



A la pointe
du progrès
technologique

04

Mieux protéger les yeux du personnel médical

L'expertise du SCK•CEN en dosimétrie est régulièrement soulignée au niveau international. Entre 2015 et 2017, le centre belge de recherche s'est vu confier le pilotage d'Euraloc, la plus importante étude européenne jamais menée sur les cataractes induites par rayonnements ionisants en milieu médical. Alors que les résultats de cette étude viennent de sortir, le SCK•CEN planche en parallèle sur le développement d'un modèle exclusif de dosimètre à destination du personnel médical.

La recherche médicale en radioprotection progresse sans arrêt. Dernier exemple en date, la prévention de la cataracte radio-induite, dans laquelle le SCK•CEN vient d'ailleurs de s'illustrer. On le sait depuis longtemps, les rayonnements ionisants peuvent altérer le cristallin, la partie la plus radiosensible de l'œil, et entraîner un processus évolutif d'opacification pouvant conduire à une cataracte.

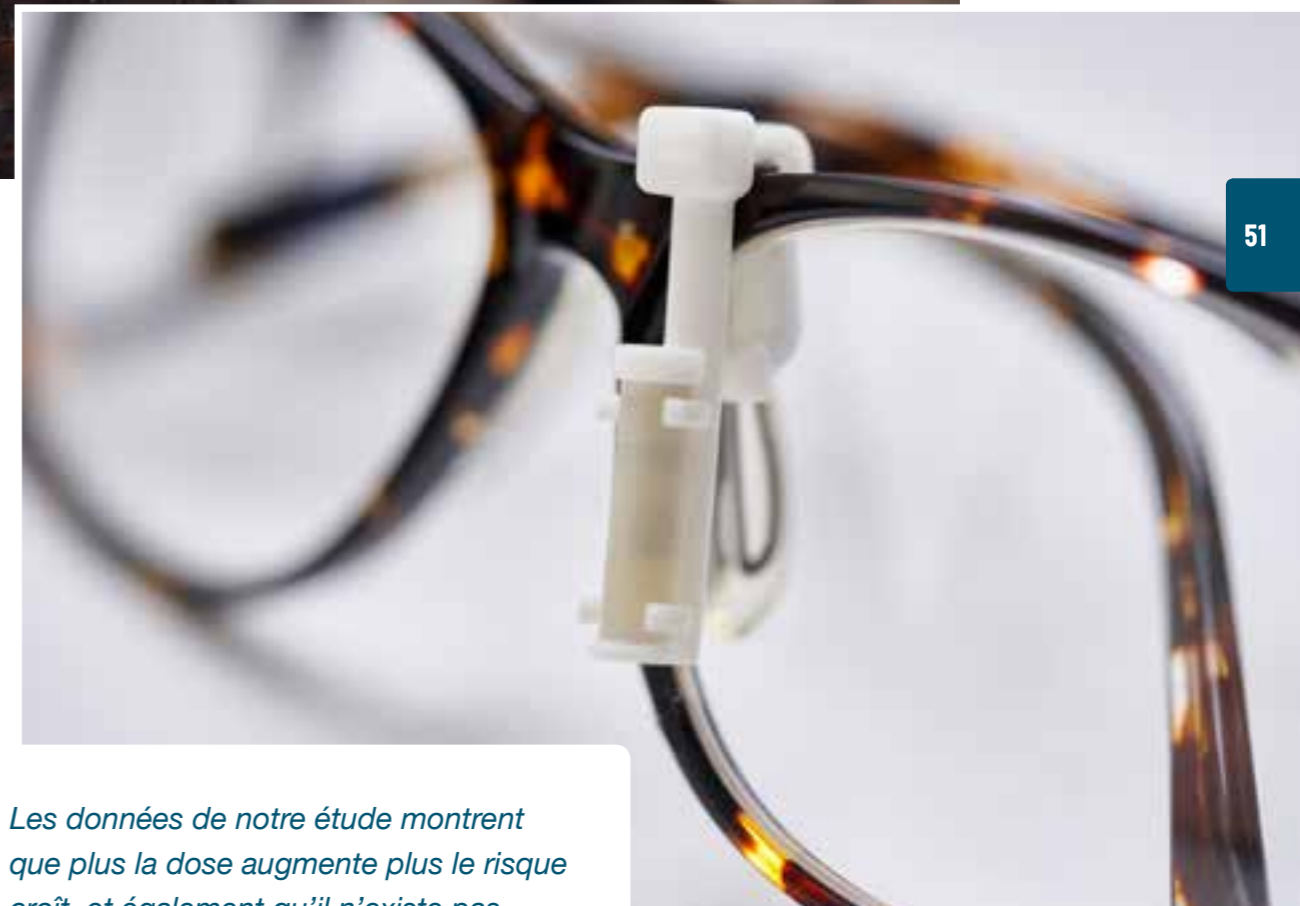
« Jusqu'à récemment, l'absence de risque était généralement admise en dessous d'un certain seuil d'exposition professionnelle. Mais la cataracte radio-induite s'avère sans doute beaucoup plus fréquente qu'on ne l'estimait. C'est ce que démontrent plusieurs études épidémiologiques récentes ainsi que des recherches sur modèle animal », explique Lara Struelens, responsable de l'unité de recherche sur les applications dosimétriques.

