

NEEDS – Nucléaire, Energie, Environnement, Déchets et Société *CNRS, Andra, Areva, BRGM, CEA, EDF, IRSN*

Appel à Projets 2016

DATE LIMITE de CANDIDATURE : 15 février 2016 à minuit

Site WEB NEEDS : <http://www.celluleenergie.cnrs.fr/spip.php?rubrique74>

Contexte global et objectifs de NEEDS

Sécurité énergétique, compétitivité économique, lutte contre les émissions de gaz à effet de serre, risque environnemental, gestion de la ressource, temporalité sur des centaines d'années – nombreuses, denses et complexes sont les questions que suscite le nucléaire. La recherche scientifique sur le nucléaire fait apparaître de façon visible des enjeux importants de notre présent, notamment l'articulation entre la technologie nucléaire, et une société qui repose largement sur cette technologie. Aucune amélioration d'exploitation, aucun progrès en sûreté et en transparence ne sont envisageables sans maintenir au plus haut niveau l'articulation de la recherche fondamentale, amont et appliquée, les sciences naturelles, humaines et sociales, et les technologies du nucléaire.

Dans ce contexte, le programme NEEDS a été élaboré entre le CNRS, l'Andra, Areva, le BRGM, le CEA, EDF et l'IRSN, dans le but de mobiliser une communauté académique sur les grandes questions scientifiques liées à l'énergie nucléaire. Le programme NEEDS vise à soutenir des projets de recherche inter-partenaires et se décline selon 7 projets fédérateurs :

- Systèmes nucléaires et scénarios
- Matériaux pour les réacteurs
- Milieux poreux pour le stockage
- Déchets nucléaires
- Ressources
- Environnement
- Sciences, risques et société

Chacun de ces Projets Fédérateurs a construit dès 2015 des projets structurants sur des thématiques prioritaires nécessitant la collaboration d'équipes identifiées par les premières années de fonctionnement de NEEDS. Le présent appel à projet vise à soutenir des projets innovants et émergents, à risque, sur une durée de 1 à 2 ans, sur les thématiques précisées ci-dessous. Les porteurs sont amenés à spécifier dans le dossier à quel Projet Fédérateur leur projet correspond. Il est possible d'indiquer plusieurs Projets Fédérateurs, lorsque le sujet demande une approche particulièrement interdisciplinaire. Chaque projet sera évalué par le Conseil Scientifique du –ou des– Projet(s) Fédérateur(s) concerné(s), et le Comité de Projet statuera sur la sélection finale des projets qui seront financés.

PF Systèmes nucléaires et scénarios (CNRS, Areva, CEA, EDF, IRSN)

Co-directeurs : Adrien Bidaud (bidaud@lpsc.in2p3.fr), Robert Jacqmin (robert.jacqmin@cea.fr)

Le Projet Fédérateur « Systèmes Nucléaires et Scénarios » a pour objet de stimuler et soutenir des actions de R&D collaborative intéressant les systèmes nucléaires innovants (réacteurs et cycles associés), du cœur au système de conversion d'énergie, à l'exclusion du thème « matériaux » couvert par le PF « Matériaux pour l'Energie Nucléaire ». Le PF encourage les projets qui combinent différentes communautés, savoir-faire, approches, de manière complémentaire, autour d'un objectif commun. Les actions du PF couvrent trois grands thèmes, ayant chacun des liens avec les autres Projets Fédérateurs :

1) Approches méthodologiques originales, expériences, acquisition de données de base pour améliorer les modèles et les simulations, évaluations d'incertitudes ;

Ce 1^{er} thème couvre différents sous-domaines : données de base, méthodes, modèles, expériences, approches originales, susceptibles d'améliorer les simulations en physique des réacteurs et cycles des matières nucléaires.

Ce thème couvre l'**acquisition de données de base** physiques, physico-chimiques, thermiques, des mesures de propriétés ou caractéristiques de fluides caloporteurs, ou autres données nécessaires en entrée des codes de simulation de physique des réacteurs. Le PF encourage les actions qui recourent à des approches originales pour accéder à des données incomplètes ou de qualité insuffisantes, difficiles à obtenir. On encouragera les actions démontrant l'impact des incertitudes sur les résultats et permettant les rapprochements entre mesure, évaluation et utilisation des données.

