

l'essentiel

2014



2014

« Une approche responsable de la société »

Les études réalisées dans des domaines nucléaires indispensables à la société d'aujourd'hui et de demain, constituent notre activité principale : la sûreté et l'efficacité des installations nucléaires, le dépôt des déchets radioactifs, la protection de l'homme et de l'environnement contre les rayonnements ionisants et le développement durable. C'est ainsi que nous contribuons à une société viable, pour notre génération et les générations futures.



l'essentiel
2014



CHER LECTEUR,

Dans cette édition 2014 de *L'essentiel*, nous vous invitons à un voyage extrême, des hauteurs de l'univers aux profondeurs de la terre. Le SCK·CEN mène ses recherches dans des environnements aussi variés que passionnants. Des activités parfois étonnantes auxquelles on ne songe pas toujours pour un centre de recherche nucléaire.

Les physiciens du monde entier sont tombés sous le charme d'une *nouvelle* particule élémentaire qui pourrait notamment expliquer la *matière noire*. Une équipe rassemblant des chercheurs internationaux dont une large délégation belge, participe également à cette course aux *neutrinos stériles*, dans laquelle notre réacteur de recherche BR2 joue un rôle essentiel.

Si l'évocation d'une mission habitée sur Mars peut paraître des plus exotiques, elle nous est pourtant devenue presque familière. Depuis tout juste 25 ans, les biologistes du SCK·CEN, principal instigateur du projet, travaillent sous l'égide de l'ESA au programme de recherche MELISSA. Ce système entend recycler tous les déchets des astronautes en oxygène, eau potable et aliments pour permettre des missions spatiales de longue durée.

Notre champ d'action s'étend au monde entier. Mais dans certaines situations exceptionnelles, nous préférons néanmoins travailler à l'abri du monde extérieur. C'est notamment le cas pour notre nouvelle animalerie. Logées dans une infrastructure ultramoderne et spécifiquement équipée pour favoriser leur bien-être, les souris de laboratoire y sont savamment protégées de toute maladie et influence extérieure négative. Une animalerie de pointe qui vient encore renforcer la qualité de la recherche qui y est menée, à savoir l'étude de l'impact des faibles doses de rayonnement ionisant sur l'homme.

Retour au grand air pour une balade au cœur de nos 256 hectares de domaine boisé où nous menons différentes initiatives pour une gestion durable des forêts. Plongée ensuite 225 mètres en dessous du sable de Mol, pour un atterrissage final dans le laboratoire souterrain HADES. En collaboration avec l'ONDRAF, nous y avons lancé une expérience d'une durée de 10 ans, qui simule l'influence de la chaleur des déchets hautement



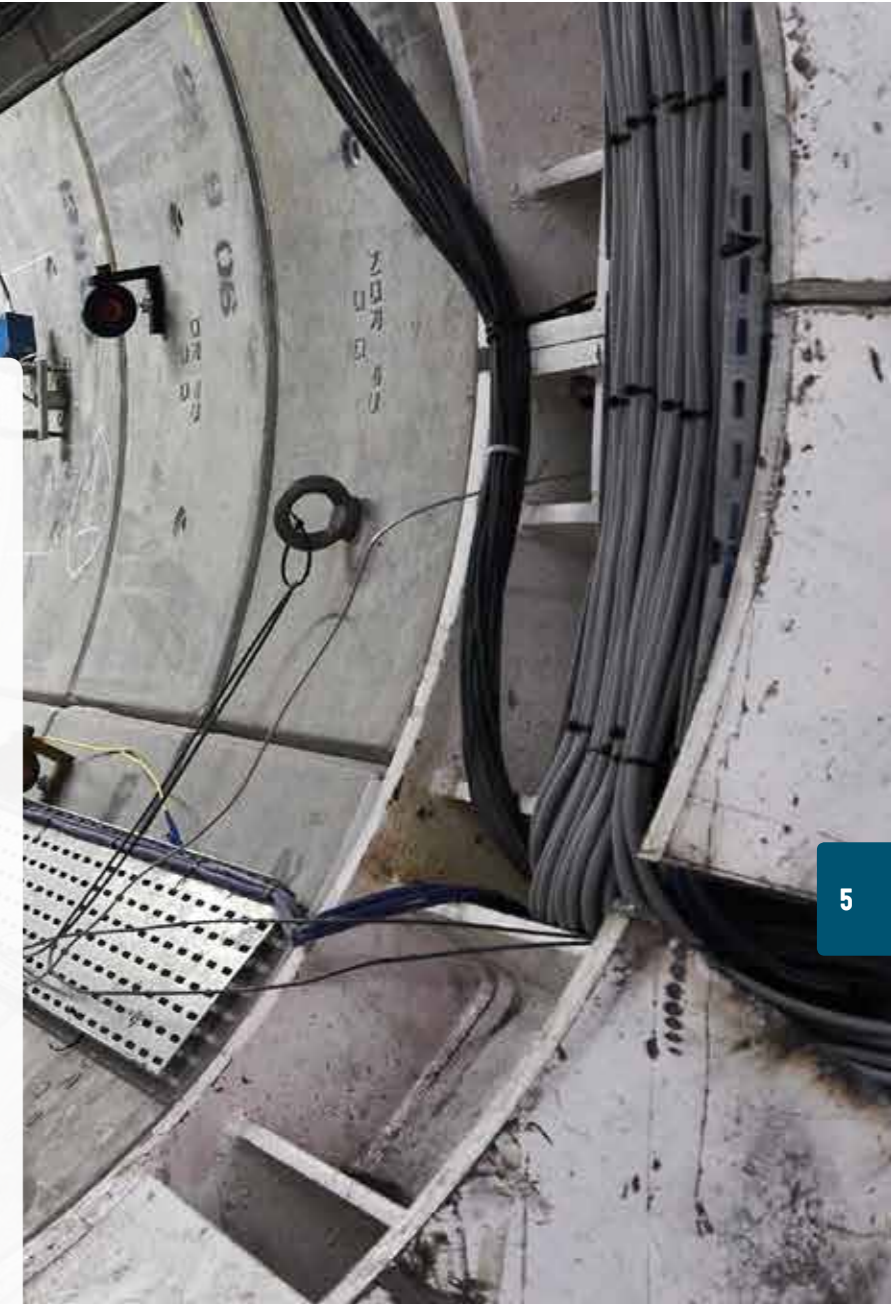
actifs et/ou à longue durée de vie sur l'argile. Une expérience unique dans un environnement tout aussi unique.

Ce voyage de l'espace aux profondeurs de la terre vous offrira un bref aperçu de quelques-unes de nos activités. Mais cette édition 2014 vous fera découvrir bien d'autres choses encore; je pense notamment à la recherche sur les combustibles et les matériaux, au démantèlement d'installations nucléaires, au design de MYRRHA et aux investissements réalisés dans la cyber-sécurité.

Enfin, je tiens à remercier tous nos collaborateurs pour leur précieuse contribution au succès du SCK·CEN. Pour accomplir notre mission, nous pouvons en effet compter au quotidien sur le talent de quelque 800 collaborateurs et doctorants. Un talent que nous entendons cultiver et encourager encore davantage, comme vous le lirez dans cette édition 2014 de *L'essentiel*.

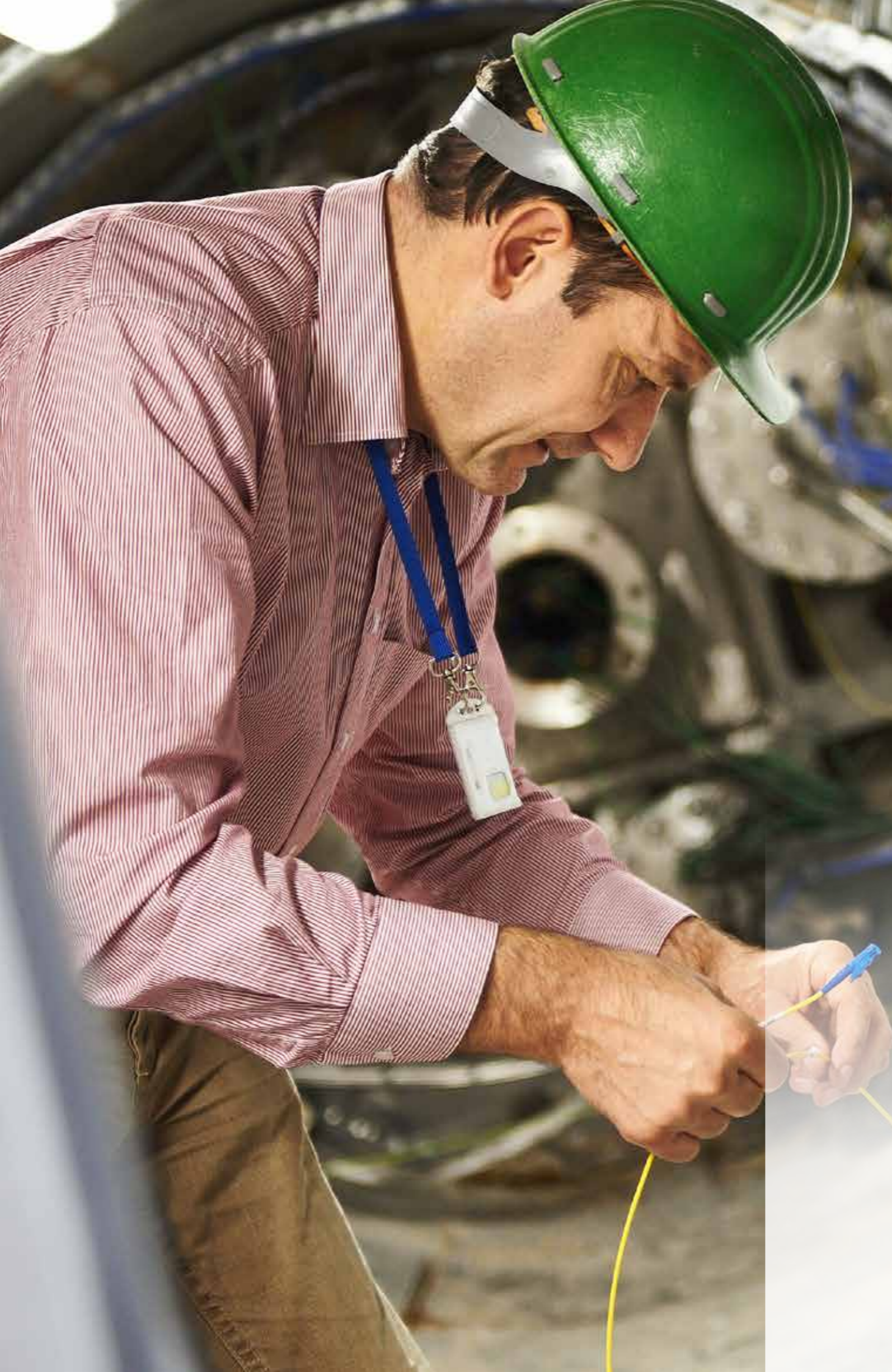
Je vous en souhaite une agréable lecture.

Eric van Walle
Directeur général



Sommaire

01	Recherche de pointe	06
02	Réacteurs performants et innovants	26
03	Protection soutenue de l'environnement	52
04	Optimisation ambitieuse	60



Recherche
de pointe

01

« L'astronaute est notre laborantin »



Interview avec **Natalie Leys**, responsable de la Microbiologie

MELISSA fête ses 25 ans de recherche

Partir à la découverte de l'univers, poser le pied sur de lointaines planètes pour peut-être y vivre quelque temps... Les projets spatiaux nourrissent des ambitions différentes. Mais toutes les organisations sont confrontées au même défi : l'homme doit pouvoir, pendant des voyages dans l'espace aussi longs, produire des aliments, de l'eau potable et de l'oxygène de façon indépendante. « Nous y parviendrons un jour », affirme Natalie Leys, responsable de l'unité *Microbiologie*.

Vous collaborez depuis le SCK·CEN à des expériences spatiales dans le cadre du projet européen MELISSA. Quel est le principal objectif de ce programme ?

Natalie Leys : Nous collaborons, dans le cadre du projet MELISSA (Micro-Ecological Life Support System Alternative), avec l'Agence spatiale européenne ESA et plusieurs autres partenaires scientifiques. MELISSA a été lancé en vue de développer un système permettant aux astronautes de produire des aliments, de l'eau potable et de l'oxygène

sur base autonome dans l'espace. On produit aujourd'hui déjà dans la station spatiale internationale ISS de l'eau potable en filtrant les eaux usées et de l'oxygène par électrolyse de l'eau. Mais ce genre de technique physicochimique n'apporte pas de solution pour la production d'aliments, qui requiert des plantes et de l'engrais. Autrement dit, un procédé biologique. Si l'on veut un jour produire des aliments dans l'espace, il faudra réutiliser les déchets de toutes sortes : le CO₂, l'eau, les selles, l'urine et même la sueur des astronautes. Il ne sert à rien d'envoyer de l'engrais en grande quantité dans l'espace. Alors autant y envoyer de la nourriture.



Comment peut-on réduire le poids de l'engrais ?

Natalie Leys : Nous tentons de découvrir comment imiter de manière élémentaire et minimaliste le fonctionnement des micro-organismes dans le recyclage sur Terre. C'est la raison pour laquelle MELISSA existe depuis 25 ans déjà ; il y a tout un parcours derrière. Nous avons d'abord répertorié les processus sur Terre : quels organismes y prennent part et dans quelle mesure peut-on supprimer des aspects superflus pour rendre le système le plus petit et le plus efficace possible pour une mission spatiale. MELISSA clôture actuellement le cycle de recherche. Nous procédons à des expériences spatiales avec les organismes que nous avons sélectionnés pour voir s'ils sont en mesure d'accomplir leur fonction dans l'espace. Le SCK·CEN joue un rôle important à cet égard. Nous avons pour mission, au sein du consortium européen MELISSA qui regroupe de nombreux scientifiques, de caractériser en détail les bactéries sélectionnées et de tester leur sensibilité aux radiations. Pour mesurer la dose d'irradiation dans l'espace de manière précise et réaliste, nous collaborons avec nos collègues de la dosimétrie. Et pour avoir également un bon aperçu de l'impact de la diminution de la gravité, nous utilisons des appareils simulant sur Terre certains aspects de l'apesanteur.

