est plus spécifiquement ciblé sur les thématiques prioritaires suivantes :

- 1) l'altération des matériaux des composants et des structures ;
- 2) les nouvelles techniques nucléaires pour la santé ;

---

<sup>1</sup> La Mission pour les Initiatives Transverses et Interdisciplinaires (MITI) a pour objectif de promouvoir, animer et coordonner l'interdisciplinarité au CNRS, et en particulier l'interaction entre ses dix instituts.

<sup>2</sup> Le programme de recherche exploratoire de l'IRSN, inscrit à son plan moyen terme (PMT), est doté de moyens dédiés. Une partie de ces moyens sera attribuée à l'appel à projet commun IRSN-CNRS.

### 3) les capteurs et la métrologie.

Pour positionner au mieux leurs propositions vis-à-vis de ces thématiques, les équipes candidates sont invitées à prendre connaissance des éléments descriptifs fournis par le document « *Feuille de route IRSN-CNRS - Mobiliser tout le potentiel de la Science pour maîtriser les Risques Nucléaires et Radiologiques et contribuer aux enjeux énergétiques et de santé* » ainsi que des précisions fournies en annexe du présent document.

## 3) CRITERES D'ELIGIBILITE

Le présent appel est ouvert à toute proposition portée conjointement par un chercheur permanent ou une chercheuse permanente de l'IRSN et un chercheur permanent ou une chercheuse permanente, appartenant à une unité du CNRS (CR, DR, MCF, PR, IR)<sup>3</sup>.

Les consortiums constitués réuniront au moins une unité de recherche de l'IRSN et une unité du CNRS.

En cas de consortium plus large, l'implication d'unités rattachées à différents instituts du CNRS sera encouragée.

En tant que de besoin, le consortium pourra également impliquer des partenaires d'autres organismes de recherche que le CNRS et l'IRSN, des partenaires étrangers ou des industriels, mais ceux-ci ne pourront alors être financés.

L'interdisciplinarité, la prise de risque, la rupture et le caractère exploratoire seront les critères clefs pris en compte dans la sélection des projets.

Les projets soumis devront être mis en œuvre sur une durée de deux ans.

Le dépôt de la proposition s'effectuera en accord avec la direction des unités des porteurs IRSN<sup>4</sup> et des porteurs CNRS.

## 4) FINANCEMENT

Le projet scientifique sera accompagné d'une demande budgétaire qui détaillera les financements sollicités sur la durée du projet. La demande tiendra compte des conditions ci-après.

Les équipes de l'IRSN pourront solliciter :

- un financement sur crédit IRSN pour les frais de fonctionnement<sup>5</sup> qu'elles prévoient d'engager pour la réalisation du projet. La demande de financement portera sur un montant maximal de 30 k€ par an,
- le recrutement par l'IRSN d'un post-doc pour une durée maximale de 18 mois.

Les équipes du CNRS pourront solliciter :

- un financement sur crédit CNRS/MITI pour les dépenses de fonctionnement<sup>4</sup> qu'elles prévoient d'engager pour la réalisation du projet. La demande de financement portera sur un montant maximal de 30 k€ par an,
- le financement de mois de stage.

Les projets retenus à l'issue du processus de sélection se verront accorder un financement sur crédit à hauteur d'un maximum de 60 k€ par projet. En fonction des demandes formulées, le nombre de projets financés devrait être de l'ordre de 5 à 6.

---

<sup>3</sup> CR : chargé de recherche ; DR : directeur de recherche ; MCF : maitre de conférence ; PR : professeur ; IR : ingénieur de recherche

<sup>4</sup> Pour l'IRSN, la soumission s'effectuera en accord avec le responsable du service de rattachement du porteur.

<sup>5</sup> Il faut entendre par dépenses de fonctionnement les dépenses de mission/fonctionnement/équipement/prestations de service

Ces financements seront accordés sur une base annuelle. Le financement de la deuxième année sera définitivement attribué à l'issue d'une évaluation à mi-parcours.