En 2012, l'ICRP (*International Commission on Radiological Protection*), dans ses recommandations de prévention de la cataracte, révisait d'ailleurs radicalement le seuil d'exposition pour le cristallin, le faisant passer à 0,5 Gy (Gray) au lieu de 2 Gy précédemment. Elle ramenait par ailleurs aussi, dans le cadre d'une exposition professionnelle, la limite annuelle d'exposition de 150 à 20 mSv (millisievert).

Une première mondiale

L'adoption de ces nouveaux seuils laissait cependant une question sans réponse satisfaisante, celle de la relation entre la dose et l'effet, en présence de faibles doses. « La qualité des données récoltées jusqu'alors n'avait pas permis de déterminer à partir de quelle dose on peut redouter une opacification du cristallin. C'est la raison pour laquelle a été lancée l'étude européenne Euraloc, sous la coordination du SCK•CEN », ajoute Lara Struelens.

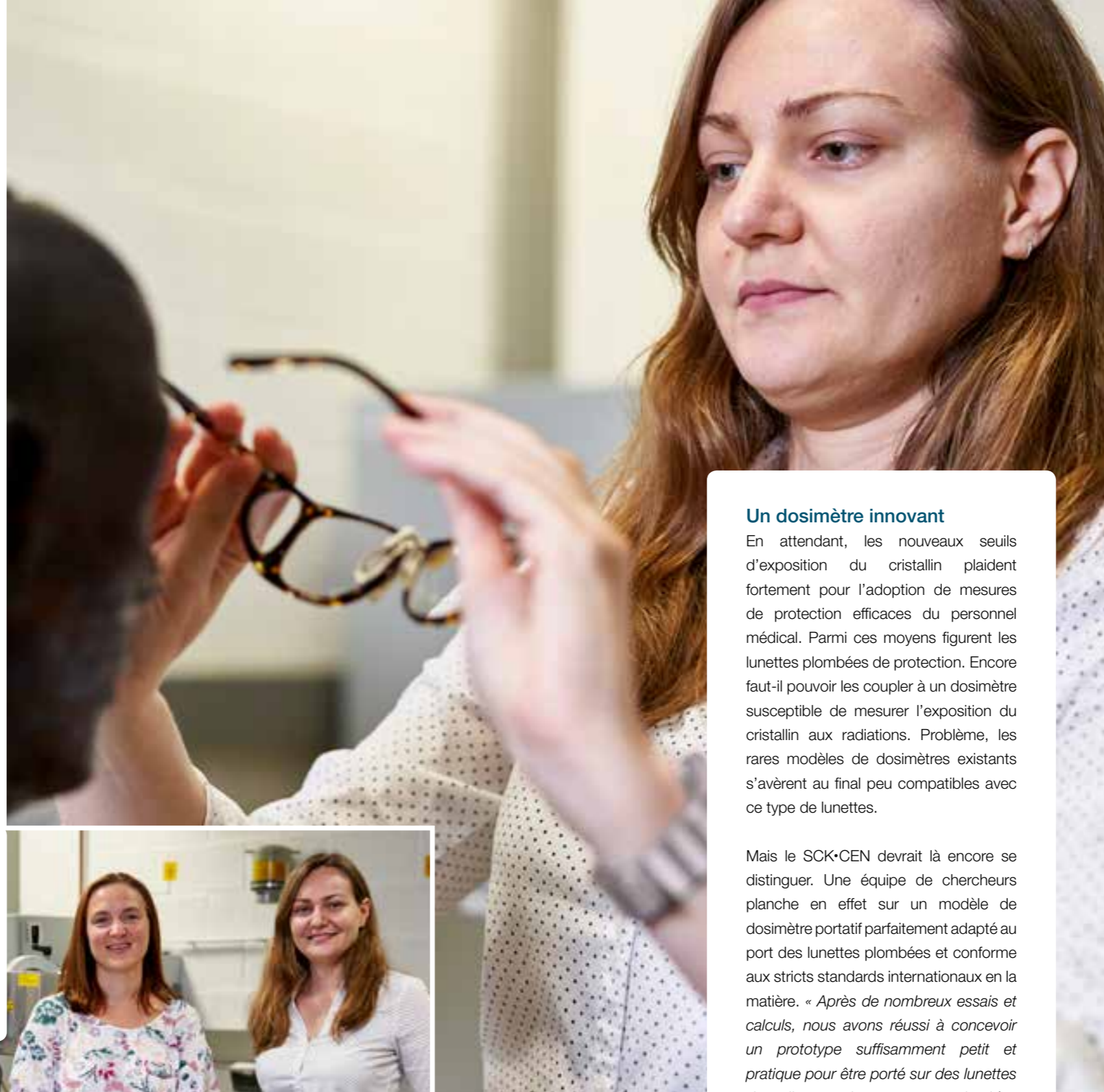
Pour cette étude épidémiologique, la plus large jamais menée sur ce sujet et sur ce groupe, 393 cardiologues interventionnels ont été recrutés dans onze pays et suivis selon un seul et même protocole. Pilotés par le SCK•CEN, des calculs de dosimétrie ont aussi été effectués. Il s'agissait, là aussi, d'une première, »