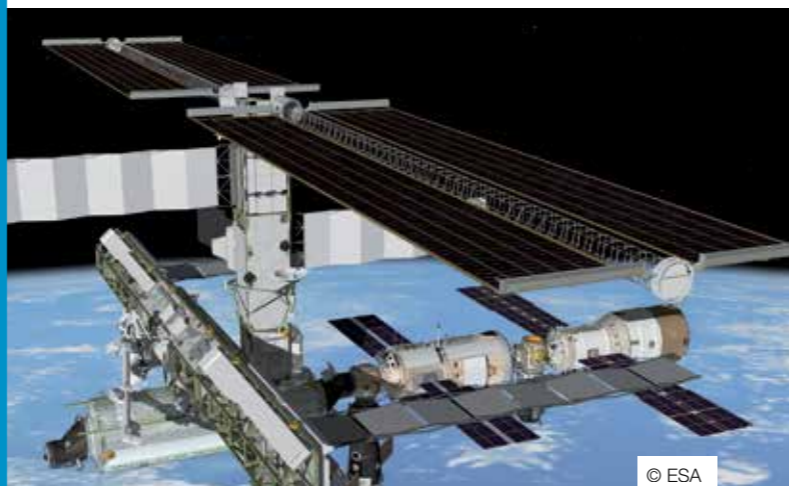
EN QUÊTE DE NOUVEAUX PIONNIERS

Natalie Leys : MELISSA, c'est de la science pure. C'est aussi une collaboration multidisciplinaire entre de nombreux instituts provenant de divers pays, faisant converger les recherches sur le rayonnement cosmique, l'apesanteur et les possibilités de culture dans des bioréacteurs artificiels. Le couplage de tous les bioréacteurs se fait aujourd'hui d'ailleurs dans une installation de test de l'Université de Barcelone. Ces recherches combinent la biologie et la technologie tout en explorant d'autres horizons. Cet esprit pionnier attire de nombreux étudiants. Il faut aussi penser à l'avenir. Mon prédécesseur, le professeur Max Mergeay, a lancé le projet de recherche ; je le poursuis et d'autres générations de scientifiques viendront également après moi. Je veux transmettre cette passion à mes étudiants. Nous transposons à cet effet, en classe, nos recherches scientifiques dans l'univers des jeunes. Et nous posons des questions cruciales : qu'est-ce que l'oxygène, pourquoi en avons-nous besoin, pourquoi dans l'espace ? Pas moins de 1 000 écoles européennes mettront la main à la pâte avec des kits MELISSA dès le printemps 2015, et des écoliers auront l'opportunité de participer à une vidéoconférence avec l'ISS depuis le SCK•CEN.

« Si l'on veut un jour produire des aliments dans l'espace, il faudra réutiliser les déchets des astronautes eux-mêmes. »

Dans l'intervalle, le Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire collabore également à des expériences concrètes dans l'espace.

Natalie Leys : En effet. Nous réalisons des expériences lors de vols spatiaux en envoyant des packs expérimentaux avec les astronautes de l'ESA. Les vols spatiaux partent toujours du Cosmodrome russe de Baïkonour, le plus ancien et le plus grand centre de lancement du monde. Les packs restent quelques jours ou semaines dans l'ISS et reviennent ensuite sur Terre. Nous examinons alors par exemple de quelle manière les bactéries ont grossi ou se sont adaptées pendant le vol spatial. Un certain nombre d'essais sont terminés et nous en avons d'autres en attente pour un vol spatial prévu en 2016.



© ESA



À quelles exigences un pack expérimental emporté par les astronautes doit-il répondre ?

Natalie Leys : Les possibilités sont très limitées : un pack expérimental doit être de petite taille, consommer peu d'énergie et ne pas produire de poussière. La méthode de travail n'est pas du tout la même que dans un laboratoire. Dans l'espace, l'astronaute est notre laborantin. Dans la capsule Soyuz, nos bactéries se trouvent à l'état passif. Lorsque le pack expérimental arrive dans l'ISS, l'astronaute doit activer ce pack, en prélever des échantillons ou les congeler, et faire des observations. Nous rédigeons un manuel en plusieurs langues. Certains astronautes sont fort intéressés par nos essais. Le fait de pouvoir expliquer notre objectif scientifique, est une plus-value. On peut dire que l'astronaute est le maillon essentiel de nos recherches, car il est en même temps le producteur et le consommateur de déchets.

697

publications sur la radioprotection et l'enfouissement des déchets en 2014

Il est non seulement crucial de faire de la recherche, mais également de la soumettre à l'épreuve de l'évaluation par des tiers. Que ce soit via des articles scientifiques, des discussions lors de conférences, des rapports évalués en externe, des cours et présentations, l'encadrement de thèses de master, etc. Nous sommes fiers de pouvoir inscrire plus de trois publications par jour de travail dans les domaines de la radioprotection et de l'enfouissement des déchets.

Frank Hardeman

Directeur de l'Institut Environnement, Santé et Sécurité



L'agile de Boom se prête à une expérience de chauffe de dix ans

Lancement du projet PRACLAY Heater Experiment

Peut-on stocker des déchets radioactifs de haute activité et/ou de longue durée de vie dans des couches argileuses profondes en Belgique ? Quel est l'effet du dégagement de chaleur sur l'argile ? C'est ce qu'étudie le projet PRACLAY. La phase de chauffage d'un test courant sur dix ans – baptisée Heater Experiment – a été lancée en 2014.



Lorsque des déchets radioactifs de haute activité seront enfouis sous terre après 60 années de refroidissement en surface, l'argile entourant les galeries de stockage se réchauffera pendant des centaines, voire des milliers d'années. Le projet PRACLAY Heater Experiment est un test à grande échelle qui étudie l'effet de cette chaleur sur les couches argileuses profondes. Les connaissances acquises sont essentielles pour s'assurer

que l'entreposage dans une couche argileuse représente une solution sûre à long terme.

Dans le cadre du projet PRACLAY Heater Experiment, on crée pendant 10 ans dans une galerie souterraine une température de 80 °C mesurée à l'endroit où la paroi de la galerie est en contact avec l'argile. Cette température est un peu plus élevée que la température attendue pour le stockage de déchets radioactifs de haute activité. Les scientifiques vont à présent vérifier s'ils obtiennent les mêmes résultats que lors d'expériences menées à petite échelle et à court terme. Cette période de dix ans suffit

pour tirer des conclusions fiables sur l'effet de la chaleur sur l'argile.

La phase de chauffage du projet PRACLAY a débuté en 2014. Les derniers préparatifs concernaient l'amélioration et l'installation d'un système de chauffage de secours accessible et remplaçable à tout moment de l'expérience. Tant le système de contrôle des éléments de chauffage que les systèmes d'alarme ont été optimisés et testés. Les préparatifs pour le suivi de l'expérience ont commencé simultanément, avec

« Une période de dix ans suffit pour tirer des conclusions fiables sur l'effet de la chaleur sur l'argile. »

35 ANS D'EXPÉRIENCE À 225 MÈTRES DE PROFONDEUR

Le GIE EURIDICE, un groupement d'intérêt économique entre le SCK•CEN et l'Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies (ONDRAF), dispose du laboratoire de recherche unique HADES, installé à une profondeur de 225 mètres dans l'argile de Boom sous le terrain du Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire. Le groupement d'intérêt repose sur les recherches entamées par le SCK•CEN en 1974 sur le stockage géologique de déchets radioactifs de longue durée de vie. Depuis lors, EURIDICE a acquis une grande expertise dans le comportement thermo-hydro-mécanique de l'argile, les techniques d'instrumentation et de contrôle, mais aussi les techniques d'excavation et de construction de galeries de stockage.

le développement d'outils de gestion de données adéquats, de bonnes connaissances de l'évolution attendue de l'expérience et des procédures organisationnelles claires.

Dans le cadre du projet PRACLAY Heater Experiment, une grande attention sera accordée dans le futur au pilotage, au suivi, à l'analyse et à l'interprétation des données de mesure. Les scientifiques souhaitent ainsi confirmer et affiner leurs connaissances de l'effet de la chaleur sur les propriétés de l'argile entourant une galerie de stockage. Les résultats du projet Heater Experiment sont importants dans le cadre du programme de recherche de l'ONDRAF sur le stockage de déchets radioactifs de haute activité et/ou de longue durée de vie dans une couche argileuse.



Quelle est la stabilité du combustible utilisé dans un stockage géologique ?

Six années de recherche sur l'influence des superconteneurs

Le combustible non retraité qui sort des centrales nucléaires peut être enfoui dans des couches géologiques pendant plusieurs centaines de milliers d'années. Pour soutenir cette décision, le SCK•CEN cherche à savoir si les superconteneurs qui renfermeront ce matériel radioactif de haute activité, peuvent avoir une influence sur la stabilité de ce combustible. Six années de recherches montrent d'ores et déjà que le béton n'exerce aucune influence défavorable.



Les réacteurs nucléaires commerciaux belges utilisent comme combustible de l'oxyde d'uranium enrichi. Le combustible utilisé est hautement radioactif. Un grand nombre des radio-isotopes se décomposent rapidement, mais d'autres ont une longue durée de vie. Le combustible reste donc encore longtemps hautement radioactif, même après utilisation. Une fraction du combustible utilisé belge est retraitée : la matière fissile est recyclée et les isotopes non réutilisables sont vitrifiés. Une grande partie du combustible n'est jamais retraitée. Si on décide de ne pas le faire non plus dans le futur, il convient de chercher un moyen de stocker ce combustible utilisé, tout comme les déchets vitrifiés, pendant de nombreuses générations. Un stockage dans des couches géologiques profondes est une possibilité.

Superconteneurs avec suremballage et enveloppe en béton

Comment se comporte le combustible utilisé dans le projet de stockage proposé par l'Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies (ONDRAF) ? C'est ce qu'étudie l'unité *R&D Colis de Déchets* du SCK•CEN. Dans le projet, les assemblages de combustible sont conditionnés dans des superconteneurs en vue d'un dépôt souterrain définitif. Le combustible est entouré dans les superconteneurs d'un suremballage étanche en béton et entouré d'une enveloppe en béton qui protège le suremballage contre la corrosion. Le suremballage finira tout de même après un certain temps par perdre son étanchéité et le combustible entrera en contact avec de l'eau interstitielle au pH élevé qui se sera infiltrée via le béton.

Selon les prévisions, cette perte d'étanchéité ne surviendra que lorsqu'il n'y aura presque plus d'activité bêta et gamma dans le combustible après plus de 2 500 ans, et que la température du combustible passera en dessous des 25 °C. L'activité alpha diminue beaucoup plus lentement. La lente corrosion anaérobie du suremballage et d'autres éléments métalliques



permet en même temps la production d'hydrogène. Ces conditions connexes influencent la stabilité chimique du combustible.

Afin d'évaluer cette stabilité à long terme, les chercheurs réalisent des expériences de toutes sortes. Ils étudient notamment la lixiviation rapide des radionucléides les plus solubles en faisant des essais à l'aide de combustible réellement irradié dans une installation à cellules chaudes. Un autre type d'expérience consiste à examiner la stabilité chimique de la matrice d'oxyde d'uranium dans du ciment-eau, une activité alpha similaire à celle d'un combustible âgé de 150 à 90 000 ans étant générée. Cette expérience est réalisée par le biais de tests dans des boîtes à gants sous atmosphère contrôlée, représentative des conditions souterraines. Les chercheurs examinent aussi bien la cinétique de la solution que la solubilité de l'oxyde d'uranium.

Étude terminée

L'étude, entretemps terminée, se concentrait principalement sur les conditions concrètes auxquelles on peut s'attendre dans un superconteneur. Conclusion générale : aucun élément n'atteste clairement que les conditions dans le superconteneur exerceraient une influence défavorable sur la stabilité du combustible. Dans son futur programme de recherche, le SCK•CEN étayera cette conclusion en procédant à des examens supplémentaires en vue de mieux comprendre et quantifier les mécanismes moteurs. Ceci permettra d'évaluer l'effet des éventuels changements qui se produiront dans le voisinage du combustible au cours des centaines de milliers d'années avant que les isotopes de plus longue durée de vie aient disparu.



« *Aucun élément n'atteste clairement que les conditions dans le superconteneur exerceraient une influence défavorable sur la stabilité du combustible.* »

Quel est l'impact du rayonnement dans les mers et rivières ?

Tirer les leçons de Fukushima, prévoir en Belgique

L'accident nucléaire de Fukushima date du 11 mars 2011. Dès le début, le SCK•CEN a été impliqué dans les recherches sur la radioactivité présente dans l'eau de mer et l'influence de celle-ci sur la vie marine. Plus près de chez nous, un groupe d'experts examinent également les éventuels effets écologiques à long terme des déversements radioactifs dans les rivières.



Suite à l'accident nucléaire de la centrale nucléaire de Fukushima, un grand nombre de radionucléides artificiels ont été rejetés dans l'environnement marin. L'eau, les plantes, les animaux et les sédiments ont été contaminés. À quel point l'environnement marin autour de Fukushima est-il contaminé, comment la situation évolue-t-elle et à quoi peut-on s'attendre pour le futur ? Pour répondre à ces questions, le comité UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) des Nations Unies a créé une équipe spéciale en 2011.

Calcul préliminaire au moyen du D-DAT

Jordi Vives i Batlle, chercheur du groupe d'expertise *Études d'incidences sur la*

biosphère du SCK•CEN, est devenu membre de cette équipe internationale. « Juste après l'accident, il n'était pas possible de prendre des échantillons de la faune et de la flore sur place. Nous avons besoin de modèles mathématiques pour reconstituer les faits au cours de la première année après l'accident. J'avais déjà développé mon propre *Dynamic Dose Assessment Tool* (D-DAT) avant l'accident. Sur la base des premières données de contrôle de l'eau de mer, j'ai pu calculer, à l'aide du D-DAT, l'effet radiologique sur les organismes marins dans les jours qui ont suivi l'accident. »

Conjointement avec des scientifiques venant notamment du Japon, des États-Unis, de Norvège et de France, le Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire étudiera plus en détail, dans le cadre du projet européen COMET (Coordination and Implementation of a Pan-European Instrument for Radioecology), les sources de radioactivité, leur transport, la bioaccumulation et les effets sur l'écosystème marin. Le modèle D-DAT dynamique, qui permet de faire des évaluations réalistes des effets de l'accident sur l'environnement marin, sera utilisé à cet effet. Le SCK•CEN est en charge de la coordination du projet COMET.

