

# SURFIN

nouveaux matériaux pour la SURveillance  
par Fibre optique des Installations Nucléaires

Projet accompagné par l'Andra dans le cadre du programme « Nucléaire de Demain » des Investissements d'avenir - Sélectionné lors de l'appel à projets Andra « Optimisation de la gestion des déchets radioactifs de démantèlement », organisé en coopération avec l'ANR.

**Durée** : 48 mois

**Démarrage du projet** : 10/2017

**Montant total projet** : 1,59 M€

**Dont aide du programme Investissements d'Avenir** : 0,6 M€

**Forme de l'aide** : Subvention avec modalités de retour sur investissement pour l'État

**Localisations** : Lille (59), Saint-Etienne (42), Clermont-Ferrand (63), Nice (06)

**Coordinateur** : Laboratoire de Physique des Lasers, Atomes et Molécules (PhLAM), Université de Lille, UMR CNRS 8523

**Partenaires** :

- Laboratoire Hubert Curien (LabHC), Université de Lyon, Université de Saint-Etienne, UMR CNRS 5516 ;
- Institut de Chimie de Clermont-Ferrand (ICCF), Université Clermont Auvergne, UMR CNRS 6296 ;
- Institut de Physique de Nice (Inphyni), Université Côte d'Azur, UMR 7010

**Contact** : Bruno CAPOEN, [bruno.capoen@univ-lille.fr](mailto:bruno.capoen@univ-lille.fr)

## CONTEXTE

Que ce soit dans le cadre du stockage géologique des déchets les plus radioactifs ou dans celui du démantèlement des équipements nucléaires, une surveillance à distance de la production de rayonnements ionisants est indispensable à la sécurité des matériels et des personnels avant une intervention sur site. Au voisinage d'un réacteur, il peut être également préconisé d'opérer une mesure différenciée des doses produites par le rayonnement  $\gamma$  et par les neutrons. Aucune solution n'existe à ce jour pour effectuer une telle discrimination.

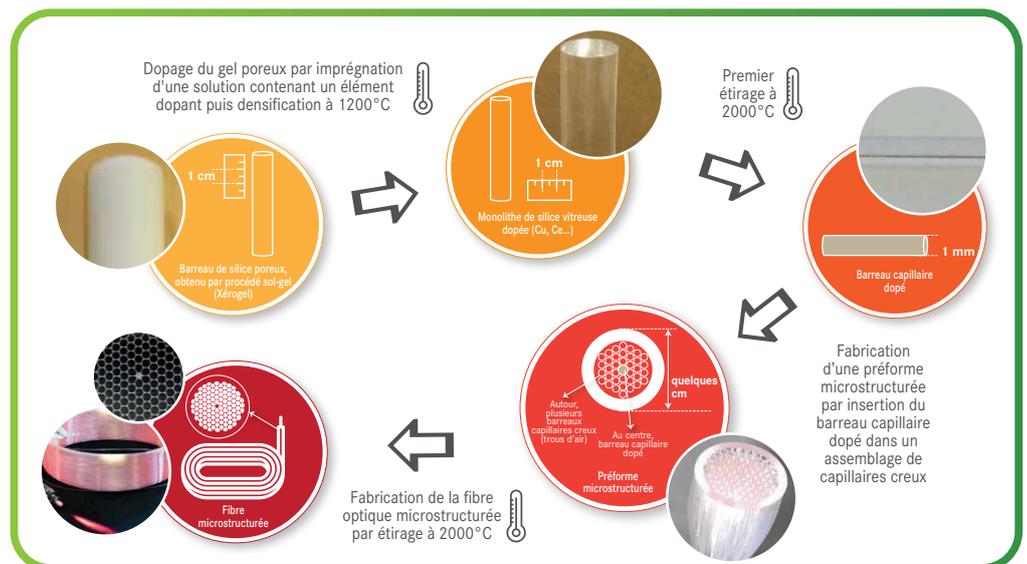
La détection des rayonnements ionisants et leur dosimétrie peuvent avantageusement tirer parti de fibres optiques auxquelles on aura associé des matériaux à la fois sensibles et résistants aux radiations. En effet, les petites dimensions des fibres optiques, leur souplesse, leur capacité à réaliser des mesures sur de grands linéaires, sont des avantages décisifs par rapport aux

technologies électroniques. Or, si la dosimétrie fibrée est encore aujourd'hui aussi peu déployée, c'est que la plupart des matériaux inorganiques fortement sensibles aux radiations restent difficiles à intégrer au sein de fibres optiques.