Les postdoctorants recrutés par l'IRSN pourront effectuer une partie de leurs travaux au sein des unités du CNRS impliquées dans les projets. Réciproquement, les étudiants effectuant leurs stages dans les unités du CNRS pourront effectuer une partie de leurs travaux au sein des unités de l'IRSN, moyennant le respect des procédures d'accès en vigueur.

## **Modalités administratives et financières applicables aux unités du CNRS**

Les crédits attribués aux équipes du CNRS sont alloués au porteur ou à la porteuse et versés à son unité de rattachement CNRS. Ils sont de type subvention d'Etat, ce qui implique qu'ils doivent être entièrement consommés avant le 31 décembre de l'année concernée, et qu'aucun frais de gestion ne pourra être prélevé. Ils seront exclusivement affectés à des dépenses de mission/fonctionnement/équipement/prestations de service en lien avec le projet. Aucune indemnité de stage, aucun salaire de CDD, de doctorant ou post-doctorant ne pourra être payé sur ces crédits. Le porteur ou la porteuse les engage pour l'ensemble des unités CNRS partenaires.

Néanmoins, à titre exceptionnel, une gratification de stage (3 à 6 mois) pourra être accordée, dont le financement sera directement notifié à la Délégation Régionale. Le ou la stagiaire doit être recruté(e) par une unité CNRS. Sa convention de stage est établie par la Délégation Régionale dont il dépend. Le montant de la gratification de stage demandée ne doit pas figurer dans la partie 1 du budget mais dans la partie 4.

Les demandes d'équipement informatique standard ou de bureautique ne seront pas prises en compte.

Pour tout équipement informatique autre, les demandes en lien avec le projet devront être argumentées, en particulier au regard des plateformes existantes.

## **5) SELECTION DES PROJETS ET ENGAGEMENT DES LAUREATS**

Les projets seront évalués par un comité *ad hoc* constitué de personnels scientifiques désignés par la Mission pour les initiatives transverses et interdisciplinaires du CNRS et la Direction de la stratégie de l'IRSN. Pour les besoins de l'évaluation, le comité pourra demander aux porteurs de projet une présentation orale de leur proposition.

L'évaluation des propositions reposera sur les critères suivants :

- La pertinence : la pertinence du projet sera jugée en regard des thématiques de la feuille de route IRSN-CNRS retenues pour l'appel ;
- Le caractère original et novateur : l'appel entend favoriser des travaux de nature exploratoire et encourage, à ce titre, le recours à des idées et démarches de rupture ou impliquant une prise de risque ;
- L'interdisciplinarité : l'interdisciplinarité et le caractère transverse du projet seront jugés au travers de la diversité des équipes contributrices et des compétences auxquelles il est prévu de faire appel.

La qualité scientifique et technique et la faisabilité des travaux proposés seront également prises en considération, au vu notamment de la disponibilité des ressources techniques et humaines, de la durée du projet et de l'expérience des équipes contributrices.

Les lauréats et les lauréates seront individuellement contactés à l'issue de l'arbitrage, soit environ 2 mois après la date limite de dépôt des candidatures.

Les porteurs des projets lauréats s'engagent à produire un rapport scientifique et financier à l'issue de la première année. Ils s'engagent par ailleurs à présenter l'avancement de leurs travaux à mi-parcours lors des journées de restitution organisées conjointement par l'IRSN et le CNRS. Les frais de mission seront à financer avec les crédits alloués dans le cadre de l'appel.

Les équipes lauréates mentionneront le financement obtenu dans toute production scientifique. La mention utilisée sera la suivante :

« Ce projet a obtenu le soutien financier du CNRS à travers les programmes interdisciplinaires de la MITI et de l'IRSN à travers son programme de recherche exploratoire »

« *This project has received financial support from the CNRS through the MITI interdisciplinary programs and from IRSN through its exploratory research program* ».

Les productions scientifiques issues des projets soutenus seront déposées systématiquement dans l'archive ouverte HAL.

## 6) MODALITES DE DEPOT ET CALENDRIER

Le porteur ou la porteuse du projet doit déposer sa candidature dans l'application Limesurvey.