Ce thème comprend en particulier des actions de mesures (différentielles, semi-intégrales, intégrales), et d'évaluation de données nucléaires en vue d'améliorer les fichiers évalués (JEFF) prioritaires pour les simulations de réacteurs et cycles, et à fédérer durablement plusieurs équipes autour d'objectifs partagés. Le démarrage d'un Projet Structurant en 2016 sur la thématique « Données Nucléaires » n'interdit pas l'émergence de projets complémentaires.

Le 1^{er} thème couvre également le sous-domaine des **méthodes de simulation** et les expériences susceptibles d'apporter des résultats ou des éléments de diagnostic pour faire progresser les connaissances, les modélisations et les techniques de validation, voire ouvrir de nouveaux champs d'investigation prometteurs ; les logiciels, plates-formes ou installations utilisés étant les outils au service de ces démonstrations. Le PF soutient les méthodologies nouvelles utilisant des méthodes de calculs de Monte Carlo, déterministes, hybrides, y compris sous forme de couplages neutronique/thermo-hydraulique/thermo-mécanique, pour réaliser des études de physique des réacteurs en évolution, des analyses de sensibilité et d'incertitudes, des études de motivation d'expériences, des études de transitoires, pouvant conduire à une meilleure compréhension des phénomènes, à une amélioration des concepts (réacteurs critiques et ADS) ou à une meilleure appréciation des marges de sûreté (cf. Thème 3).

2) Technologies et instrumentations innovantes, cycles innovants, conversion d'énergie ;

Le 2^{ème} thème couvre l'**instrumentation, les technologies et les procédés** innovants pour les réacteurs du futur. Il couvre en particulier les méthodes de surveillance (cœur et composants chaudière) et d'inspection des réacteurs au sodium, ainsi que l'instrumentation en conditions accidentelles. Il inclut également la levée des verrous technologiques associés à une utilisation des sels fondus en tant que combustible ou caloporteur (fabrication et traitement des sels, interactions avec les matériaux de structure,...). La conversion d'énergie fait partie de ce thème, notamment l'étude des cycles thermodynamiques innovants (azote, CO₂ supercritique, ...), plus particulièrement pour application aux réacteurs au sodium (interaction Na-CO₂, échangeurs, compatibilité fluide-structure, ...). La question des accélérateurs ayant les caractéristiques nécessaires aux ADS appartient également à ce thème.

3) Etudes de systèmes nucléaires et scénarios : analyses comparatives, études d'impact technico-économique, méthode des scénarios.

Le 3^{ème} thème recouvre les **études de systèmes nucléaires et scénarios**, aussi bien sous l'angle d'approches méthodologiques nouvelles que du point de vue de la mise en œuvre (originale) de méthodes existantes. Il comprend les études de systèmes (REP, RNR, réacteurs à eau innovants, démonstrateur ASTRID, démonstrateur MYRRHA, réacteurs à sels fondus,...) et de scénarios de parcs nucléaires (REP+RNR, double strate, transitions, sortie,...) qui s'attachent à apporter des éléments techniques pour aider les prises de décision sur des choix technologiques majeurs ou pour mieux circonscrire les options envisageables.

Un premier sous-thème concerne l'utilisation des outils de simulations (par exemple neutroniques et thermo-hydrauliques voir thème 1) pour explorer des variantes de cœur ou de composants, en complément d'études réalisées par ailleurs.

Un deuxième sous-thème est constitué par les méthodes des études de scénarios. Les études visent à analyser les conséquences d'options de gestion de matières (contraintes de la mine au stockage, plutonium, transmutation d'actinides mineurs, cycle thorium,...) sur le fonctionnement et la sûreté des systèmes nucléaires ou de leur insertion dans des scénarios énergétiques plus globaux intégrant des contraintes technico-économiques, d'évolution des besoins, d'implantation géographique,... en lien avec les PF « Nucléaire, Risques et Société » et « Ressources – Mines, Procédés, Economie ».