« Les données de notre étude montrent que plus la dose augmente plus le risque croît, et également qu'il n'existe pas de seuil en dessous duquel il n'y aurait aucun risque. »

puisque l'exposition aux rayonnements ionisants au niveau du cristallin n'est pas enregistrée par défaut et que les données individuelles des cardiologues n'étaient donc pas toutes disponibles. Un groupe témoin de 243 personnes non exposées a en outre été mis sur pied. Mais pourquoi des cardiologues interventionnels ? « Parmi le personnel médical, ce sont eux qui sont le plus largement exposés aux radiations ionisantes », souligne encore Lara Struelens.

Les résultats de cette étude Euraloc sont aujourd'hui connus. « Nous avons pu montrer que le groupe de cardiologues interventionnels court un risque supérieur d'être atteint par un certain type d'opacification partielle du cristallin. Concernant la relation dose-effet, les données de notre étude montrent aussi que plus la dose augmente plus le risque croît et également qu'il n'existe pas de seuil en dessous duquel il n'y aurait aucun risque d'opacification. Mais ces résultats ne remettent pas nécessairement en cause les seuils qui viennent d'être fixés par l'ICRP. La plupart des opacifications que nous avons mises en évidence sont en effet de grade 1, et n'entraînent aucune déficience visuelle. Le processus qui mène d'une opacification partielle à une cataracte est en outre encore mal connu, et fait toujours l'objet de recherches. Il est donc un peu tôt pour se prononcer. Il faudra d'autres données », précise la chercheuse.



Lara Struelens en Edilaine Honorio da Silva, responsable de l'unité de recherche et sa collaboratrice

Un dosimètre innovant

En attendant, les nouveaux seuils d'exposition du cristallin plaident fortement pour l'adoption de mesures de protection efficaces du personnel médical. Parmi ces moyens figurent les lunettes plombées de protection. Encore faut-il pouvoir les coupler à un dosimètre susceptible de mesurer l'exposition du cristallin aux radiations. Problème, les rares modèles de dosimètres existants s'avèrent au final peu compatibles avec ce type de lunettes.

Mais le SCK·CEN devrait là encore se distinguer. Une équipe de chercheurs planche en effet sur un modèle de dosimètre portable parfaitement adapté au port des lunettes plombées et conforme aux stricts standards internationaux en la matière. « Après de nombreux essais et calculs, nous avons réussi à concevoir un prototype suffisamment petit et pratique pour être porté sur des lunettes de radioprotection, sans que cela altère ses performances. Il est actuellement en phase de test pratique auprès de cardiologues interventionnels », se félicite Edilaine Honorio da Silva, doctorante en charge de ce projet au SCK·CEN. Il pourrait bientôt aussi être testé au sein de centrales nucléaires. Si la phase de test s'avère concluante, ces prototypes passeront à l'étape suivante : la commercialisation.