Trop tôt pour tirer des conclusions

Quelques années après l'accident, la radioactivité de Fukushima s'est répandue dans la mer, mais certains éléments indiquent que les sédiments marins, la nappe phréatique côtière et les rivières peuvent être une source de contamination continue. Jordi Vives i Batlle met ces données en perspective : « Cette pollution localisée ne forme aucune menace pour la protection de l'environnement au sens large. Mes études démontrent que la radioactivité dans la faune et la flore marine est en général inférieure à ce qui est nécessaire pour causer un effet mesurable – d'après nos connaissances actuelles des effets dus aux rayonnements, bien entendu. Mais il est encore trop tôt pour conclure que l'accident de Fukushima a eu une influence négligeable sur l'environnement. Sans oublier ceci : nous devons regarder l'ensemble, pas seulement l'impact des radiations. Même si l'environnement n'est pas suffisamment pollué pour causer des dommages, il importe de continuer à observer la situation dans le futur. »



© Jun Nishikawa

Qu'en est-il des déversements radioactifs dans les rivières ?

Plus près de chez nous, Fabricio Fiengo Pérez étudie l'influence des radionucléides qui sont déversés dans les rivières : « Je développe des modèles mathématiques pour étudier la migration des radionucléides dans la biosphère, compte tenu de l'interaction dynamique avec l'eau de rivière et les sédiments. Grâce à ces modèles, il est possible d'évaluer plus tard les éventuels effets et conséquences de déversements aussi bien routiniers qu'accidentels. »



Jordi Vives i Batlle et Fabricio Fiengo Pérez,
Etude d'Incidences sur la Biosphère

Les déchets radioactifs interagissent avec les sédiments présents dans l'eau. Selon les conditions de débit, les particules en suspension peuvent se poser et de nouveau être déplacées lorsque le débit augmente, ce qui a une influence sur la distribution et le transport de la pollution. Fabricio Fiengo Pérez précise : « L'interaction entre les radionucléides et les sédiments conduit à une accumulation dans les sédiments du lit de la rivière, de sorte que le taux de contamination dépasse après quelque temps les limites de sécurité. Il importe de comprendre comment les éléments radioactifs sont transportés dans les rivières pour pouvoir protéger l'environnement et la population. »



La Nèthe, la Meuse et l'Escaut

Il existe en Belgique trois endroits où les effluents liquides des activités nucléaires sont rejetés dans les rivières avoisinantes : la Molse Nete à Ezaart, la Meuse à Tihange et l'Escaut à Doel. Fabricio Fiengo Pérez appliquait déjà son modèle à la Molse Nete et se concentrera ces quatre prochaines années sur la Meuse et l'Escaut. Une telle étude est nécessaire parce que la Meuse fournit de l'eau potable à environ six millions d'habitants en Belgique et aux Pays-Bas. L'Escaut est l'entrée principale des deux plus grands ports d'Europe. Les deux bassins fluviaux englobent d'importantes zones naturelles. Un déversement nucléaire accidentel pourrait avoir d'énormes conséquences environnementales, socio-économiques et sanitaires en Belgique.

À l'heure actuelle, les centrales nucléaires déversent dans la Meuse et l'Escaut des eaux usées à très faible teneur en radioactivité dans le cadre de leur fonctionnement normal. Ces déversements routiniers n'ont pas d'effet significatif à court ou long terme. En cas de déversement occasionnel ou accidentel, il faut pouvoir disposer de modèles permettant d'établir à court et à long terme des rapports sur les effets pour l'homme et l'environnement. On utilisait dans le passé des modèles plutôt simples pour évaluer le transport de radionucléides. Ces modèles ne peuvent être utilisés que pour les déversements routiniers. L'accident de Fukushima a clairement démontré que nous avons besoin de modèles plus sophistiqués permettant de faire une estimation sérieuse du risque après un déversement occasionnel ou accidentel.

« Le modèle sera doté d'une interface conviviale afin que les décideurs politiques puissent utiliser l'information de manière utile. »

Évolution vers un instrument décisionnel

L'outil développé est un instrument que les pouvoirs publics peuvent utiliser pour soutenir des décisions en cas d'incidents éventuels impliquant le déversement de radionucléides. Fabricio Fiengo Pérez poursuit aujourd'hui quatre objectifs concrets : « J'adapte d'abord le modèle pour la Molse Nete au Plan d'urgence Campine. Un modèle pour la Meuse, pouvant servir d'outil de diagnostic et de pronostic en cas de déversement accidentel, est en cours d'élaboration. Pour l'Escaut, je suis en train de développer un modèle simulant la propagation des radionucléides dans l'embouchure de l'Escaut et la zone côtière. Pour finir, le modèle sera doté d'une interface conviviale afin que les non-spécialistes et les décideurs politiques puissent utiliser l'information de manière utile. »



Le bien-être animal renforce la qualité des recherches

3 millions d'euros pour une animalerie hypermoderne

Le SCK•CEN étudie depuis plus de 40 ans déjà les effets à long terme des faibles doses de radiation sur la santé. Pour ce type de recherches, on utilise des souris puisqu'elles sont génétiquement identiques à l'homme à plus de 90 pourcent. Afin de travailler de manière plus efficace et de respecter les normes d'éthique, le SCK•CEN a investi 3 millions d'euros dans une toute nouvelle animalerie en vue de permettre aux chercheurs de travailler dans les meilleures conditions possibles, tant pour l'homme que pour la souris.

L'ancienne animalerie à Geel datait des années '60 et ne convenait plus à la recherche scientifique moderne. L'infrastructure ne répondait plus aux prescriptions du nouvel arrêté royal sur la protection des animaux de laboratoire et devait fermer ses portes au plus tard en 2015. D'où la décision, il y a cinq ans, de construire une nouvelle animalerie. Le Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire s'est inspiré de son compatriote Janssen Pharmaceutica et a ouvert en 2014 sa propre infrastructure à la pointe de la technologie.

Avec d'énormes différences, vu les exigences très strictes en matière de bien-être animal qu'impose la nouvelle

législation. Les souris sont achetées avec un certificat sanitaire et séjournent dans des cages individuelles ventilées, de sorte qu'elles ne puissent pas se contaminer. Un jouet doit toujours être présent dans la cage afin de distraire les souris. Animaux sociaux, les souris doivent aussi se retrouver le plus possible en groupe. Une musique de fond est également constamment présente pour apaiser les animaux.

Animaux sains, recherche saine

L'équipe de recherche met tout en œuvre pour maintenir les souris en bonne santé et utiliser le moins d'animaux possible – il s'agit là de l'une des exigences de la commission éthique qui approuve les tests sur les animaux. Les souris

doivent en outre être contrôlées chaque jour ; le SCK•CEN a donc engagé deux soignants. Ce contrôle se fait selon un seul et même schéma : le soignant prend une douche, enfle une tenue stérile, contrôle et enregistre chaque animal en vue de pouvoir démontrer par la suite que le contrôle a bel et bien eu lieu. Outre ces contrôles de routine, les autorités flamandes peuvent effectuer des inspections inopinées. Chaque expérimentation doit être approuvée par la commission éthique. Ce n'est que lorsque les chercheurs ont reçu le feu vert de celle-ci qu'ils peuvent mener une expérience sur un nombre limité de souris. L'unité de *Radiobiologie* utilise aujourd'hui la nouvelle animalerie pour des contrats de recherche pour le compte de l'Union européenne, de l'Agence spatiale européenne (ESA) et de l'Agence fédérale de contrôle nucléaire (AFCN). Le Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire y réalise également des recherches sur la santé en vue d'approfondir les connaissances sur les effets de l'exposition à des sources de radiations sur l'organisme.



LES TROIS R POUR GARANTIE ÉTHIQUE

Chaque expérimentation animale doit préalablement être soumise à une commission éthique d'experts indépendants qui évaluent si l'expérimentation répond à la règle des trois R :

Remplacement

Le modèle animal choisi est-il indispensable à l'expérience et peut-il être remplacé par une espèce animale 'de catégorie inférieure' (drosophiles, vers, poissons...)?

Réduction

Utilise-t-on le moins d'animaux possible ?

Raffinement

La méthode utilisée a-t-elle été étudiée de façon à limiter au maximum la souffrance des animaux de laboratoire ?



Un très bon modèle d'étude

Les souris sont génétiquement identiques à l'homme à plus de 90 pourcent. Le développement embryonnaire dure 21 jours et les souris mettent au monde jusqu'à 8 souriceaux par portée. La souris constitue dès lors un très bon modèle d'étude pour les recherches sur le développement de l'embryon, mais aussi sur les pathologies telles que les maladies cardiovasculaires, les maladies neuro-dégénératives (Alzheimer, Parkinson) et différentes formes de cancer. Les chercheurs sélectionnent, pour chaque expérience, la bonne souris, parmi les innombrables races et les milliers de mutants. La recherche au SCK·CEN se focalise sur l'exposition à de faibles doses de radiations externes, pour que les animaux ne ressentent aucune gêne.

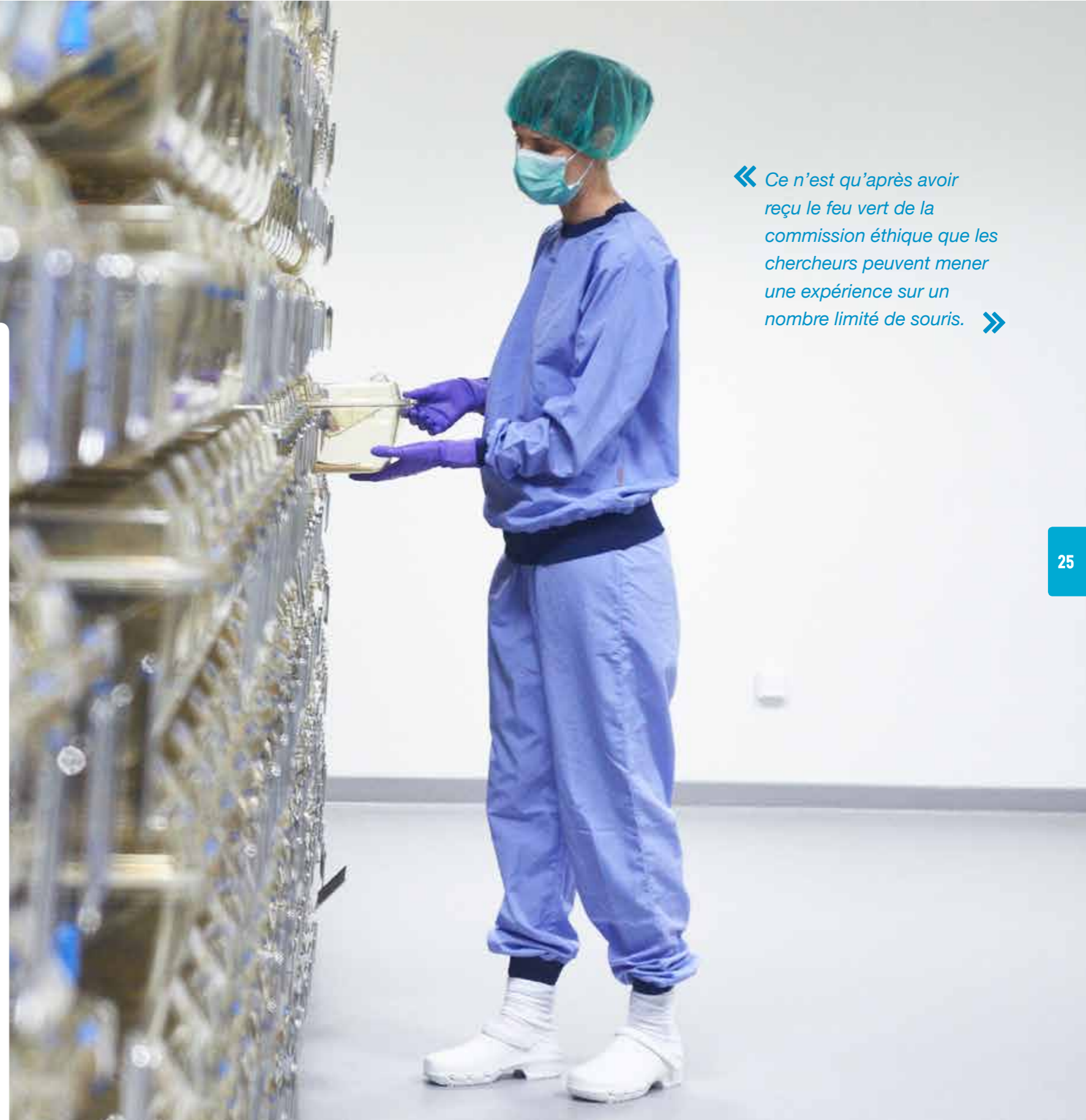
Les chercheurs utilisent l'animalerie notamment pour étudier les effets à long terme des radiations sur le développement du fœtus. Il n'est pas possible, d'un point de vue éthique, de faire des recherches sur un fœtus humain. Chez les souris, le développement du fœtus et les éventuelles malformations sont comparables à ce que l'on peut observer chez un être humain, bien que la gestation ne dure que trois semaines. Un autre sujet de recherche concerne le développement du cerveau : chez les embryons humains, le cerveau est le plus sensible entre la huitième et la quinzième semaine. C'est ce qu'ont



déduit les scientifiques des résultats des tests effectués sur les survivants des bombes atomiques qui ont frappé Hiroshima et Nagasaki. Les personnes qui, alors fœtus, ont subi de fortes doses d'irradiation, ont eu par la suite des ennuis de santé spécifiques. Comment ceux-ci sont-ils apparus ? C'est ce que l'on étudie en exposant des souris et leur fœtus à des rayons à un moment précis correspondant à celui de l'exposition aux radiations des survivants des bombes atomiques.

Dès la fin des années '60, soit une vingtaine d'années après Hiroshima et Nagasaki, des problèmes cardiaques et vasculaires ont également été constatés chez les survivants. Les scientifiques avaient toujours pensé que le cœur était solide et avait subi peu de dommages des radiations. Mais il n'en était rien; un constat important pour les femmes traitées par radiothérapie suite à un cancer du sein gauche, plus près du cœur : quel est l'effet de ces rayons sur leur cœur à long terme ? Tout comme le cancer, les risques cardiovasculaires sont d'importantes causes de décès dans notre société. Même des études approfondies réalisées après Hiroshima et Nagasaki n'ont pas le pouvoir statistique de démontrer qu'il existe un risque accru de cancer en cas de faibles doses d'irradiation. Seuls des essais radiobiologiques sur des animaux pourront déterminer l'importance de faibles doses d'irradiation pour la santé de l'homme à long terme.