PF Matériaux pour les réacteurs (CNRS, Areva, CEA, EDF)

Marie-France Barthe (marie-france.barthe@cnrs-orleans.fr), Fabienne Audubert (fabienne.audubert@cea.fr)

L'enjeu général de ce PF est d'accroître les connaissances sur les matériaux du nucléaire, opérant en conditions extrêmes (température, irradiation, durée), du point de vue fabrication/élaboration, caractérisation microstructurale, mesures de propriétés, compatibilité avec l'environnement et comportement sous irradiation, avec l'objectif de développer *in fine* une modélisation physique multi-échelle (de l'échelle atomique à l'échelle macroscopique) du comportement des matériaux en réacteur, validée par l'expérience. Les recherches concernent les matériaux métalliques et céramiques entrant dans la constitution des composants du cœur (assemblages combustibles ou absorbants) et hors cœur (structures fixes) des systèmes de génération IV (RNR-Na, RNR-G, RSF, ADS).

Différents types de projets sont attendus

- des **projets de recherche pluridisciplinaires** et pluriannuels portés par plusieurs équipes
- des **projets exploratoires** de plus petite dimension qui devront être innovants et dont les objectifs seront d'étudier et démontrer la faisabilité d'une technique d'élaboration, d'un outil expérimental, d'une méthode théorique ... Ces projets pourront être portés par une seule équipe et uni-disciplinaires.

Un premier projet structurant fonctionne sur le B4C, mais le PF Matériaux souhaite en construire de nouveaux courant 2016. Le montage de ces projets se fera en deux temps : les réponses à l'appel 2016 portant sur ces thématiques prioritaires seront d'abord évaluées par le conseil scientifique. Les propositions retenues seront ensuite étudiées en vue de renforcer leur complémentarité et cohérence. Dans ce cadre, des propositions sont donc particulièrement attendues sur les deux thèmes suivants :

- **Les revêtements durs** : Cette thématique doit être renforcée en raison des besoins portant à la fois sur l'élaboration de ces couches de protection et sur leur durabilité dans les réacteurs. Cette thématique est transverse aux réacteurs de génération III et IV, même si les caractérisations en conditions environnementales sont différentes. En particulier des propositions sont attendues sur les nouvelles techniques d'élaboration, des nouveaux matériaux, l'étude de leurs propriétés et de leur comportement sous irradiations. Dans ces recherches une attention particulière doit être portée sur les aspects activation et aval du cycle qui doivent être pris en compte dans le choix de ces matériaux.
- **La représentativité des irradiations aux ions pour simuler les irradiations aux neutrons** : cette question est cruciale dans le contexte de la conception de nouveaux réacteurs qui nécessitent de nouveaux matériaux. Les irradiations plus accessibles et paramétrables constituent des outils d'une importance majeure dans une démarche de réduction des coûts d'études du comportement de ces nouveaux matériaux. Un atelier a été organisé en octobre 2015 et les questions suivantes sont apparues dans l'ordre de priorité évoqué ci-dessous.
 - **Le gonflement** des aciers de gaine qu'il est nécessaire de mieux connaître dans une démarche couplée expériences/modélisation où seraient mises en œuvre des études systématiques sur des alliages modèles, des effets de couplage flux / température ou des effets de balayage, de la diffusion/ségrégation/ précipitation induite par irradiation, ...)
 - **Les propriétés et le rôle des amas et du dommage primaire** sur l'évolution de la microstructure des matériaux sur leur caractérisation et leur prise en compte dans les modèles, l'importance des pertes électroniques.
- En dehors de propositions dans les thématiques ci-dessus explicitées des projets sur le combustible ou d'autres céramiques pourront être examinés et soutenus en fonction des budgets.