Société

Être au plus près de ses besoins

50% du personnel en plus en 25 ans, plus de 50 % de niveau universitaire, 46 nationalités, 80 PHD's : voilà le résultat d'une stratégie ambitieuse entamée il y a 25 ans. Innover sans cesse pour répondre aux défis de la société et mettre nos connaissances et développements au profit de tous – citoyens et professionnels. Avec, plus que jamais, cette nécessité de communiquer sur les nombreux atouts de la science nucléaire et la diversité de ses applications, de l'énergie au médical en passant par l'environnement.

Christian Legrain

Secrétaire général



Sur la piste du ruthénium

Fin septembre 2017, une très faible pollution radioactive au ruthénium-106 était mesurée dans l'atmosphère européenne. D'où pouvait-elle bien provenir ? Fort de son expertise en matière de radionucléides, le SCK•CEN s'est lancé sur la trace de ce nuage radioactif en collaboration avec l'IRM. Les conclusions de cette étude inédite ont été révélées en décembre de la même année, avec une probable localisation à la clé.

Chacun connaît le nuage de Tchernobyl qui, contrairement à la légende, ne s'est jamais arrêté aux frontières de la France parce qu'au-delà de la France, il était bien trop faible pour être mesuré. Plus récemment, une autre pollution assez énigmatique a fait couler beaucoup d'encre. Fin septembre – début octobre 2017, des traces radioactives de ruthénium-106, et dans une moindre mesure de ruthénium-103, sont détectées par le réseau du Traité d'interdiction complète des essais nucléaires (TICE) et certains réseaux européens de contrôle de la radioactivité.

« C'était anormal, car on ne détecte habituellement pas cet isotope dans l'atmosphère. Le ruthénium-106 est un produit de fission. S'il avait été le résultat d'un accident dans un réacteur nucléaire ou d'un test nucléaire, nous aurions dû mesurer également du césium et de l'iode radioactif. Ce qui n'était pas le cas. Il s'agissait donc d'autre chose. La provenance de cette pollution était également inconnue à l'époque », se remémore Christophe Gueibe, chercheur au SCK•CEN.

Un cas de figure intéressant

Très vite, l'IRSN, l'institut français de radioprotection et de sûreté nucléaire, fait en tout cas savoir que les concentrations mesurées « n'ont eu aucune conséquence sur la santé humaine ou sur l'environnement ». En parallèle, l'Agence fédérale de contrôle nucléaire (AFCN) confirme pour sa part « qu'aucune hausse des concentrations en ruthénium n'avait été constatée en Belgique ». Tout danger pour la population étant écarté, le mystère reste cependant entier. Quel type d'événement pouvait bien être à l'origine de ce fameux

nuage radioactif et quel pouvait en être la provenance ? La question passionne les chercheurs du SCK•CEN, qui se lancent sur la piste de cette fuite inexplicable de Ru-106. « Cela fait partie de notre rôle d'information auprès des autorités », fait remarquer Pieter De Meutter, le doctorant à la base de cette étude inédite. « Mais il s'agissait aussi d'un cas de figure scientifiquement intéressant, une manière de faire progresser nos connaissances sur ces faibles pollutions radioactives dans l'atmosphère, dont la source est souvent difficile à déterminer. »



Christophe Gueibe et Pieter De Meutter, experts radiologiques

Une source fort probable

Armés des données issues de l'IMS - le système de surveillance international mis sur pied dans le cadre du TICE -, de modèles de transport et de dispersion atmosphérique et de données météorologiques numériques provenant du centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (CEPMMT), les chercheurs du SCK•CEN, aidés par des experts de l'Institut Royal Météorologique (IRM), pistent la trace du Ru-106 en Europe et à travers le monde.

« Nous avons notamment essayé de déterminer la source de cette pollution à partir des stations où elle avait été détectée mais aussi à partir de celles où elle n'a pas été détectée. Nous avons établi une carte (voir ci-contre) qui reprend les corrélations entre nos simulations et les observations faites sur le terrain. Plus les valeurs sont faibles, plus la corrélation entre simulations et données est forte, et plus il est probable que l'on se trouve à l'emplacement de la source. Il existe bien sûr toujours une part d'incertitude, mais ce que nos calculs montrent malgré tout, c'est que la pollution au Ru-106 a toutes les chances de provenir d'une région de Russie où se trouvent justement plusieurs installations nucléaires », détaille Pieter De Meutter.