D'autres recherches se focalisent sur l'étude du cancer de la thyroïde chez les enfants après l'accident nucléaire de Tchernobyl en 1986. Pour finir, les chercheurs examinent l'influence du rayonnement cosmique et de l'apesanteur dans le domaine de la navigation spatiale. Ils vérifient ainsi, sur base d'expérimentations animales, s'il est possible pour l'homme de se reproduire dans l'espace – de la conception à la formation de l'embryon.



« Ce n'est qu'après avoir reçu le feu vert de la commission éthique que les chercheurs peuvent mener une expérience sur un nombre limité de souris. »

Premier déclassement d'un réacteur nucléaire en Belgique

Le SCK•CEN coordonne le démantèlement du réacteur Thetis à Gand

L'Université de Gand a définitivement mis le réacteur de recherche Thetis à l'arrêt en 2003. Après l'évacuation du combustible en 2010, le Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire a préparé l'autorisation de démantèlement. Cette autorisation a été approuvée par l'AFCN en 2012 et le SCK•CEN s'est ensuite chargé de coordonner le démantèlement, qui s'est terminé en 2014.

Entré en service en 1967, Thetis faisait partie de l'Institut des sciences nucléaires de l'Université de Gand. Le réacteur de type piscine faisait principalement

fonction de source de neutrons pour la production de radioisotopes et pour l'analyse par activation. Thetis a été définitivement mis à l'arrêt le 17 décembre 2003.

Une équipe du SCK•CEN a été chargée par l'université de la coordination du démantèlement. Elle s'est occupée de toutes les tâches préparatoires en vue de constituer les dossiers nécessaires avant, pendant et après le démantèlement. L'entrepreneur Belgoprocess a procédé au démantèlement proprement dit, une tâche qui a duré cinq

mois en 2014. Lors de ce processus, un expert de l'équipe du SCK•CEN était présent en permanence à des fins de surveillance et en vue d'assurer la sécurité nucléaire et de gérer la base de données pour le matériel.



Solution pour la radioactivité et l'amiante

Après le démantèlement, l'équipe a constaté qu'une partie de la cuve du réacteur était encore radioactive. Il est ensuite apparu que l'on avait sous-estimé la présence d'amiante. L'amiante a été enlevé, et un stockage de décroissance a été décidé pour la partie activée en béton dans le fond du réacteur : la radioactivité diminuera avec le temps et se situera, après environ 30 ans, en dessous de la limite de libération.

La totalité du dossier de démantèlement a maintenant été introduite auprès des autorités publiques en vue du déclassement du réacteur. Dans l'intervalle, l'équipe s'attelle à l'élaboration d'une proposition pour le démantèlement d'autres installations universitaires à Gand : le cyclotron (accélérateur circulaire) et le linac (accélérateur linéaire).

Il va de soi que l'expérience acquise avec Thetis a constitué un apprentissage important pour d'autres projets de démantèlement dans lesquels est impliqué le Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire.



« Thetis a permis au SCK•CEN d'engranger un savoir-faire précieux pour les projets futurs. »



© Hilde Christiaens, Ugent





Réacteurs
performants et
innovants

02

Vers une conception avancée de MYRRHA

Le développement du système primaire se précise de plus en plus

Les scientifiques et ingénieurs du SCK•CEN travaillent sans relâche depuis 1998 au développement du réacteur MYRRHA. Une nouvelle révision en 2014 les a encore un peu plus rapprochés du but. Il leur reste encore quelques obstacles à surmonter, tant au niveau de la conception technique que du budget.

Le Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire développe depuis plusieurs années une vaste installation d'irradiation destinée à remplacer le réacteur de recherche existant BR2. Ce réacteur de recherche hybride et multifonctionnel pour applications innovantes (*Multi-purpose hybrid Research Reactor for High-tech Applications* ou MYRRHA) est conçu comme un système piloté par accélérateur (Advanced Nuclear System ou ADS). Un tel ADS est composé d'un accélérateur de particules lié à un réacteur sous-critique. MYRRHA peut également fonctionner en mode critique, à l'instar d'un réacteur classique.

De nombreuses recherches possibles avec MYRRHA

Rafaël Fernandez dirige l'unité *Conception du Système Primaire* et esquisse les objectifs de MYRRHA : « C'est une machine de recherche flexible qui permet un tas d'applications et de recherches. Nous pourrions ainsi faire la démonstration du concept ADS qui nous permettra de séparer et de transmuter efficacement de grandes quantités de déchets radioactifs de haute activité et de longue durée de vie. Dans MYRRHA, nous pourrions tester les matériaux spécifiques nécessaires à cette transmutation. »

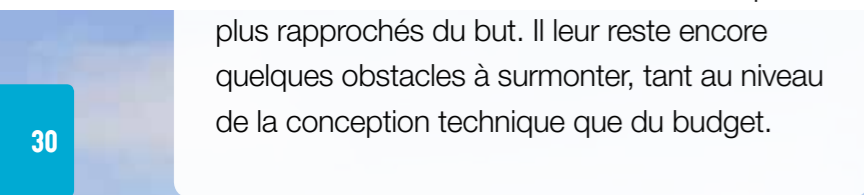
MYRRHA est conçu comme un réacteur rapide. « Il servira de ce fait à développer des combustibles pour les futurs réacteurs rapides et à tester des matériaux dans des conditions pertinentes. Nous serons également en mesure d'apporter une contribution importante aux essais de matériaux pour les réacteurs de fusion », explique Rafaël Fernandez. « MYRRHA conviendra aussi parfaitement pour produire des radioisotopes à des fins thérapeutiques et procéder à des irradiations industrielles servant à rendre le silicium semi-conducteur, par exemple. »

Encore amélioré

MYRRHA sera le premier réacteur de son espèce. Le projet a été systématiquement adapté au fil des années en fonction des résultats du programme de recherche mené en parallèle. Depuis 2009, le SCK•CEN utilise un système de révision pour garder une vue d'ensemble claire de l'évolution du projet et pouvoir simultanément exercer des activités de recherche et de développement.



Rafaël Fernandez,
responsable de la Conception
du Système primaire



« La conception de MYRRHA est adaptée de manière systématique en fonction du programme de recherche. »

Fin 2012, l'équipe de Rafaël Fernandez a constaté quelques manquements dans le projet de révision 1.4 : « Les contraintes mécaniques étaient trop importantes pour la structure nucléaire et le flux neutronique pour l'irradiation de silicium était trop faible. De plus, un taux d'utilisation du combustible plus élevé était souhaitable, tout comme un système de sûreté supplémentaire pour une éventuelle désagrégation du cœur. »

Le développement du réacteur s'est poursuivi en 2013 et 2014 en vue d'apporter une réponse aux nouvelles exigences en matière de sûreté et aux points à améliorer. Rafaël Fernandez précise : « Ce nouveau projet est la révision 1.6 – les révisions achevées se terminent par un nombre pair – et se caractérise par une nouvelle structure nucléaire pour un cœur plus volumineux. Le problème des contraintes élevées a ainsi complètement été résolu. Les dispositifs d'irradiation du silicium ont été intégrés dans le cœur, de sorte que l'on obtient la dose de rayonnement souhaitée. Pour finir, un nouveau système de refroidissement est prévu en vue de limiter les conséquences d'une désagrégation du cœur. A cause de ces améliorations, le volume du réacteur augmente, ce qui influence le coût. »

La révision 1.6 a été pensée pour pouvoir fonctionner en cas de fuite d'eau d'un échangeur de chaleur éventuellement défectueux dans le réacteur. Il a été décidé en 2014 que la conception devait exclure de telles fuites d'eau. Les températures de fonctionnement sont également revues en vue de faire baisser les exigences en matière de concentration en oxygène dans le fluide réfrigérant, une opération nécessaire pour pouvoir maîtriser la corrosion. L'équipe de Rafaël Fernandez a tenu compte des nouvelles idées issues du programme de recherche mené en parallèle : « Elles conduiront à une conception adaptée du réacteur. Nous attachons à cet égard une attention particulière à l'optimisation de la taille et par conséquent également au coût. »

9 € ...

9 millions d'euros, soit le montant de la contribution de la Commission européenne obtenue pour MYRRHA à travers le projet MYRTE (MYRRHA Research and Transmutation Endeavour), soumis en 2014 dans le cadre du premier appel à projet du programme européen Horizon 2020. Un 9 suivi de trois points car ce financement est une première étape qui vient confirmer les promesses faites par le Commissaire européen Günther Oettinger en avril 2014. Prochaine étape : un plus grand soutien au travers des programmes InnovFin de la Banque Européenne d'Investissement et de l'European Strategic Forum for Research Infrastructures (ESFRI).

Hamid Aït Abderrahim

Directeur du projet MYRRHA



Expériences grandeur nature

COMPLIT teste des composants de MYRRHA

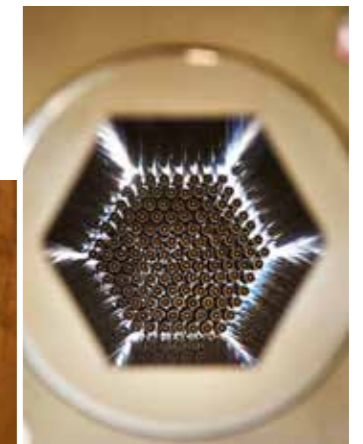
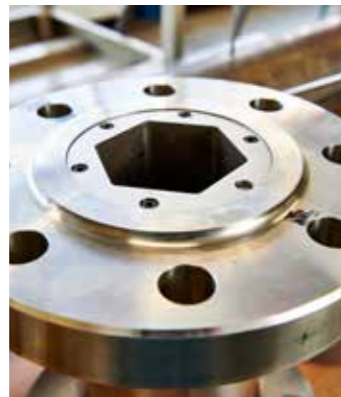
La qualification du réacteur MYRRHA requiert de nombreux examens. Une nouvelle installation de recherche a pour tâche de caractériser en grandeur nature le comportement hydraulique et hydrodynamique de différents composants. Elle est de ce fait remplie de près de 9 000 kg de plomb-bismuth. Ces recherches sont importantes pour les concepteurs de MYRRHA et fournissent des données d'essai pour la validation des codes de simulation numérique.

Chacun de ces composants est une réplique grandeur nature et est monté verticalement dans une section d'essai spécialement conçue, correspondant à un seul canal du cœur du réacteur MYRRHA. La boucle est isotherme, ce qui signifie qu'elle fonctionne à une température constante du LBE lors de chaque essai. Les chercheurs peuvent toutefois faire varier cette température entre 150 °C et 400 °C en vue de définir des effets de température. COMPLIT n'est pas radioactive et se focalise sur les expériences sur les propriétés hydrauliques des composants.

La mesure de la perte de pression dans les éléments du cœur de MYRRHA, principalement

L'une des particularités de MYRRHA est le réfrigérant utilisé, un mélange de plomb et de bismuth (Lead Bismuth Eutectic - LBE). L'installation COMPLIT (COMPONENT LOOp Testing) est une boucle expérimentale dans laquelle coule ce métal liquide en vue d'effectuer des mesures hydrauliques.

Ces mesures portent sur quatre composants importants du réacteur MYRRHA : l'assemblage de combustible (perte de pression et vibrations produites par le courant), la cible de spallation, la barre de contrôle et la barre de sûreté. Il s'agit pour ces barres de la preuve du principe de fonctionnement et du temps d'insertion.



« Dans COMPLIT, les chercheurs étudient les propriétés hydrauliques des composants de MYRRHA. »

dans l'assemblage de combustible, est cruciale pour déterminer les dimensions des pompes primaires et vérifier la possibilité d'un refroidissement passif de la chaleur dégagée par la désintégration d'éléments radioactifs. Il est bien entendu aussi très important de démontrer la sûreté et le bon fonctionnement des barres de contrôle et de sûreté dans le lourd mélange plomb-bismuth.

9000 kg de plomb-bismuth installés

Le SCK·CEN a entièrement construit COMPLIT dans ses installations en 2013. La construction mécanique s'est terminée en janvier 2014, suivie de la finition technique. En octobre 2014, l'installation a été remplie de près de 9 000 kg de plomb-bismuth qui ont ensuite été pompés dans le circuit avec succès. COMPLIT est donc prête à l'emploi.

Dans l'intervalle, la fabrication et l'installation de la première section d'essai – l'assemblage de combustible – sont arrivées à leur vitesse de croisière et les chercheurs préparent la mesure des pertes de pression pour différents débits. Le tour du test hydrodynamique de la barre de contrôle viendra en 2015. La cible de spallation et la barre de sûreté seront testées plus tard.

Matériaux pour la quatrième génération de réacteurs

GETMAT influence le choix des matériaux pour MYRRHA

Une nouvelle génération d'installations nucléaires peut apporter une réponse durable à la demande croissante d'énergie ayant une faible empreinte carbone. Elles seront plus sûres et plus efficaces et produiront beaucoup moins de déchets. Les réacteurs nucléaires de la quatrième génération requièrent toutefois des températures plus élevées, un flux neutronique beaucoup plus important et des réfrigérants potentiellement corrosifs, en particulier des métaux liquides.

Il existe au niveau européen un grand intérêt pour la qualification et le développement de matériaux appropriés pour les réacteurs de la quatrième génération (Gen IV). C'est la raison pour laquelle le projet GETMAT (GÉneration IV and Transmutation MATÉrials) a été lancé, une étude qui a duré de 2008 à 2013.

Au niveau belge, les matériaux Gen IV sont étroitement liés aux matériaux utilisés pour MYRRHA, parce que le Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire utilisera cette installation pour anticiper la technologie

Gen IV. GETMAT a eu un impact sur un grand nombre d'activités de recherche clôturées en 2014. Dans le cadre de l'Alliance européenne de la recherche dans le domaine de l'énergie (European Energy Research Alliance), le projet a également débouché sur un programme conjoint pour matériaux nucléaires, coordonné par le SCK·CEN. Ce projet recouvre toutes les activités nationales et européennes liées au développement de matériaux Gen IV.

Les résultats de GETMAT ont d'énormes implications pour le choix des matériaux utilisés pour MYRRHA et le réarrangement des pièces supportrices du cœur. La qualification des matériaux se fera en majeure partie sur la base des résultats du projet GETMAT. L'influence du chrome et du carbone (les principaux éléments d'alliage des aciers de quatrième génération) sur le durcissement et la fragilisation sous irradiation, a ainsi été étudiée. Ceci a conduit à de nouvelles activités de recherche aussi bien au niveau du SCK·CEN qu'au niveau européen. Pour finir, le projet GETMAT a généré d'importants résultats pour une meilleure compréhension du comportement des matériaux dans les futurs réacteurs de fusion.