PF Milieux poreux pour le stockage (CNRS, Andra, BRGM, CEA, EDF, IRSN)

Co-directeurs : Michel Cathelineau (michel.cathelineau@univ-lorraine.fr), Jean-Charles Robinet (jean-charles.robinet@andra.fr), Benjamin Rotenberg (benjamin.rotenberg@upmc.fr)

L'enjeu général du PF MIPOR est de consolider et d'améliorer la caractérisation des matériaux poreux naturels ou non (roches argileuses, matériaux argileux remaniés ou matériaux cimentaires) constitutifs d'un stockage géologique de déchets radioactifs, ainsi que la connaissance de leur comportement sous l'effet des perturbations hydriques, thermiques, mécaniques ou chimiques susceptibles d'intervenir en cours d'exploitation ou après fermeture. MIPOR s'intéresse plus particulièrement aux *processus élémentaires à petite échelle* (moléculaire, feuillet argileux, pores, réseau de grains ou de pores, ...) qui régissent le *comportement macroscopique et à grande échelle* de ces matériaux, en prenant en compte leur hétérogénéité et leur variabilité. Il s'agit de développer et mettre en œuvre des approches numériques et expérimentales multi-échelles, couplées, innovantes et portées par un ensemble de disciplines scientifiques: minéralogie, physique, (géo-)chimie, imagerie, analyse d'image... Du point de vue des systèmes d'étude, les roches argileuses profondes (par exemple les argilites), les matériaux cimentaires et les matériaux argileux remaniés sont concernés.

Le présent appel à projets vise à faire émerger de nouvelles approches et de nouveaux concepts sur la thématique des milieux poreux, focalisés sur le développement et l'application de techniques/méthodologies expérimentales et numériques innovantes. *Ces projets constitués de 1 à 2 équipe(s) se développeront en 1 à 2 ans pour un budget de 10 à 15 k€/an.*

Dans ce cadre seront soutenues des propositions ayant pour objectifs de :

- **Caractériser et modéliser la structure interne des milieux poreux.** On vise ici la représentation multi-échelle du réseau poreux et de la distribution des phases solides et de l'eau dans ses différents états. Il est pour cela nécessaire de coupler plusieurs techniques d'observation et d'analyse d'images, en mettant l'accent sur l'échelle sub-micronique où se tiennent de nombreux processus qui affectent la porosité, les phases solides et l'eau, et in fine les propriétés physiques et chimiques du matériau. La caractérisation de la structure interne du milieu poreux, pour les matériaux cimentaires et argileux pendant et après une sollicitation (thermo)-hydromécanique et/ou chimique, constitue un axe de recherche d'intérêt majeur pour MIPOR.

- **Caractériser et modéliser le comportement thermo-hydro-mécanique à court et long terme.** Les mécanismes d'endommagement (fissuration diffuse et/ou fracturation localisée), de fluage, de gonflement et d'auto-colmatage aux petites échelles suivant différents chemins de chargement (thermo)-hydromécanique (extension, cisaillement, surpression interstitielle...) sont concernés. Ceux-ci devront être étudiés du point de vue des processus fondamentaux, en particulier les liens avec la structure interne des milieux poreux. L'objectif est ici de faire émerger de nouveaux concepts et représentations numériques dans le but de bien rendre compte de leur comportement macroscopique et à grande échelle (composant ouvrage ou formation géologique).

- **Caractériser et modéliser les mécanismes de transfert** de gaz, d'eau et de solutés dans les milieux poreux à (très) faible perméabilité non saturés, en précisant les mécanismes mis en jeu aux petites échelles afin de bien rendre compte et représenter les comportements macroscopique et à grande échelle (composant ouvrage ou formation géologique).

- **Caractériser et modéliser les réponses des milieux poreux du stockage à des sollicitations chimiques.** Il s'agit d'étudier les interactions fluides-minéraux, en précisant les phénomènes physico-chimiques élémentaires depuis l'échelle du nanomètre jusqu'aux échelles pertinentes pour les stockages. Ceci concerne par exemple l'influence du confinement sur les solutions interstitielles et la croissance/dissolution des cristaux, l'influence des conditions atmosphériques sur la durabilité des matériaux, les aspects chemo-poro-mécaniques, etc. On s'intéressera notamment aux perturbations acido-basiques, salines ou redox sur ces milieux.