« Il existe bien sûr toujours une part d'incertitude, mais nos calculs montrent malgré tout que la pollution au ruthénium-106 a toutes les chances de provenir d'une région de Russie où se trouvent plusieurs installations nucléaires. »



Des enseignements supplémentaires

Mais bien d'autres informations ont pu être récoltées à l'occasion de cette étude innovante et inédite. « Nous avons aussi pu déterminer que le rejet s'est probablement déroulé entre le 23 et le 26 septembre. Celui-ci était à la base sans doute élevé, autour de 1 pétabecquerel, ce qui aurait pu entraîner des mesures de protection pour la population locale selon les normes nationales en vigueur. Si un tel rejet avait eu lieu en Belgique, des mesures de protection de la population locale auraient en tout cas probablement été nécessaires. Sur la base de cette localisation, nous avons aussi pu effectuer de nouveaux calculs qui nous ont permis d'évaluer la quantité de Ru-106 libérée dans l'atmosphère, et de reconstituer son trajet sur l'Europe et les autres parties du globe. »

Cette étude ainsi que les observations des réseaux européens confirment que les concentrations mesurées en Europe étaient bien en dessous du niveau constituant un risque pour la santé ou l'environnement.

MYRRHA teste ses aiguilles fissiles avec succès

De nombreuses fées se penchent sur le berceau de MYRRHA. Parmi elles, les chercheurs qui participent au programme européen MAXSIMA jouent un rôle crucial. Des résultats de leurs essais et analyses dépendent en effet la sûreté de MYRRHA et son homologation future. C'est dans ce cadre qu'a eu lieu le tout premier test portant sur la solidité des aiguilles de combustible qui alimenteront ce même réacteur.

Après cinq années de minutieux préparatifs, une toute première aiguille fissile similaire au modèle que devrait utiliser MYRRHA a été irradiée dans l'Annular Core Pulse Reactor de l'Institute for Nuclear Research (ICN) de Pitesti, en Roumanie. Objectif de cet essai : déterminer le niveau d'énergie au-dessus duquel une déformation de l'aiguille pourrait se produire. Ses résultats contribueront à définir les marges de sûreté du futur réacteur de MYRRHA.

Première irradiation

Le réacteur de recherche roumain est conçu pour pouvoir supporter des injections de puissance courtes mais élevées. « Les tests qui ont lieu actuellement consistent à insérer une aiguille de combustible dans le réacteur et à l'exposer à un flash de réactivité, de manière à provoquer une montée rapide en température des pastilles de combustible, de l'ordre de 2000°C en une milliseconde. L'expérience prévoit ensuite de contrôler l'intégrité du gainage et les déformations qu'il a pu subir suite à la dilatation thermique des pastilles. L'idée est de vérifier que le design des segments que nous avons conçu est capable de résister à une subite montée en puissance. Le but final étant de déterminer les marges de sûreté pour le fonctionnement du réacteur de MYRRHA », détaille Rémi Delville, chercheur au SCK•CEN et membre du programme MAXSIMA.



Des résultats pour bientôt

Suite au succès du premier test, d'autres essais ont été menés avec succès dans le réacteur de l'ICN. « Une dizaine de tests ont été prévus au total et 80 % ont déjà été réalisés. Tout devrait être terminé en octobre 2018. Le but est de faire monter l'énergie déposée jusqu'à approcher ou atteindre la rupture du gainage, tout en évitant sa fusion ou celle des pastilles », ajoute Brian Boer.

Une série d'analyses sont faites directement sur place, en Roumanie. Les aiguilles de combustible seront à terme renvoyées au SCK•CEN pour des examens plus poussés. « En plus d'une analyse fine de la déformation du gainage, nous vérifierons dans quelle mesure le combustible s'est fragmenté et dilaté suite à la montée en température. Les résultats seront publiés dans la littérature ouverte car ils peuvent être intéressants pour les réacteurs de génération 4, dont il existe plusieurs projets dans le monde. »

« Les résultats seront intéressants pour les réacteurs de génération 4, dont il existe plusieurs projets dans le monde. »

Rémi Delville et Brian Boer, responsables du projet MAXSIMA

UN DESIGN MAISON

Les aiguilles fissiles utilisées en Roumanie ont une particularité : elles ont été entièrement conçues par le SCK•CEN, qui plus est avec des contraintes particulièrement sévères. Les tolérances prévues pour les dimensions intérieures des gaines devaient par exemple être inférieures à 10 microns, et celles des pastilles de combustible de l'ordre du micron. Le projet MAXSIMA a aussi été l'occasion de relancer un laboratoire de production de combustibles fissiles au sein du SCK•CEN, un domaine dans lequel il a longtemps été pionnier.

