

Étude de la diffusion du dihydrogène dans des fibres optiques spéciales, vers la réalisation de capteurs de fuite lente sous contraintes de température et de pression

Thèse de Doctorat

Mohamed AAZI

Ma thèse traite l'étude du phénomène de diffusion de l'hydrogène dans les fibres optiques spéciales pour la réalisation de capteurs pour la surveillance des fuites lentes d'hydrogène dans les centres de stockages des déchets radioactifs sous contraintes de température et de pression. Cette étude repose sur l'association des expertises du laboratoire Xlim de l'université de Limoges (France) dans la conception et la fabrication des fibres optiques spéciales grâce à la plateforme de fabrication de fibres optiques et plus particulièrement grâce au procédé « poudre Modifié » pour la réalisation de fibres optiques multi-matériaux, avec les expertises du département d'Electromagnétisme et de Télécommunications de l'université de Mons (Belgique) dans le développement de capteurs d'hydrogène à fibres optiques à l'aide du banc original d'hydrogénation qui permet une mesure en continu de capteurs à fibres optiques. Cette étude fait suite aux travaux menés en collaboration entre les deux laboratoires dans le cadre du projet européen Modern2020 et également dans le cadre de la collaboration contractualisée avec l'agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs ANDRA.

Les capteurs d'hydrogène conventionnels à fibres optiques sont basés sur un dépôt d'une couche mince d'un matériau sensible à l' H_2 tel que le Palladium sur la face extérieure de la fibre. Cette couche se dégrade au fil des cycles d'hydrogénation/déshydrogénation entraînant une influence sur les performances des capteurs, ce qui rend ces capteurs incompatibles avec les applications qui demandent un fonctionnement sur du long-terme. Les travaux antérieurs développés au sein du laboratoire Xlim ont montré la possibilité d'insérer le matériau sensible dans la gaine des fibres optiques afin de le protéger contre les perturbations extérieures. Or, l'insertion de ces particules dans la gaine optique induit de fortes atténuations dans la fibre, allant de 3 dB/m dans le cas d'une fibre microstructurée (travaux de Stéphanie Leparmentier) jusqu'au 20 dB/m pour une fibre à maintien de polarisation de type Panda (travaux de Maryna Kudinova). Le test de comparaison de la cinétique de mesure de la diffusion de l'hydrogène dans les fibres Panda avec et sans particules de Palladium a montré que le suivi de la longueur d'onde d'un minimum du spectre d'interférence (d'une fibre Panda sans particules de Palladium insérée dans un miroir en boucle) permet de détecter plus rapidement la diffusion de l'hydrogène dans la fibre Panda SAL (8 heures pour atteindre 80 % de la valeur à saturation) par rapport à une fibre standard (15 heures pour atteindre 80 % de la valeur à saturation, via la mesure de la longueur d'onde de Bragg) hydrogénée dans les mêmes conditions de température et de pression, d'où l'objectif de cette thèse pour étudier l'intérêt de ces zones de contraintes dans l'augmentation de la sensibilité intrinsèque des fibres optiques à la diffusion d'hydrogène, afin d'accroître les performances des capteurs à fibres optiques.