PF Déchets nucléaires (CNRS, Andra, Areva, CEA, EDF, IRSN)

Co-directeurs : Abdesselam Abdelouas (Abdesselam.Abdelouas@subatech.in2p3.fr), Laurence Petit (Laurence.Petit@andra.fr)

Le projet fédérateur « Déchets » vise à soutenir des projets innovants dont l'objectif est d'optimiser la gestion des matériaux et déchets radioactifs¹, quel que soit leur filière de gestion et leur niveau d'activité, dans l'un des trois axes de recherche suivant :

- La caractérisation des radionucléides
- Le traitement/conditionnement des déchets radioactifs
- Le colisage des déchets radioactifs
-

La caractérisation des radionucléides au sein des déchets radioactifs : inventaire, forme et localisation

La définition optimale de la filière de gestion des matériaux et déchets radioactifs requiert une connaissance de leur inventaire radiologique, de la forme physico-chimique des radionucléides (spéciation, localisation) ainsi que de leur comportement au sein du déchet, autant que possible et raisonnable en regard des enjeux techniques, économiques et de sûreté. Cette connaissance doit notamment permettre de mieux comprendre le relâchement des radionucléides (cinétique de relâchement, forme physico-chimique des espèces relâchées...).

Cette thématique s'intéresse ainsi à des projets proposant des méthodes de caractérisation innovantes. Les études pourront être menées directement sur les radionucléides d'intérêt, sur leurs précurseurs ou sur des simulants. Elle vise notamment les radionucléides difficilement mesurables et à vie longue ou mobiles comme l'iode 129, le chlore 36, le carbone 14, le sélénium 79...

Le traitement/conditionnement des déchets radioactifs

La forme physico-chimique des déchets radioactifs, leur niveau d'activité ou leur comportement dans les conditions de stockage peut parfois limiter, voire interdire leur prise en charge en stockage. Cette deuxième thématique vise ainsi à soutenir des projets répondant à un ou plusieurs des objectifs suivants :

- réduire le volume/l'activité des déchets, afin d'optimiser l'utilisation des ressources de stockage (capacités volumiques et radiologiques) et réduire les coûts de gestion dans une approche systémique ;
- obtenir une forme physico-chimique la plus inerte possible en conditions de stockage (limiter la production de gaz, la réactivité chimique, etc.) ;

Les projets pourront pour cela proposer des développements innovants, en rupture avec les voies traditionnellement explorées, en termes de traitement, de décontamination/réduction de l'activité ou de conditionnement des déchets radioactifs (nouvelles matrices d'immobilisation, de confinement ou nouveaux procédés de mise en œuvre). Une attention particulière devra être portée à l'identification et à la gestion des déchets secondaires et induits par le procédé (réactivité, minimisation des volumes) et à leur compatibilité avec une prise en charge en stockage.

Le colisage des déchets radioactifs (en stockage)

Outre des éventuelles fonctions de manutention, de gestion des risques de chute en exploitation et de radioprotection, le colisage des déchets radioactifs a pour principale fonction de confiner les radionucléides ou d'en limiter le relâchement durant une période propre à chaque type/familles de déchets. Ainsi, les colisages actuels utilisent généralement des matériaux métalliques ou cimentaires.

Cette thématique s'intéresse ainsi au développement de nouveaux matériaux et/ou de nouveaux concepts/procédés de colisage des déchets radioactifs avec pour objectif une meilleure durabilité dans les conditions de stockage et/ou des propriétés confinantes permettant de limiter le relâchement, à la fois du point de vue chimique et radiologique. Ces développements pourront être envisagés pour tout ou partie du colisage (traitement de surface par exemple).

¹ Des informations relatives aux déchets radioactifs et à leur gestion sont disponibles en ligne : <http://www.inventaire.andra.fr>

PF Ressources (CNRS, Areva, CEA)

Co-directeurs : Maurice Pagel (maurice.pagel@u-psud.fr), Romain Grastien (romain.grastien@cea.fr)

Le projet fédérateur « Ressources » a pour objet de développer des approches fondamentales de la géologie et de la physico-chimie de l'uranium et du thorium avec l'ambition de renouveler l'état des connaissances et de définir les bases de nouvelles méthodes. Il s'agit de repousser les frontières : rechercher et identifier des gisements plus profonds, plus cachés en provinces connues et de nouvelles provinces méconnues sous couvertures et d'exploiter des minerais nouveaux à basse teneur. Ce projet fédérateur s'appuie sur une approche pluridisciplinaire, analytique, expérimentale et modélisatrice suivant deux axes.