La candidature se fait en deux temps :

### 1) La préinscription

- Cliquer sur le lien suivant : [lien Limesurvey](#)
- Renseigner vos nom, prénom et courriel (Attention : cette préinscription ne vaut pas candidature à l'AAP),
- Vérifier que vous avez reçu un mail automatique de préinscription contenant un lien personnalisé pour postuler (Attention : pensez à regarder dans vos spams et messages indésirables).

### 2) La candidature proprement dite

- Cliquer sur le lien personnalisé qui vous a été envoyé dans le courriel de préinscription,
- Remplir toutes les rubriques du questionnaire en ligne (possibilité de le faire en plusieurs étapes),
- En parallèle, télécharger depuis la page dédiée à cet AAP sur le site de la MITI le formulaire de candidature à compléter,
- Joindre à la fin du questionnaire en ligne, en format pdf, le formulaire de candidature complété et signé par la direction d'unité,
- Cliquer sur « Envoyer » à la fin du questionnaire en ligne pour que votre candidature puisse être prise en compte,
- S'assurer de la bonne réception du mail vous informant que votre candidature a bien été enregistrée dans l'application (Attention : pensez à regarder dans vos spams et messages indésirables),
- Si nécessaire, possibilité de modifier l'ensemble des informations renseignées dans le questionnaire ainsi que la pièce jointe jusqu'à la date limite de dépôt des candidatures.

Date limite de dépôt des candidatures : jeudi 8 décembre 2022 à midi (heure de Paris)

Pour toute information sur l'appel et les modalités de soumission d'une proposition, vous pouvez contacter :

[miti.contact@cnrs.fr](mailto:miti.contact@cnrs.fr)

Et pour toute information scientifique, vous pouvez contacter :

Sébastien Incerti (CNRS, [sebastien.incerti@cnrs.fr](mailto:sebastien.incerti@cnrs.fr)) et Didier Gay (IRSN, [didier.gay@irsn.fr](mailto:didier.gay@irsn.fr))

# APPEL A PROJET IRSN-CNRS 2023

## MATERIAUX, SANTE ET MESURES : AU CŒUR DES DEFIS DU NUCLEAIRE

### MISSION POUR LES INITIATIVES TRANSVERSES ET INTERDISCIPLINAIRES

#### ANNEXE - THEMATIQUES RETENUES

##### 1) LES NOUVELLES TECHNIQUES NUCLEAIRES POUR LA SANTE

Les technologies nucléaires jouent un rôle important dans la lutte contre le cancer, que ce soit dans le domaine du diagnostic ou le domaine thérapeutique. Elles connaissent actuellement une dynamique d'innovation forte avec l'essor de techniques d'irradiation de haute intensité et haute précision, le recours à de nouveaux types de rayonnements ou le développement de substances capables de transporter des éléments radioactifs jusqu'à la tumeur ou d'amplifier les effets destructeurs d'une irradiation sur celle-ci tout en épargnant les tissus sains. La mise au point et le déploiement de ces techniques nécessitent de connaître leur efficacité et leur spécificité, mais aussi leur éventuelle toxicité et les mécanismes physiques et biologiques impliqués dans cette toxicité. Les deux organismes ambitionnent ainsi de développer la connaissance des effets biologiques des rayonnements ionisants afin d'accompagner le développement de nouvelles technologies nucléaires dans le domaine médical.

Les projets proposés pourront se focaliser sur :

- Des contributions communes au développement de la plateforme de simulation Geant4-DNA (<http://geant4-dna.org>), à sa vérification et à sa validation.
- Des projets en radiobiologie et dosimétrie, en lien avec les domaines d'innovation majeurs en radiothérapie externe (par exemple, la hadronthérapie, l'irradiation Flash à haut débit de dose) et interne (par exemple, la radiothérapie par capture neutronique sur le bore, ou les approches théranostiques consistant à combiner les méthodes diagnostiques et thérapeutiques).
- Le développement de la spectrométrie neutrons pour les radiothérapies externes innovantes afin d'apprécier en particulier l'exposition des tissus hors champ et les risques associés.
- Le développement de nouveaux vecteurs (par exemple des nanoparticules) pour des radiothérapies ciblées.
- La radiothérapie guidée par imagerie pour contrôler la position de la tumeur à irradier (avant le traitement, pendant la séance pour visualiser tous les changements anatomiques au cours de la radiothérapie et adapter la stratégie de traitement).
- Le recours à l'intelligence artificielle pour améliorer la qualité et la sécurité des examens.