« Les résultats de GETMAT ont d'énormes implications pour le choix des matériaux utilisés pour MYRRHA. »



La science ISOL prend son envol

Le SCK•CEN promeut une collaboration intensive

Le Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire fait figure de moteur du consortium belge EURISOL, une organisation visant à soutenir la science ISOL dans notre pays. Ce soutien donnera en même temps un nouvel élan au développement d'ISOL@MYRRHA.

Les propriétés uniques de l'accélérateur de particules relié au futur réacteur MYRRHA permettent de développer en parallèle une installation ISOL (Isotope Separation On-Line) nouvelle génération. ISOL@MYRRHA utilisera jusqu'à 5 pourcent du faisceau de protons de MYRRHA pour produire des assemblages ioniques radioactifs qui sont 100 fois plus intenses que ce qui est possible dans les installations européennes actuelles. Outre l'évolution technologique, il importe également d'intéresser les scientifiques à l'utilisation de cette installation dans le futur.

Le développement d'EURISOL, le top du top en Europe, fait l'objet d'une collaboration au niveau européen : la puissance du faisceau d'EURISOL doit être 10 000 fois plus intense que ce qui est actuellement disponible. Le lieu d'implantation d'EURISOL n'a

pas encore été décidé. Divers centres de recherche en France et en Italie ainsi que l'organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN) en Suisse, sont candidats. Grâce à ISOL@MYRRHA, le SCK•CEN peut également se positionner en tant que centre de connaissances important dans le cadre du développement d'EURISOL.

Un forum pour la Belgique

Afin de resserrer les liens entre les universités et les instituts de recherche belges, le Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire a mené une campagne de visites, de réunions et de discussions scientifiques. Vu la grande synergie qui existe entre ISOL@MYRRHA et EURISOL, un consortium belge EURISOL a été créé. Il s'agit d'un forum pouvant être utilisé pour des débats, des projets scientifiques et des initiatives R&D conjointes. Il va de soi que cette organisation belge se trouve entièrement sous l'égide européenne d'EURISOL.



Lucia Popescu, responsable de la Physique et de l'Innovation technologique

Coordination assurée par le SCK•CEN

Le consortium belge EURISOL a commencé ses activités en 2014. Lucia Popescu, chercheuse au SCK•CEN, en est la coordinatrice : « Sept partenaires apportent leur expertise, chacun dans leur domaine : l'Université de Gand, la KU Leuven, la Vrije Universiteit Brussel, l'Université libre de Bruxelles, l'institut von Karman, Bel V et bien évidemment le SCK•CEN lui-même. Je m'occupe de la communication avec les organismes externes et représente également notre consortium au sein du comité directeur d'EURISOL. Nous attendons beaucoup de la collaboration nationale et internationale ; des dizaines de centres de recherche européens sont entretemps déjà impliqués dans le projet. Cette intégration doit en fin de compte contribuer au développement d'ISOL@MYRRHA au sein de notre centre d'étude. »

Nouveaux développements

Pierre Bricault, expert mondial dans le domaine de la technologie ISOL, a travaillé pendant un an pour le SCK•CEN en vue de développer le concept d'ISOL@MYRRHA. Lucia Popescu : « Nous avons réalisé le premier plan détaillé de l'installation qui assure la production d'ions radioactifs. Conjointement avec les collaborateurs du CERN, nous avons également mis la dernière main au concept de cible au plomb-bismuth liquide. Le premier prototype est en cours de construction au CERN. »

Collaboration en matière d'applications médicales

Le Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire a organisé en novembre 2014 un atelier sur les applications médicales qui sont possibles avec ISOL@MYRRHA. Lucia Popescu a toute confiance en l'avenir : « Vu le potentiel de l'installation pour la médecine nucléaire, nous avons été approchés par des partenaires européens en vue de créer aussi un consortium dans ce domaine-là. »

10

dispositifs

Le programme de R&D pour MYRRHA tourne à plein régime. Avec des avancées déjà bien tangibles dans le hall Technologie du SCK•CEN. Au cours des dernières années, 10 dispositifs ont ainsi été construits pour étudier dans la pratique les différents aspects du comportement des matériaux en plomb-bismuth. Au moyen de maquettes, mais aussi d'installations de test grandeur nature. Les résultats de ces tests sont déterminants pour le concept de MYRRHA et tout aussi indispensables pour sa future autorisation.

Peter Baeten

Directeur de l'Institut Systèmes nucléaires avancés



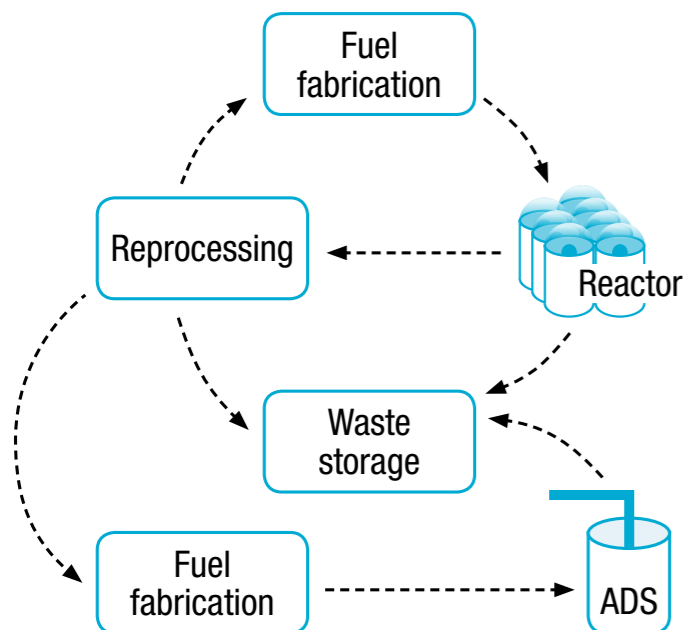
Un code pour le cycle du combustible pour prévoir l'avenir

ANICCA fournit des informations précieuses aux politiques

Les problèmes énergétiques ne rendent pas la vie facile aux responsables politiques. Quels sont les avantages et les inconvénients de l'énergie nucléaire pour la production d'électricité ? De quelles matières disposons-nous, à quoi peuvent-elles servir et quels résidus subsistent-ils ? Un code de scénario pour le cycle du combustible des matières nucléaires peut fournir des informations pour le processus décisionnel.

Un réacteur nucléaire produit de l'énergie par scission d'atomes lourds (tels que l'uranium) en atomes plus petits, appelés les produits de fission. Mais ce n'est pas tout : des neutrons sont capturés dans d'autres atomes et induisent d'autres réactions. Le combustible utilisé du réacteur peut, après une période de refroidissement, être retraité en vue de refabriquer du combustible. Il peut également être classé pour un entreposage définitif.

En fonction des choix opérés sur la totalité du cycle du combustible – type de réacteur, régime d'exploitation et retraitement ou non – les isotopes seront différents et auront de ce fait un autre impact sur les processus industriels inhérents.



« Les résultats du code fournissent de précieuses informations aux responsables politiques : quels sont les bons et les moins bons scénarios ? »

```

1 # Example scenario
2 Scenario:
3   title: Example_1
4   start date: 1970
5   time steps:
6     - 5 year
7     - 100 x 12x 1 month
8     - 10x 10 year
9   nuclide data:
10    data file: rdd_base.lib
11    decay: true
12    spontaneous fission file: sfy_base.lib
13    spontaneous fission: true
14    cut_off_decay_time: 1 day
15
16 #Facilities
17 components:
18   PWR1:
19     type: Facility
20     file: PWR1.yaml
21     time: 1970
22     NPP_state:
23       required_packages:
24         UO2_33: 336
25     power:
26       thermal: 1192 MW
27       electrical: 432.9 MW
28
29 #Connections
30 PWR1:
31   - UO2_33_Spent to WasteManager
  
```



Le code apporte de la clarté

Le but d'un *fuel cycle scenario code* ou code de scénario pour cycle du combustible est de modéliser les différents blocs du cycle, de les connecter entre eux et de créer des 'flux de matières'. Sur la base de ces flux de matières, des paramètres dérivés tels que la chaleur résiduelle et la radiotoxicité peuvent alors être calculés pour un scénario déterminé. Les résultats d'un tel code peuvent aider les autorités publiques et les producteurs d'électricité à prendre des décisions sur la politique énergétique : quels sont les bons et les moins bons scénarios ?

Il existe plusieurs codes de la sorte au niveau international, mais ils ne sont souvent pas librement disponibles ou peuvent seulement être utilisés pour un pays spécifique. Les responsables politiques belges demandent régulièrement au Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire quelles peuvent être les conséquences du choix d'options spécifiques. Pour répondre à ces questions, le SCK·CEN a trouvé opportun de développer un code spécifique à la Belgique en utilisant à cet effet un langage de programmation moderne. Le projet ANICCA (Advanced Nuclear Inventory Cycle Code Anicca) est une collaboration avec GDF SUEZ/Tractebel.

Première version fonctionnelle

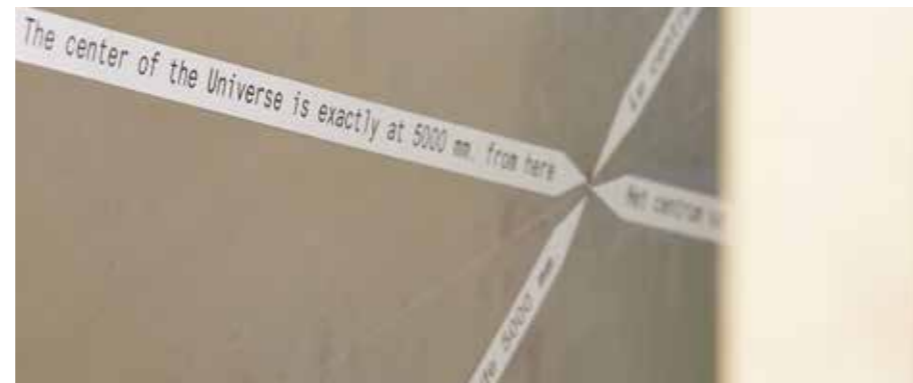
Le SCK·CEN a d'abord rédigé les spécifications fonctionnelles en 2013. GDF SUEZ/Tractebel a ensuite procédé à un examen de la qualité, après quoi un brouillon du code a été programmé. Sur la base du feed-back du centre d'étude et de GDF SUEZ/Tractebel, les spécifications ont été revues et une nouvelle implémentation a eu lieu. Le code est à présent fonctionnel : il peut simuler un scénario élémentaire et les paramètres requis peuvent être fournis de manière simple. Les chercheurs ont transmis la première version à GDF SUEZ/Tractebel pour d'autres tests.

Le Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire lancera prochainement un projet visant à améliorer les modèles physiques dans les différents blocs de construction du code. Les chercheurs compareront également ce code à d'autres codes sur la base de critères internationaux.

À la recherche de nouveaux neutrinos et de... matière noire

La recherche fondamentale revient au BR2

Existe-t-il de nouveaux types de neutrinos ? Et les neutrinos peuvent-ils expliquer la présence de la matière noire dans notre univers ? L'expérience SoLid réalisée dans le réacteur BR2 veut apporter d'ici 2018 la preuve irréfutable de leur existence ou non.



Un consortium de trois universités françaises, deux universités britanniques, trois universités flamandes et un institut de recherche fédéral, le SCK·CEN, a mis sur pied en 2014 une expérience sur les neutrinos dans le réacteur BR2. Ce réacteur est une source très intense de neutrinos. Les neutrinos sont des particules élémentaires générées sous la forme de sous-produits des réactions de désintégration bêta. Le BR2 convient parfaitement pour une telle mesure en raison de son cœur compact, de sa puissance, de l'espace dont il dispose pour placer un détecteur de grande taille et du bruit de fond très faible.

Trois saveurs ou plus ?

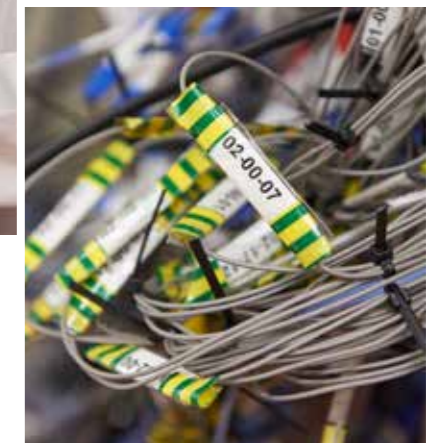
Des expériences sur les neutrinos ont lieu depuis plusieurs décennies dans le monde entier et ce, aussi bien dans des réacteurs commerciaux que dans des réacteurs de recherche, en vue de définir avec précision les propriétés des neutrinos. Les chercheurs ont à cet égard été témoins de phénomènes remarquables que la théorie formelle actuelle des particules élémentaires, ledit modèle standard, ne peut pas expliquer.



Edgard Koonen, responsable de l'unité *Contrôle et Expériences du Réacteur*, ne cache pas son enthousiasme : « D'après le modèle standard de la physique des particules, les neutrinos existent en trois familles ou 'saveurs' : le neutrino (neutrino électronique ou e-neutrino), le neutrino muonique et le neutrino tauique. Une antiparticule est attachée à chaque type de neutrino : l'antineutrino. Les recherches menées feront-elles apparaître l'existence d'un quatrième neutrino ? »

12 000 cellules sensibles

Avec SoLid, l'expérience sur les neutrinos réalisée dans le réacteur BR2, les chercheurs veulent apporter au cours des prochaines années une réponse définitive à un certain nombre d'anomalies. Steven Van Dyck, manager du BR2, explique : « SoLid (Search for Oscillations with a Lithium-6 Detector) se base sur un concept innovant appliqué à une ancienne méthode de détection des neutrinos. Une fois sur 10^{20} , un neutrino provenant de notre réacteur BR2 interagira avec le détecteur SoLid et produira dès lors un neutron et un positron, l'antiparticule de l'électron. L'instrument absorbera les deux particules





et les transformera en éclairs dont l'intensité et la durée sont caractéristiques des interactions de neutrinos. »

Le détecteur SoLid est construit à partir de quelque 12 000 cellules sensibles capables de déterminer le lieu précis et l'énergie des neutrinos détectés. Il est dès lors capable de mesurer avec une grande précision combien de neutrinos sont produits par le réacteur. Les chercheurs peuvent utiliser cette mesure pour contrôler de manière non invasive la puissance et les produits de fission de n'importe quel réacteur. Ce qui ouvre d'intéressantes possibilités pour les applications de non-prolifération.