Axe 1 : Géologie de l'uranium et du thorium (Source - Transport - Dépôt - Préservation)

Les recherches porteront sur le fonctionnement des sources et la libération des métaux, les conditions physico-chimiques de transport de l'uranium et du thorium associés aux chemins de circulation et aux paramètres essentiels qui déterminent le dépôt de l'uranium et du thorium et la préservation des gisements.

Les objectifs généraux sont de définir l'origine et les caractéristiques P,T,X,t des solutions minéralisatrices en utilisant des traceurs élémentaires et isotopiques, de dater le dépôt des minéralisations et les relier aux événements géodynamiques et de modéliser numériquement la formation des gisements (source, circulation des fluides et remobilisation).

Des points particuliers concernent les déséquilibres radioactifs dans la famille de ^{238}U dans les gisements de type roll-front, l'effet de l'irradiation sur les minéraux et la stabilité des défauts d'irradiation, le développement des méthodes géophysiques pour la recherche des gisements très profonds, et la réhabilitation des aquifères dans les zones exploitées par ISR (In Situ Recovery).

Axe 2 : Traitement des minerais d'uranium et de thorium

Pour faire face à la demande future prévisible d'uranium pour le parc électronucléaire, il faudra développer les capacités de production par l'ouverture de nouvelles mines. Entre autres enjeux de cette croissance se trouve l'exploitation de minerais complexes, à plus basses teneurs et d'accroître la maîtrise des rejets des opérations minières. Répondre aux défis soulevés impose d'acquérir des données, prenant en compte la diversité des gisements et des compositions minérales, et de se donner les moyens de mieux comprendre les phénomènes de sorption, de dissolution et d'extraction ainsi que le comportement des espèces chimiques selon les sites de l'uranium dans les minerais et les solutions d'attaque conventionnelles ou non conventionnelles (milieux salins par exemple). Le rapprochement de la chimie et de la microbiologie est également recherché, que ce soit pour la sorption ou pour l'oxydation, le l'extraction (bio-heapleaching) ou encore la réduction sélective de l'uranium et des éléments accompagnateurs.

Les objectifs sont d'acquérir et de modéliser des données pour la dissolution et l'extraction de l'uranium et l'adaptation des procédés en fonction de la nature des sites de l'uranium dans les minéralisations et des phases minérales associées, de modéliser la récupération in-situ en lien fort avec l'axe 1 et d'acquérir des données pour la valorisation des stériles, des minerais basse teneur et « non conventionnels » (sens IAEA) et des sous-produits stratégiques. Ce sera aussi acquérir des données sur l'extraction sélective d'éléments pouvant coupler chimie et biologie, identifier les cycles biogéochimiques des métaux, caractériser les populations bactériologiques des sites uranifères pour évaluer l'influence des bactéries sur la spéciation, le transport et le dépôt de l'uranium, et enfin rechercher des biodétecteurs comme traceur de l'uranium.

PF Environnement (CNRS, Andra, EDF, IRSN)

Co-directeurs : Gaël Leroux (gael.leroux@ensat.fr), Jacqueline Garnier-Laplace (jacqueline.garnier-laplace@irsn.fr)

L'enjeu du PF Environnement est d'améliorer la connaissance des conséquences environnementales liées à la présence ou aux rejets de substances radioactives et de toxiques chimiques en lien avec les activités du cycle du combustible nucléaire (des anciens sites miniers aux stockages de déchets). Dans le paysage européen de la recherche pour la radioprotection, la plate-forme associative « ALLIANCE » fédérant plus d'une vingtaine d'organismes européens impliqués dans la recherche dédiée à la radioécologie, a publié récemment, en cohérence avec son agenda stratégique de recherche, les thèmes prioritaires² pour lesquels des avancées sont attendues. Le présent appel à Projets propose de contribuer à tout ou partie de ces thèmes en priorité afin d'accélérer la mise en cohérence de la structuration de la communauté scientifique nationale avec le nouveau paysage européen H2020.