Ces travaux pourront être menés sur les plateformes d'irradiation des deux organismes.

##### 2) L'ALTERATION DES MATERIAUX DES COMPOSANTS ET DES STRUCTURES

Les équipements et systèmes sur lesquels reposent la sûreté des installations nucléaires sont soumis à des conditions d'environnement qui peuvent conduire à la dégradation progressive de leurs caractéristiques, de leurs

fonctions et de leurs performances. La capacité à prédire et à suivre l'altération des matériaux qui les constituent est de ce fait un enjeu important.

L'IRSN et le CNRS ont prévu de s'intéresser plus particulièrement à deux types de matériaux : les matériaux métalliques et les matériaux polymères. Interpréter et prédire l'évolution de ces deux familles de composants dans le contexte de l'exploitation des installations nucléaires nécessite de s'appuyer sur les meilleures connaissances disponibles en sciences des matériaux pour prédire les comportements sur des durées et pour des conditions d'environnement spécifiques. La prise en compte des effets couplés associés à l'irradiation, aux mécanismes thermiques, mécaniques, chimiques... est pour cela essentielle.

Les projets sur l'altération des *matériaux métalliques* viseront à améliorer : la caractérisation expérimentale ou numérique des dommages et du vieillissement consécutifs à l'irradiation, la description des mécanismes de corrosion et de fatigue dans les ambiances spécifiques aux installations nucléaires, la description des mécanismes de fragilisation par l'hydrogène d'alliages à base de nickel et leurs couplages avec d'autres mécanismes (corrosion, irradiation). Les travaux porteront notamment sur les méthodes de remontée d'échelles, permettant de passer d'une compréhension des processus à l'échelle microscopique jusqu'à l'analyse du comportement d'un matériau à l'échelle macroscopique, et sur la validation des modèles prédictifs. L'étude de l'impact des dommages d'irradiation et des effets de la fatigue pourra s'appuyer notamment sur la complémentarité des plateformes des deux organismes.

Les projets sur les *matériaux polymères* s'intéresseront au vieillissement des polymères utilisés dans les installations nucléaires et à la durabilité des pièces produites par des techniques de fabrication additive.

### 3) LES CAPTEURS ET LA METROLOGIE

De nouvelles générations de capteurs fiables, communicants, compacts et autonomes se développent à un rythme rapide et ouvrent la voie à l'acquisition d'une large gamme de paramètres – physiques, chimiques, biologiques – dans des contextes variés – au laboratoire, dans une installation industrielle, dans l'environnement. Parallèlement, le développement des algorithmes d'apprentissage, de l'intelligence artificielle et des capacités de calcul mais aussi des technologies de communication autorisent le déploiement de réseaux denses de capteurs.

Les projets proposés pourront concerner le développement de nouvelles générations de détecteurs à haute résolution, voire de nouvelles technologies de détecteurs dans le domaine de la mesure nucléaire. Les collaborations porteront notamment sur la caractérisation de faisceaux de neutrons et d'ions en lien avec le développement de nouvelles formes de radiothérapie (telles que l'hadronthérapie) et les projets d'exploration spatiale. Elles pourront également concerner le développement de détecteurs embarqués ou de terrain pour la caractérisation d'installations ou d'environnements contaminés et la surveillance environnementale.

En outre, améliorer l'exploitation des données mesurées en mobilisant les connaissances avancées en modélisation, algorithmique et intelligence artificielle constitue un autre sujet d'étude. Les travaux proposés pourront alors porter sur l'utilisation de techniques d'apprentissage automatique pour l'identification d'anomalies de mesures ou l'extraction d'informations pertinentes de données de surveillance.

D'une manière plus générale, l'appel est destiné à encourager tout projet permettant de promouvoir le rapprochement entre les innovations technologiques portées par les équipes du CNRS dans le domaine des capteurs et de la mesure, et les besoins associés aux recherches et expertises menées par l'IRSN.