Le détecteur poursuit un but précis pour les trois prochaines années, précisent Koonen et Van Dyck : « Il collectera surtout des données dans le BR2 afin de démontrer si une partie des neutrinos produits dans le noyau du réacteur a transmuté pour former de nouvelles sortes exotiques. »



L'installation du premier sous-module de SoLid n'est qu'un début. Lorsque le réacteur BR2 sera mis à l'arrêt pour une rénovation approfondie en 2015, la taille de l'instrument sera multipliée par cinq pour devenir un détecteur capable d'accomplir la totalité du programme de recherche fondamentale sur les neutrinos exotiques. Grâce à la fondation flamande Hercules et au Fonds de la Recherche Scientifique, le financement du projet est en majeure partie réglé, mais, pour garantir le caractère abordable du projet, plusieurs obstacles logistiques et technologiques à la mise à l'échelle doivent encore être surmontés.

Edgar Koonen a toute confiance en l'avenir : « SoLid est un instrument exceptionnel. Il a été construit par des techniciens de divers instituts flamands au moyen de matériaux uniques. Pour l'extension prévue en 2015, la production de dizaines de milliers d'éléments de détection sera confiée à l'industrie, conjointement avec le savoir-faire nécessaire pour traiter ces matériaux de manière sûre et fiable. »

« Le réacteur BR2 convient parfaitement pour la détection des neutrinos. »

Du prototype au grand détecteur

Le BR2 abrite depuis 2013 un prototype de SoLid composé de 64 cellules sensibles. Ce prototype, baptisé NEMENIX, enregistre des données en vue de démontrer l'utilité de la technologie. En novembre 2014, un premier module du détecteur, mesurant environ 0,5 m³ et pesant 1 tonne, a été installé. Steven Van Dyck : « Le module a collecté des données jusqu'en janvier 2015 inclus. Une première détermination du flux total de neutrinos du BR2 a été comparée aux modèles de réacteur les plus récents. Le premier module collectera des dizaines de téraoctets de données par mois, qui seront analysées dans les laboratoires des instituts participants conformément au 'computing grid concept' de l'organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN). »

12 000

appareils photo avec flash pour piéger le neutrino stérile

12 000 petits cubes spéciaux – pesant ensemble 5 tonnes – sont nécessaires pour générer l'interaction d'un milliard de neutrinos sur les 10²⁴ (1 million × 1 milliard × 1 milliard neutrinos) que produit chaque jour le réacteur BR2. Un flash mesurable se produit lors de chaque interaction. Nous espérons ainsi démontrer l'existence du quatrième neutrino. Cette variante est nécessaire pour parachever le modèle de particules élémentaires de l'atome – l'ensemble d'éléments primaires dont est constitué tout atome.

Leo Sannen

Directeur de l'Institut Science des Matériaux nucléaires



EVITA clôture ses expériences sur la qualification du combustible

Résultat d'une intense coopération entre plusieurs disciplines

Le SCK•CEN a été sollicité pour réaliser une série d'expériences dans le cadre de la construction du nouveau réacteur de recherche Jules Horowitz dans le Sud de la France. Il s'agissait là de l'occasion rêvée de combiner ses connaissances en matière d'ingénierie, de réacteurs et de recherche post-irradiatoire. Mises ensemble, ces forces ont accouché d'une solution créative à un problème qui semblait insolvable de prime abord.

Le centre de recherche de Cadarache du Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives (CEA) construit dans le Sud de la France le nouveau réacteur de recherche Jules Horowitz (RJH). Le centre a opté pour l'utilisation de combustible faiblement enrichi (alliage uranium-molybdène ou U-Mo), mais il était impossible de qualifier le combustible U-Mo à temps pour le lancement du réacteur. Le CEA a donc décidé d'utiliser un autre combustible à base de siliciure d'uranium (U_3Si_2) qui possédait déjà une qualification pour de faibles puissances. Et pour qualifier aujourd'hui également ce combustible pour les conditions du réacteur Jules Horowitz, le Centre d'Étude de l'Énergie Nucléaire a été prié de réaliser une série d'expériences dans le réacteur BR2.

Tester les limites du combustible

La qualification d'un combustible se déroule comme suit : il est petit à petit exposé à des puissances toujours plus grandes et utilisé jusqu'à un burnup toujours plus élevé (c'est-à-dire la mesure dans laquelle le combustible est consommé). En ce qui concerne le combustible U_3Si_2 , les essais à une puissance et à un burnup inférieurs avaient déjà été réalisés dans le passé et il s'agissait principalement de tester les limites du combustible.

Surmonter les différences de conditions

Les conditions thermohydrauliques du réacteur français et du réacteur de recherche BR2 semblaient très différentes au départ. La vitesse du fluide réfrigérant dans le réacteur Jules Horowitz est ainsi plus élevée que dans le BR2. Pour surmonter cette différence, le SCK•CEN a construit dans le BR2 une installation baptisée EVITA : *Enhanced Velocity Irradiation Test Apparatus*. Cette boucle semi-ouverte pompe de l'eau dans deux canaux périphériques du réacteur à vitesse accrue à travers le canal d'irradiation central du BR2, où se trouve l'assemblage de combustible à irradier. Pendant l'irradiation, des paramètres tels que la pression, la vitesse de l'eau et la température, peuvent être suivis.

Grâce à la conception semi-ouverte d'EVITA, on a pu utiliser les dispositifs de sûreté du BR2 proprement dit, ce qui n'est pas possible dans un circuit fermé fonctionnant indépendamment du réacteur. Le fait d'insérer ce circuit centralement dans le cœur du réacteur a nécessité pour le BR2 de hautes exigences en termes de contrôle de la réactivité et de calculs neutroniques.

Bancs de mesure pour l'examen post-irradiatoire

Un total de sept assemblages de combustible a été irradié dans EVITA au cours des cinq dernières années, dont cinq dans le cadre du programme de qualification. Quatre de ces cinq éléments irradiés ont été soumis à des puissances locales et burnups très élevés. Un examen post-irradiatoire a ensuite été effectué. Cet examen portait principalement sur le gonflement des plaques de combustible (la plupart des réacteurs de recherche utilisent des éléments de combustible en forme de plaques au lieu d'aiguilles), la stabilité de l'assemblage de combustible complet, l'oxydation des plaques et l'évolution de la microstructure du combustible proprement dit.

Afin d'effectuer cet examen post-irradiatoire le plus précisément possible, le SCK•CEN a développé deux bancs de mesure : CALIMERO, pour contrôler la rectitude des assemblages de combustible avant irradiation, et BONAPARTE, pour mesurer l'épaisseur des plaques et l'épaisseur d'oxyde des plaques de combustible individuelles après irradiation. La cartographie du burnup des plaques a également été effectuée par spectrométrie gamma et comparée aux valeurs calculées. Après le découpage de certaines plaques, l'évolution de la structure du combustible dans la plaque a été étudiée par microscopie, et une troisième détermination du burnup local a été réalisée par voie radiochimique.



© CEA



L'examen post-irradiatoire a démontré que le combustible irradié subit de profonds changements, mais que la conception des assemblages de combustible reste stable jusqu'à des puissances et des burnups très élevés. La conception a toutefois présenté une déficience au niveau des plaques contenant du bore qui est incorporé dans la plaque en dehors de la zone du combustible, un problème qui a toutefois été résolu après quelques adaptations au niveau de la concentration en bore. Il était donc certainement utile de réaliser les expériences dans des conditions représentatives.

Démantèlement et déchargement de la boucle

Le déchargement du dernier élément de combustible irradié de la boucle a eu lieu en 2014. Ce dispositif a également été retiré du réacteur et partiellement démantelé. Les derniers examens post-irradiatoires ont été entamés et se termineront au cours des six premiers mois de 2015. Le résultat est un ensemble considérable de données qui élargira sensiblement le domaine de qualification du combustible U_3Si_2 . Cela signifie que ce combustible peut également être utilisé sans risque pour des applications très exigeantes. Avec les données collectées par le programme EVITA, le CEA constituera un dossier de qualification et demandera aux autorités françaises de sûreté la permission d'utiliser ce combustible dans le futur réacteur Jules Horowitz.

Le projet EVITA est à présent terminé, mais les plans et certains éléments de la boucle restent à disposition pour d'autres applications éventuelles dans le futur. EVITA découle dans une grande mesure des efforts fournis par l'ingénieur Philippe Benoit, décédé dans un accident d'avion en 2011.



Le SCK•CEN et ses partenaires japonais en route pour LIBERTY

Nouvelle installation pour l'étude des matériaux de structure

CALLISTO sera enlevée lors de la rénovation prévue du réacteur BR2. Ce qui signifie inévitablement la fin de l'une des installations d'irradiation les plus flexibles du SCK•CEN. En vue de combler partiellement le manque, une nouvelle installation expérimentale a été construite qui permet de contrôler la durée d'irradiation et la température de manière précise pendant l'irradiation de matériaux de structure.



La nouvelle installation a été baptisée LIBERTY : *Lifting Basket in the Experimental Rig for BR2 Thimble tube sYstem*. Elle est basée sur une installation antérieure, mais se distingue par un certain nombre d'améliorations remarquables. De nombreuses conditions d'essai différentes sont désormais possibles. Cinq 'aiguilles' peuvent ainsi être chargées dans LIBERTY : il s'agit de longs tubes fins dans lesquels on place le matériau à tester. Grand avantage : les chercheurs peuvent atteindre un grand nombre de spécifications parce qu'ils peuvent enlever chaque aiguille du cœur du réacteur pendant le fonctionnement de celui-ci. Il est ainsi possible de choisir la durée d'irradiation. Chaque aiguille peut contenir un équipement adapté tel que des éléments de chauffage, en vue d'atteindre des températures différentes ou très élevées. LIBERTY peut en outre être utilisée pour tester des échantillons de matière de grande taille.

Collaboration avec le Japon

Le Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire collabore depuis des années déjà intensivement avec l'*Institute for Materials Research (IMR)* de la Tohoku University au Japon. Les deux instituts ont lancé de commun accord le projet LIBERTY en 2012. L'IMR souhaite faire des expériences dans des conditions similaires aux essais réalisés à l'époque dans le *Japan Materials Testing Reactor*. Ce réacteur a été rénové entre 2007 et 2011, mais n'a pas encore été redémarré depuis le tremblement de terre de 2011.

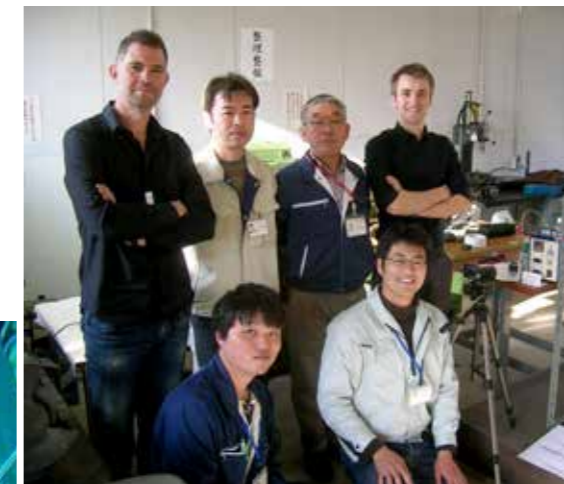
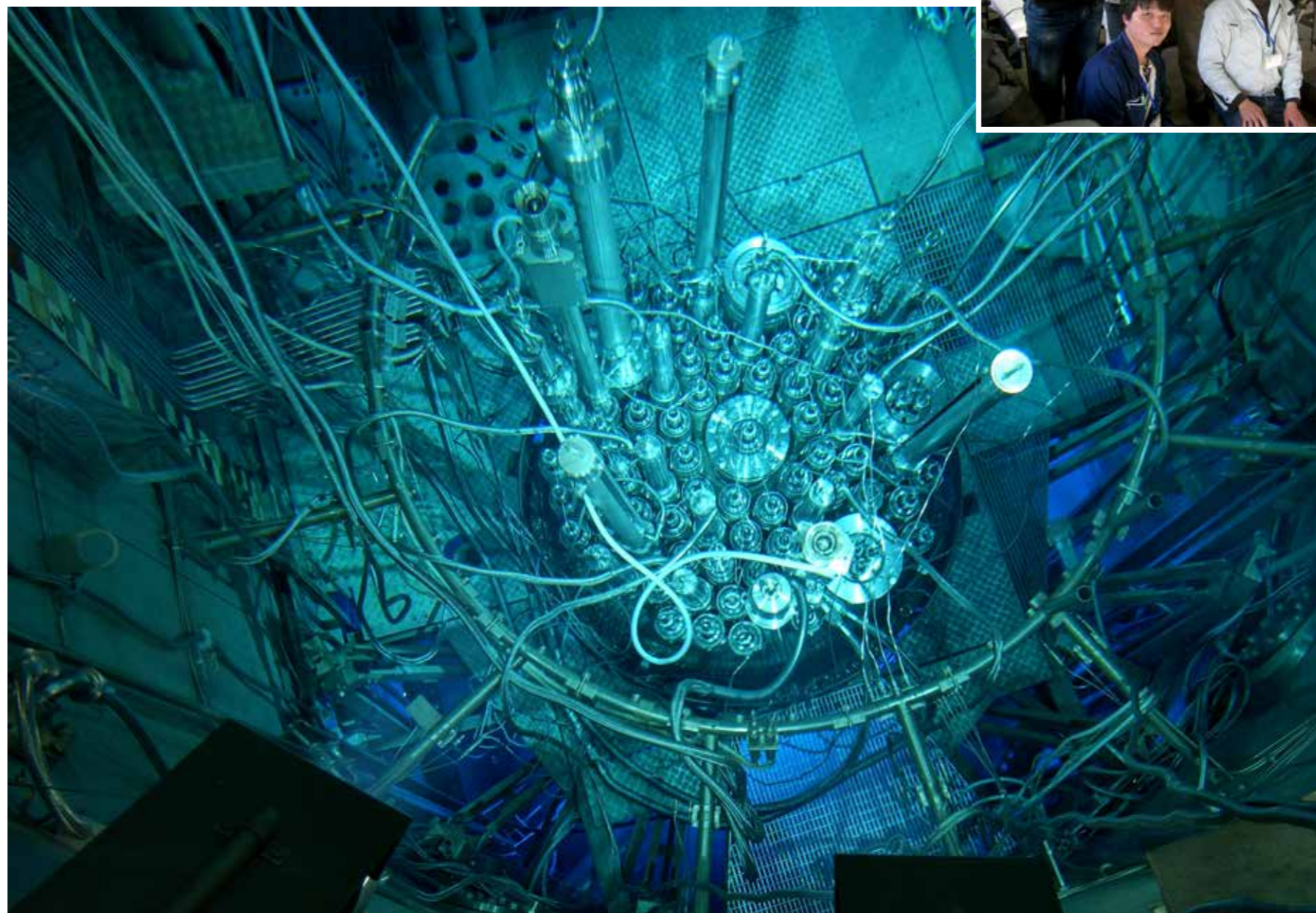
Le projet LIBERTY a pu être réalisé grâce à une bonne collaboration entre de nombreux services et experts aux domaines de connaissance différents du centre d'étude. En 2013 et 2014, les pièces de LIBERTY ont été fabriquées et assemblées et ce, principalement au SCK•CEN. Une vaste installation électrique a parallèlement été développée pour permettre l'enregistrement et le contrôle des températures et autres données. Le Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire a également testé l'installation électrique (commande, alarme, limites de sécurité, etc.) et s'est occupé de sa mise en place. Dans l'intervalle, des procédures détaillées et un programme de formation intensif assorti de formations pratiques, ont été développés. Les services de sûreté internes et externes ont ensuite approuvé l'installation et la Commission d'Évaluation des Expériences a rendu un avis positif pour la réalisation d'une irradiation. Avec, pour finir, en guise de couronnement, l'essai final de LIBERTY dans le réacteur BR2.