MOT-CLES : substances radioactives, rayonnements ionisants, toxiques chimiques, environnement, écosystèmes, écotoxicologie, biodiversité, observation, risques, transport, transferts, cycles biogéochimiques, marqueurs d'exposition et d'effet, métrologie

Est éligible toute proposition ayant pour objectif de répondre à l'un ou plusieurs des 4 thèmes ci-dessous. *Dans le cadre de l'appel à propositions 2016, une attention particulière sera portée aux thèmes 3 et 4. Ces thèmes de recherche répondent aux priorités publiées par l'ALLIANCE européenne en radioécologie, en particulier par les connaissances et les outils que leur développement peut produire afin d'améliorer les évaluations d'impact/risques écologique et sanitaire pour les situations d'exposition d'intérêt dans le domaine de la radioprotection (situations planifiée, existante ou d'urgence).*

- 1) Développer la métrologie et l'analyse des radionucléides sur matrices environnementales : capteurs durables physiques ou biologiques, échantillonnage, spéciation des éléments, mesures bas niveau... Pour des projets concernant uniquement ce thème, la mise en évidence des verrous techniques devra être clairement précisée.
- 2) Déterminer les marqueurs biologiques et les indicateurs environnementaux les plus pertinents pour évaluer l'impact lié aux activités du cycle du combustible (ex : tests écotoxicologiques, biomarqueurs d'exposition ou d'effet, indices écologiques et de biodiversité,...)
- 3) Améliorer la compréhension et la modélisation des mécanismes de transfert de contaminants liés aux problématiques du cycle nucléaire (¹⁴C, ³H, Cl, Se, I, B, U, Cs, Sr, Ra, Pu,...) entre et au sein des différentes composantes des écosystèmes et des milieux (sol, hydrosphère, atmosphère, biosphère). La prise en compte du fonctionnement des écosystèmes et du cycle biogéochimique des éléments majeurs et de la matière organique pourra notamment contribuer à l'amélioration de ces connaissances.
- 4) Améliorer la compréhension et la modélisation des effets écotoxiques en lien avec l'exposition aux radionucléides et autres contaminants associés au cycle du nucléaire (ex : exposition chronique à faibles doses à des mélanges, expositions successives, changement d'échelle biologique/écologique...).

Les propositions concernant plusieurs thèmes sont encouragées. NEEDS-Environnement ayant vocation à favoriser la conduite de recherches impliquant des équipes des différents partenaires ainsi que des projets interdisciplinaires (e.g. écologie, biochimie, sciences de la terre, de l'atmosphère, ingénierie), quatre axes transversaux prioritaires sont également mis en avant. Dans la mesure du possible, les propositions devront être intégrées afin de répondre au mieux aux problématiques soulevées dans un ou plusieurs de ces axes qui sont:

- La prise en compte des contextes multirisques dans les méthodologies d'évaluation de l'impact/risque associé à la présence ou aux rejets de contaminants issus du cycle du combustible nucléaire (ex : approche multifactorielle des stress environnementaux (polluants, climats); critères de sensibilité environnementale).
- Le développement d'approches intégrées des processus d'interactions et de réactivités multiples entre composantes des écosystèmes et les grands cycles biogéochimiques (ex : modifications de réactivité

² <http://www.er-alliance.eu/assets/files/attachments/Alliance-2015-SRA-Statement-Priorities.pdf>

(transport, transferts, spéciation, biodisponibilité) des contaminants par la matière organique naturelle et/ou interactions avec le cycle des éléments majeurs ; dynamique des processus gouvernant les flux de contaminants dans les milieux et à travers toutes les interfaces).

- La prise en compte des changements d'échelles et/ou de dimensions inhérents à toute évaluation d'impact/risque environnemental (ex : échelle spatiale, temporelle, échelle biologique/écologique, changement de dimension (éco)toxicologique, changement de contexte d'applications des connaissances et des outils : mono-stresseurs à pluri-stresseurs, approche multifactorielle, extrapolation *in natura* de concepts et modèles fondés sur des observations expérimentales en laboratoire ou sur un site atelier).
- L'amélioration des outils et méthodes pour l'observation de l'évolution de l'environnement (ex : intégration de l'évolution des forçages naturels pour améliorer la robustesse de l'interprétation des données d'observations, prise en compte des échelles de temps des processus/compartiments observés *i.e.* court terme-long terme).