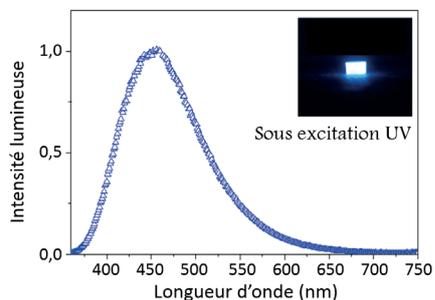
## OBJECTIFS

L'objet du projet SURFIN est de caractériser de nouveaux matériaux vitreux luminescents, à base de silice dopée (implantation intentionnelle de certains éléments pour modifier les propriétés optiques de la fibre), et de les implémenter dans des solutions fibrées pour la dosimétrie instantanée de différents rayonnements ionisants (X,  $\gamma$ , neutrons). L'approche matériau fibré permettra notamment :

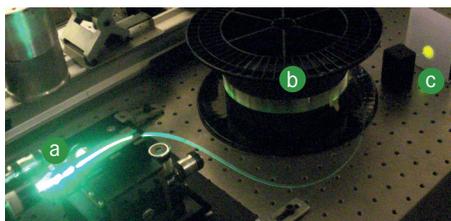
- une dosimétrie aux doses extrêmes (doses inférieures au mGy (dosimétrie du travailleur) ou supérieures au MGy (dose cumulée par les systèmes de surveillance de déchets de haute activité sur plusieurs années) ;



► Procédé de fabrication d'une préforme à cœur de silice sol-gel dopée Cu et intégration dans une fibre microstructurée



► Exemple de spectre d'émission lumineuse d'un monolithe de silice sol-gel dopée par du cérium sous excitation UV. Une telle émission peut être utilisée sous rayonnement X ou  $\gamma$  selon des processus de lecture différents pour la mesure du débit de dose (radioluminescence RL) ou de la dose accumulée (luminescence optiquement stimulée OSL)



► Photoluminescence verte dans une fibre microstructurée excitée à 244 nm avec l'entrée (a), la fibre enroulée (b) et le spot de sortie (c)

- une discrimination des rayonnements  $\gamma$  et des neutrons ;
- une cartographie dosimétrique par des mesures distribuées sur une fibre optique (points de mesures répartis tout au long de la fibre optique en remplacement de mesures ponctuelles, point par point).

## DÉROULEMENT

SURFIN est un projet de recherche fondamentale qui associe quatre laboratoires (UMR Université/CNRS) et pas moins de 16 chercheurs. Pendant quatre ans, les partenaires du projet mobiliseront leurs compétences en matière de synthèse des verres, de caractérisations spectroscopiques pour aboutir aux matériaux les plus adaptés aux objectifs visés. Ils mettront alors en œuvre une large panoplie de mesures dosimétriques sous différents rayonnements (X,  $\gamma$ , etc.) afin de comprendre au mieux les processus physiques sous-jacents (radioluminescence par exemple), mais aussi de quantifier la sensibilité et la résistance des fibres employées.

## RÉSULTATS ATTENDUS

### Innovation

L'innovation proposée dans le projet SURFIN réside principalement dans l'amélioration des performances du matériau utilisé pour réaliser des fibres optiques en termes de :

- rendement de luminescence sous rayonnement ionisant ;
- résistance (durcissement) au rayonnement et donc de durabilité ;
- résolution spatiale (mesures réparties tout le long de la fibre optique) ;
- discrimination de différents types de rayonnements.

Ces deux derniers points constituent de véritables défis technologiques.

### Impact économique et diversification

La technique sol-gel, employée dans ce projet pour synthétiser la silice vitreuse, est particulièrement peu coûteuse et une fois en phase de production, la fibre optique constitue un support relativement bon marché pour

nombre de capteurs performants. Ainsi, les dosimètres développés seront économiquement compétitifs par comparaison avec les solutions usuelles (chambres à ionisation, composants électroniques, dosimètres thermoluminescents). Leur emploi dans d'autres domaines, tels que la radiothérapie, ainsi qu'une mise en perspective industrielle, ne sont d'ailleurs pas exclus.

### Impact pour la gestion des déchets radioactifs et autres applications nucléaires

Le projet SURFIN vise à améliorer la sûreté des travaux de démantèlement d'installations nucléaires par une mesure déportée (à distance), localisée (points de mesure tout le long de la fibre optique) et instantanée de la dose et/ou du débit de dose pour différents types de radiations, ce qui permettra d'envisager les conditions de l'intervention humaine en minimisant l'exposition des travailleurs.

### Application et valorisation

La dosimétrie par fibre optique est d'ores et déjà utilisée en radiothérapie ainsi que dans le domaine du nucléaire (USA), mais l'étude de composants résistants aux radiations, dont la gamme dosimétrique aura été élargie, permettra, au terme du projet et après des analyses complémentaires, de valoriser les matériaux et fibres produits par le consortium SURFIN dans des filières aussi variées que la médecine nucléaire ou le domaine spatial. Le cœur d'application du projet reste néanmoins la surveillance à distance d'installations nucléaires ou de sites de stockage, permettant d'optimiser la gestion des différents sites comportant des déchets radioactifs de faible et haute activité.