Les premières aiguilles pour LIBERTY ont été conçues en collaboration avec l'IMR ; un travail spécialisé et délicat. L'aiguille a un diamètre de seulement 18 mm et doit

non seulement contenir les échantillons dans leur support, mais aussi des cavités remplies de gaz pour l'isolation thermique, des thermocouples et du chauffage électrique. Cet espace réduit pose de hautes exigences en termes de conception technique et de construction. L'IMR a fabriqué les aiguilles dont la conception et la qualité ont été validées en concertation avec le SCK•CEN.

Première campagne d'irradiation réussie

Le 1^{er} octobre 2014, les partenaires japonais ont été témoins du lancement réussi de LIBERTY. Lors de ce premier cycle, deux des cinq aiguilles ont déjà été retirées sans problème du cœur du réacteur une fois après avoir atteint la durée d'irradiation souhaitée. Lors d'un cycle suivant, les deux autres aiguilles ont été irradiées avec succès. Les cinq aiguilles ont ensuite pu être déchargées.



« Le 1^{er} octobre 2014, les partenaires japonais ont été témoins du lancement réussi de LIBERTY. »

Retour d'expérience sur la campagne d'irradiation

Le démantèlement des aiguilles et des échantillons irradiés aura lieu dans le courant de 2015 dans les cellules chaudes du BR2 et le Laboratoire de Haute et Moyenne Activité du SCK•CEN. Les échantillons de matière seront transportés par l'IMR vers les différentes universités japonaises à des fins d'analyse et de recherche scientifiques. Les leçons que l'on tirera de cette expérience serviront de base pour améliorer l'installation et définir les possibilités et les limites de manière plus précise. Ainsi, les chercheurs pourront étendre et améliorer les possibilités d'irradiation pour des expériences et des clients futurs.

Les collègues japonais mettent entretemps une nouvelle campagne d'irradiation sur pied, afin de pouvoir charger des nouvelles aiguilles dans LIBERTY, une fois la rénovation du BR2 terminée.



Protection
soutenue de
l'environnement



« Nous donnons un coup de main à la nature »

Trois initiatives pour améliorer la cohérence écologique

Pas moins de 256 hectares du site du SCK•CEN sont repris dans des plans de gestion forestière approuvés. D'où l'obligation de gérer la zone boisée avec soin. Mais ce n'est pas tout : tant à la demande de tiers que de sa propre initiative, le SCK•CEN prend des mesures pour améliorer la cohérence écologique et soutient des projets relatifs à des populations spécifiques.

En 2014, le Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire s'est lancé dans trois projets écologiques : une coupe en lisière d'un bois, la multiplication d'hébergements pour les oiseaux en vue de l'étude des nichoirs et l'implantation d'une couveuse pour les hirondelles de rivage et les étourneaux.

Coupe en lisière

L'association de protection de la nature 'De Gagel' gère une zone de bruyères principalement bordée de bois de pins sylvestres qui sont la propriété du Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire. L'association a demandé s'il était possible de créer une transition plus douce entre la zone de bruyères et le bois. En accord avec le conseiller de l'Agence pour la Nature et les Forêts, il a été décidé de procéder, dans les parcelles voisines du SCK•CEN, à une coupe en lisière sur une

largeur de maximum 15 mètres et avec un motif ondulé.

Harry Meynen dirige l'équipe de gestion des bois et connaît le domaine comme sa poche : « Cette coupe ne figurait pas parmi les coupes autorisées dans le plan de gestion approuvé. Nous avons donc demandé une modification pour cette coupe en lisière de 414 arbres auprès de l'Agence pour la Nature et les Forêts. Après quelques années, le rajeunissement naturel de la lisière entre la bruyère et le bois ira déjà en augmentant, de sorte que l'on aura un bel espace de transition. Cette nouvelle végétation apportera en outre une grande plus-value pour la faune : insectes, oiseaux et petits mammifères. »



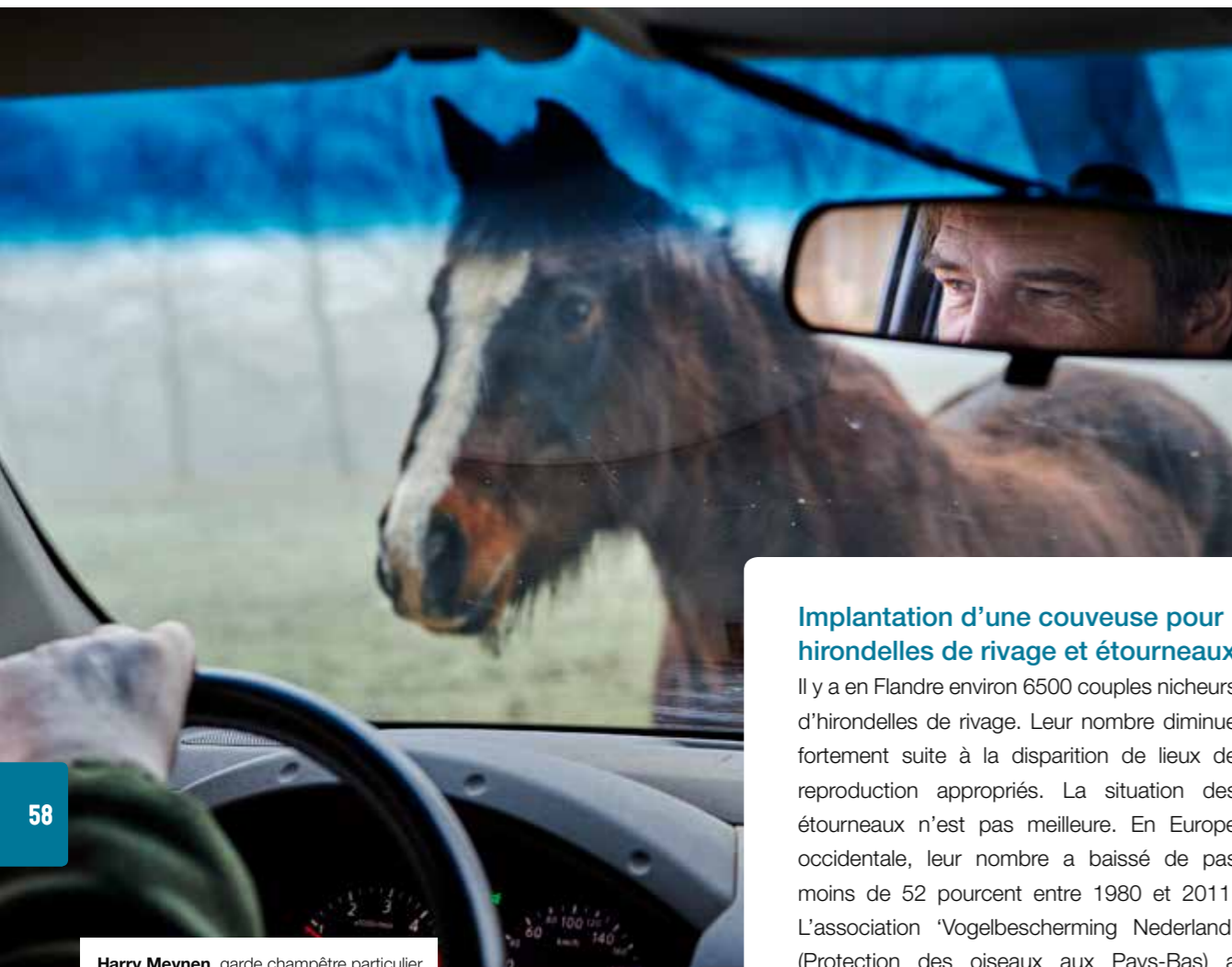
Toujours plus de nichoirs

Des bagueurs d'oiseaux agréés sont depuis des années déjà actifs sur le domaine. Harry Meynen les connaît bien : « Ils perpétuent une tradition qui a vu le jour il y a 100 ans en Belgique, en vue de comprendre les habitudes de migration des oiseaux sauvages. Dans la zone boisée du SCK•CEN, des membres de l'association 'Kerkulienwerkgroep Vlaanderen' baguent chaque année les petits des oiseaux de proie qui y nichent. Des dizaines de nichoirs adaptés aux différentes espèces sont dispersés dans le domaine pour les oiseaux chanteurs de plus petite taille. »

32 nouveaux nichoirs ont été installés en 2014 pour diverses espèces de mésanges, le gobe-mouche noir, le rouge-queue à front blanc et la sittelle torchepot. Il y a de ce fait sur le domaine du Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire quelque 120 nichoirs occupés à raison de 90 pourcent ; la preuve que la multiplication des hébergements pour ces oiseaux est utile.

Au printemps 2015, l'équipe de gestion des bois de Harry Meynen installera encore plusieurs nichoirs : « Le travail de baguage qui y est associé permet non seulement aux bagueurs de comprendre les habitudes de migration des oiseaux, mais leur donne également un aperçu de la survie et de la dispersion des différentes espèces. »





Implantation d'une couveuse pour hirondelles de rivage et étourneaux

Il y a en Flandre environ 6500 couples nicheurs d'hirondelles de rivage. Leur nombre diminue fortement suite à la disparition de lieux de reproduction appropriés. La situation des étourneaux n'est pas meilleure. En Europe occidentale, leur nombre a baissé de pas moins de 52 pourcent entre 1980 et 2011. L'association 'Vogelbescherming Nederland' (Protection des oiseaux aux Pays-Bas) a proclamé 2014 année de l'étourneau parce que le nombre de couples nicheurs aux Pays-Bas a baissé de quatre pourcent par an en moyenne au cours des 30 dernières années.

Que fait le SCK•CEN à cet égard ? Harry Meynen : « Notre équipe a construit, principalement à l'aide de matériel de récupération, une couveuse pouvant accueillir 50 couples nicheurs et convenant aux deux espèces d'oiseaux. Les étourneaux ont tout de suite compris le système. La couveuse ne se trouvait sur le domaine que depuis quelques jours qu'ils étaient déjà là, avec à la clé plusieurs dizaines de couvées. »

Il ne reste plus qu'à attendre de voir si les hirondelles de rivage trouveront le chemin de la couveuse. Peut-être les étourneaux ne toléreront-ils pas d'autres visiteurs ?

« Il y a sur notre domaine 120 nichoirs qui sont occupés à 90 pourcent. »

Harry Meynen, garde champêtre particulier

« Un permis environnemental, c'est comme un permis de conduire »

Feu vert jusqu'en 2031

Le Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire a obtenu en 2014 un permis environnemental à moyen terme en tant qu'entreprise de Classe I. Ce permis a pu être obtenu après que les autorités publiques ont clairement défini les règles applicables aux établissements nucléaires. Maintenant qu'il possède cette autorisation, le SCK•CEN s'attèle à un certain nombre de points à améliorer et consacre une grande attention à la sensibilisation et à la formation.



En plus de l'infrastructure nucléaire comprenant des réacteurs et des laboratoires nucléaires, le SCK•CEN exploite également toutes sortes d'installations non nucléaires. Il s'agit notamment d'installations pour le déversement des eaux usées, d'entrepôts pour substances dangereuses, de laboratoires, d'installations de captage d'eaux souterraines et de diverses installations techniques telles que des transformateurs et des installations de chauffage et de refroidissement.

Le flou prédomine

La situation des entreprises et des établissements nucléaires a longtemps été floue : devaient-elles, en plus d'une autorisation

d'exploitation nucléaire, également disposer d'un permis environnemental ? Les compétences en matière de délivrance d'autorisations de licences sont partagées entre les autorités fédérales et régionales. Ce qui ne facilitait pas la situation : le Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire est un établissement d'utilité publique fédéral, alors que le permis environnemental est une matière flamande. Et le contrôle des rayonnements ionisants est à son tour une compétence fédérale.

En 2010, le gouvernement de l'époque a fixé, dans un projet de protocole, les premières démarches visant à clarifier les procédures de permis pour les entreprises nucléaires. Un échange d'informations entre les autorités compétentes a été convenu. La décision a ainsi été prise de s'atteler au permis environnemental.

Autorisations insuffisantes

Une analyse de la situation en matière de permis a fait apparaître qu'il n'existait pas de permis environnemental pour les installations non nucléaires. Il y avait donc du pain sur la planche.

Hilde Swerts est entrée en fonction en tant que coordinatrice environnementale en vue de mener le projet à bonne fin : « J'ai constaté un certain nombre de non-conformités. Les autorisations

dont disposait le SCK•CEN étaient insuffisantes. En 2012, nous avons entamé un dialogue avec les principales autorités impliquées dans l'octroi de permis, à savoir l'Agence fédérale de contrôle nucléaire, le département Environnement, Nature et Énergie du gouvernement flamand et la province d'Anvers. Nous avons discuté de la problématique lors de réunions de concertation et avons cherché un moyen constructif de régler le plus rapidement possible la situation relative aux permis. »

Une demande par la voie approuvée

Hilde Swerts a établi une demande de permis environnemental sur la base des accords conclus : « Il s'agit d'un dossier détaillé contenant des informations générales sur l'entreprise, des données techniques sur toutes les installations pour lesquelles un permis est demandé, et des plans. Mais il a d'abord fallu inventorier, analyser et traiter toutes ces données, et dessiner les plans, ce qui n'a pas été une mince affaire. J'ai fort heureusement pu compter sur la coopération de collègues de différents services et bâtiments. »

Le SCK•CEN a suivi la procédure de demande fixée par la loi, affirme Hilde Swerts : « Nous avons introduit le dossier de demande auprès de la province d'Anvers au cours du printemps 2014. Le dossier a été évalué par plusieurs organes consultatifs et une enquête publique a été réalisée par la commune de Mol. J'ai activement suivi le dossier pendant tout le processus consultatif. Des questions requérant une réponse experte ont été posées et la section 'Permis environnementaux' du département Environnement, Nature et Énergie est venue sur place pour examiner et évaluer les installations faisant l'objet de la demande. »

Sur la base des avis, la commission provinciale des permis environnementaux a émis un avis à l'attention de la députation de la province d'Anvers, afin que celle-ci puisse prendre une décision finale. Le Centre d'Étude de l'Énergie Nucléaire a été informé de la décision fin septembre 2014 : le permis environnemental était octroyé jusqu'en 2031 pour toutes les installations faisant l'objet de la demande.