Les projets pourront mettre en œuvre des approches variées et complémentaires en combinant autant que de besoin observations *in natura*, expérimentations en milieu contrôlé et/ou *in situ* ainsi que modélisation. Ils pourront utiliser le réseau des plateaux techniques analytiques existants et/ou de banque d'échantillons, des dispositifs expérimentaux et des sites d'observations *in situ*. Ce dernier point concerne en particulier les sites de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement, les environs du site minier des Bois Noirs ainsi que les milieux/habitats/écosystèmes contaminés à la suite des accidents des centrales de Tchernobyl (Ukraine) et Fukushima Daiichi (Japon).

Des informations sur ces sites peuvent être obtenues auprès

- de l'Andra (Catherine.GALY@andra.fr) pour le site dédié au SOERE-OPE l'Observatoire Pérenne de l'Environnement (<http://www.andra.fr/ope>),
- de Arnaud MANGERET (email : arnaud.mangeret@irsn.fr, Tel : 01 58 35 76 95) pour l'aval de l'ancien site minier d'uranium des Bois Noirs,
- de Frédéric COPPIN (email : frederic.coppin@irsn.fr, Tel : 04 42 19 96 21) pour les territoires radiocontaminés à Fukushima et Tchernobyl.

PF Nucléaire, risques et société (CNRS, Andra, EDF, IRSN)

Co-directeurs : Sophie Bretesché (sophie.bretesche@mines-nantes.fr), Mathieu Brugidou (mathieu.brugidou@edf.fr)

Le projet « Nucléaire, risque, société » de NEEDS a pour ambition de faire valoir l'importance des sciences humaines et sociales (SHS) dans la compréhension du nucléaire comme fait social, de mobiliser de nouvelles équipes de recherche ; de soutenir des recherches innovantes ; d'encourager les démarches interdisciplinaires et les projets fondés sur des enquêtes empiriques.

Le présent appel à propositions a pour ambition d'élargir et de conforter la communauté des chercheurs qui travaillent sur le nucléaire en SHS et de décroquer le nucléaire comme champ de recherche. Il est ouvert à toutes les unités intéressées, CNRS, universités et autres structures.

Les équipes sont invitées à croiser les thèmes du présent appel à projet si elles le souhaitent et les propositions de chercheurs travaillant sur des champs connexes sont encouragées.

Trois thématiques prioritaires sont proposées dans le présent appel à projet.

Territoires

L'implantation du nucléaire a durablement modifié les régulations sociales, politiques voire naturelles, tout en transformant le fonctionnement économique des territoires. Cependant, ces activités de haute technologie, qui reposent sur un environnement contrôlé, présentent un potentiel de risque. Comment les régulations politiques locales et les valeurs associées au territoire sont-elles affectées par la création, le fonctionnement, l'évolution, voire la disparition d'installations nucléaires riches de tous ces paradoxes ?

Temporalité

La spécificité du nucléaire repose sur sa temporalité. D'une part, l'industrie du nucléaire connaît des bouleversements technologiques rapides qui modifient la nature et les conditions du travail (sous-traitance, rotation de main-d'œuvre entre sites, apparition de nouveaux métiers). D'autre part, dans le cas d'accidents ou de gestion des déchets à vie longue, le nucléaire laisse une empreinte dont l'impact suscite de forts enjeux en termes de transmission générationnelle. Comment appréhender cette singularité en l'intégrant dans une perspective socio-historique ?

Décision

Depuis les années 1960, l'énergie nucléaire a suscité des controverses et des mouvements socio-économiques extrêmement variés, qui contestent ou au contraire soutiennent cette filière, ses implantations et sa technologie. Par ailleurs, plus récemment, le développement des scénarios électronucléaires invite à poser la question des modalités de décision en lien avec la politique du mixe énergétique. Comment analyser les décisions relatives au nucléaire dans ce contexte renouvelé.

Les propositions de recherche comparant différents secteurs seront particulièrement bien accueillies, dans la mesure où elles feraient précisément apparaître ces modalités propres au nucléaire.