Nouveaux défis

Mais l'histoire des autorisations n'est pas terminée. Un premier défi consiste à maintenir la situation en matière de permis à jour. À chaque extension ou cessation de certaines activités,

le coordinateur environnemental évalue si une modification du permis environnemental doit être demandée. Hilde Swerts : « L'exploitation des installations est en outre soumise à toute une série de conditions environnementales. Le SCK•CEN dispose maintenant peut-être du bon permis de conduire, mais ce n'est pas pour autant qu'il ne doit pas respecter le code de la route. Je vérifie dès lors si nos installations continuent à satisfaire aux exigences. Les premières démarches en ce sens ont déjà été entreprises parallèlement à la demande d'un permis environnemental : les problèmes ont été définis sur la base d'une analyse de conformité des installations ayant l'impact environnemental le plus élevé, et nous avons pris les mesures correctrices nécessaires. Un tel processus demande du temps et un suivi permanent. Je stimule l'écocitoyenneté de mes collègues en les sensibilisant à la gestion de l'environnement, en communiquant à propos de la législation, en donnant des formations et en prodiguant des conseils dans le cadre de nouveaux projets. »

Un autre défi attend encore le Centre d'Étude de l'Énergie Nucléaire : les autorités publiques ont décidé d'intégrer le permis environnemental et le permis d'urbanisme dans une seule et même procédure. Le centre d'étude suit les évolutions de près et prend des mesures pour mettre sa situation en matière de permis à jour en temps utile.

2031

Un permis environnemental pour nouveau jalon

En tant que fondation d'utilité publique et centre de recherche nucléaire, le SCK•CEN est conscient de ses responsabilités envers l'environnement. L'obtention du permis environnemental marque un tournant clair et un stimulant supplémentaire dans la poursuite de l'intégration du facteur environnemental dans l'ensemble des processus. Le suivi et l'amélioration futurs de nos performances environnementales sont des aspects fondamentaux de nos objectifs. Notre permis environnemental, valable jusqu'en 2031, forme la clé de voûte du développement futur de la politique environnementale du SCK•CEN.

Fernand Vermeersch

Responsable du Service Interne pour la Prévention et la Protection au Travail (SIPPT)





Optimisation
ambitieuse

04

« Valoriser la connaissance est un art »

Le Business Development & Support
à sa vitesse de croisière

Comment le Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire peut-il générer des revenus en vue de maintenir son excellence scientifique ? Ivan Pittevils, directeur du département *Business Development & Support*, en explore les possibilités.

Interview avec
Ivan Pittevils,
Directeur du BD&S



Le SCK·CEN génère depuis des années déjà des revenus en plus des dotations qu'il reçoit des autorités fédérales. Dans quelle mesure la contribution apportée par les autorités peut-elle encore évoluer ?

Ivan Pittevils : La dotation publique n'augmente pas du tout en fonction du coût de la vie, contrairement aux coûts du SCK·CEN : frais salariaux, coûts liés aux marchandises ou aux services fournis par des tiers et coûts relatifs aux investissements réalisés pour pouvoir maintenir notre excellence scientifique. Aujourd'hui, les autorités fédérales apportent 40 pourcent des moyens requis, et le Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire génère lui-même 60 pourcent de ses revenus.

Entretemps, le Centre d'étude doit réaliser d'importants investissements, comme la rénovation du réacteur BR2 en 2015, pour ne citer que celui-là.

Ivan Pittevils : Les défis auxquels nous sommes confrontés sont nouveaux et plus variés. Les autorités fédérales disposent d'une marge budgétaire trop étroite pour distribuer des moyens supplémentaires et le SCK·CEN a effectivement besoin de réaliser d'importants investissements et doit également faire face aux investissements en matière de sécurité imposés par les autorités. Les frais de fonctionnement poursuivent leur courbe ascendante et suite à la rénovation du réacteur BR2, nous verrons temporairement une partie de nos revenus disparaître.

Y a-t-il une solution immédiate à cet égard ?

Ivan Pittevils : Le SCK·CEN rivalise d'efforts pour compenser la disparition temporaire d'une partie de ses revenus, et il y parviendra en partie. Mais la situation démontre qu'il est également indiqué de procéder à des adaptations structurelles devant contribuer, à long terme, à une consolidation durable de notre situation financière. Une base solide nous maintient au sommet dans le monde de la recherche nucléaire et fait de nous un employeur attractif pour les scientifiques.

« Il y a du potentiel dans divers domaines et d'autres possibilités ne manqueront certainement pas de se présenter. »

Il s'agit dès lors de valoriser les connaissances propres. Mais comment une telle organisation peut-elle y parvenir ?

Ivan Pitteville : Nous avons d'abord analysé nos revenus. Le résultat était sans surprise : ces revenus proviennent principalement du domaine nucléaire. Ce qui est logique, car c'est de là que vient la demande, et on ne peut pas non plus proposer les services spécifiques offerts par le SCK·CEN à tout le monde. Nous devons respecter les règlements et les traités. Mais il y a encore des possibilités.

Lesquelles ?

Ivan Pitteville : Nous devons, dans une première phase, bâtir sur ce qui existe déjà. J'ai tout d'abord été frappé par le fait que le SCK·CEN possède peu de brevets. Nous allons dès lors développer un automatisme consistant à tenir compte du potentiel en matière de droits de propriété intellectuelle au début de chaque projet. Un deuxième atout important est notre expérience des radioisotopes à des fins médicales. Nous devons réagir de manière proactive à l'évolution rapide de la médecine nucléaire en fournissant des produits de base pour le développement de traitements anticancéreux ciblés. Troisièmement, de nombreuses centrales électriques plus anciennes seront mises hors service au cours des dix prochaines années. Cela signifie décontaminer, démonter et déconstruire. Les organisations chargées des opérations peuvent faire appel au Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire à cet effet, car nous disposons d'une expérience en la matière, notamment suite au démantèlement de notre réacteur BR3. Nous sommes l'un des rares instituts au monde à pouvoir dire qu'il a démantelé tout un réacteur nucléaire. Ce serait magnifique si nous pouvions aider le Japon en coordonnant le démantèlement d'un certain nombre de centrales nucléaires ... Il y a donc un potentiel dans divers domaines et d'autres possibilités ne manqueront certainement pas de se présenter.

Le SCK·CEN dispose-t-il en interne du personnel nécessaire pour réaliser ces ambitions au niveau stratégique, juridique et commercial ?

Ivan Pitteville : Cette question a incité la direction à transformer le rôle et la structure de l'ancienne *Business Support Unit* (BSU) en *Business Development & Support* (BD&S) et à mettre plus qu'auparavant l'accent sur le développement commercial. Nous avons engagé de nouveaux collaborateurs.

Vous êtes-vous déjà lancés dans des projets concrets dans l'intervalle ?

Ivan Pitteville : Oui, dans divers domaines. En passant en revue les revenus du centre d'étude, je suis tombé sur un contrat visant à livrer un produit irradié ici à une entreprise du secteur pharmaceutique. Il y a là certainement un potentiel plus vaste. Des filiales pourraient même en découler. Notre service juridique est également en train d'élaborer une procédure visant à contrôler à intervalles réguliers le potentiel de brevet d'un projet. Cela commence bien entendu dès le début du projet. Nous pouvons pour finir générer des revenus financiers supplémentaires par le biais de spin-offs ou de joint-ventures basés sur des développements scientifiques existants et franchissant le pas de la commercialisation des produits développés. Une partie des revenus peut ainsi refluer vers le SCK·CEN.

Cela signifie-t-il que le Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire s'engage dans une voie commerciale ?

Ivan Pitteville : Non. Il ne faut pas oublier une chose à cet égard : notre but n'est pas, en cherchant des revenus supplémentaires, de devenir une entreprise axée sur le profit, mais de continuer à développer nos infrastructures de recherche au plus haut niveau et à attirer des spécialistes de talent. Autrement dit, nous souhaitons développer une activité économique en vue de consacrer les moyens qui en découlent à la réalisation de la raison d'être du SCK·CEN : élargir et approfondir sans cesse les connaissances dans le domaine du nucléaire.

135

cadres lancés dans le processus de 'people management'

Suite à une large enquête interne et des discussions préparatoires, 135 cadres-dirigeants ont entamé un parcours de 'people management'. Objectif : conscientiser nos leaders et leur faire tirer parti des talents de leurs collaborateurs. La matière première majeure d'un centre de recherche, c'est son personnel. Plus que jamais notre politique est de donner l'occasion à notre personnel de se former, aussi en 'soft skills'.

Christian Legrain

Secrétaire général



Allô le helpdesk ?

L'ancien bâtiment téléphonique transformé en département ICT

Début 2015, tous les collaborateurs du département ICT ont déménagé dans un bâtiment qui leur est entièrement réservé. Le bâtiment téléphonique existant a été rénové de fond en comble et flanqué d'un tout nouveau centre de données. Les clients ICT du SCK•CEN n'ont quasi rien remarqué. Grâce, notamment, au suivi rigoureux des services techniques du centre d'étude et à l'expérience du département ICT, le déménagement s'est déroulé sans problème.

Un projet de rénovation des bâtiments est depuis de nombreuses années déjà en cours dans le Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire. Lorsque ce fut au tour du bâtiment central de Médecine, on constata rapidement qu'il était trop petit pour abriter tous les services présents. L'une des solutions consistait à faire déménager le groupe d'expertise *Technologies de l'information et de la communication* (ICT). L'ancien bâtiment téléphonique, où se trouvait auparavant encore un grand central téléphonique, s'est alors avéré l'endroit idéal pour abriter pour la première fois tous les collaborateurs du département ICT dans un seul et même bâtiment. D'où l'idée de

l'agrandir et de le transformer en un bâtiment ICT à part entière, et de le flanquer d'un centre de données moderne.

Plus de 60 ans d'histoire

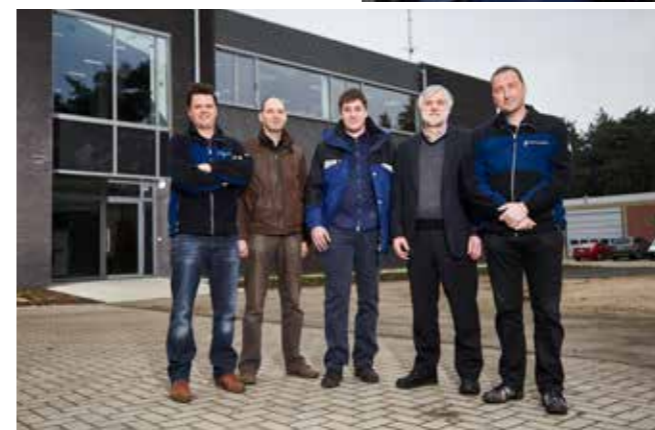
Déjà lors de sa création en 1952, le Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire disposait d'un service informatique, à l'époque encore appelé 'mathématiques appliquées', qui avait son propre bâtiment. Lors de la séparation avec le *Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek* (VITO, Institut flamand pour la Recherche technologique) en 1991, le bâtiment et l'infrastructure ICT ont été transférés au VITO. C'est à ce moment que le

SCK•CEN a lancé le projet Infoplan : le développement d'une infrastructure ICT propre.

En 1994, le réseau, les serveurs et un vaste parc de PC étaient opérationnels et de nouveaux collaborateurs ont été engagés. L'équipe Infoplan s'est rapidement développée et a déménagé d'un bâtiment à l'autre pour finir par s'installer définitivement dans le bâtiment Médecine en 1999, où un petit local de



« Tous les collaborateurs ICT se trouvent pour la première fois ensemble dans un bâtiment qui leur est entièrement réservé. »



serveurs a été installé à l'aide de moyens limités. Le groupe n'a cessé de croître et l'équipe des concepteurs de logiciels a même finalement dû déménager vers un autre bâtiment.

Centre de données moderne

Le bâtiment téléphonique existant a été complètement rénové, réorganisé et agrandi d'un étage, de locaux techniques et d'un centre de données. Aujourd'hui, le SCK•CEN dispose d'un centre de données moderne et efficace sur le plan énergétique. Son infrastructure critique du réseau et des serveurs est centralisée et protégée de manière

optimale au moyen notamment d'une protection antieffraction, d'une surveillance permanente et d'un contrôle d'accès. Le centre de données contient le nouveau nœud du réseau en fibres optiques de tout le campus et des accès à l'Internet. Prêt pour l'avenir, il abrite des serveurs, de la capacité de stockage et des équipements de sécurité. De la place est également prévue pour un cluster de calcul dernière génération. Et si cela s'avère nécessaire, le centre de données pourra encore être élargi. Grâce à un réseau d'alimentation de secours propre et à un groupe électrogène Diesel, le bâtiment ICT peut continuer à fonctionner de manière autonome en cas de black-out. L'opérationnalité de l'infrastructure ICT est ainsi garantie.

Tous ensemble

Le département ICT compte aujourd'hui trois équipes : le helpdesk, la gestion systèmes et la conception de logiciels. Les 22 collaborateurs se trouvent pour la première fois ensemble dans un bâtiment qui leur est entièrement réservé, ce qui profitera certainement à l'organisation du travail et à la prestation de services aux utilisateurs finaux. L'engagement du département ICT dans plusieurs projets de gestion de grande envergure, notamment dans le domaine de la cybersécurité, en sort également renforcé.

Le CIA renforce la cybersécurité

Approche intégrale des risques numériques

Des centres de recherche tels que le SCK•CEN dépendent de plus en plus de systèmes numériques et d'outils informatiques. De ce fait, le risque d'infections numériques et de cyberattaques s'accroît. Le nouveau groupe Cybersecurity prend des mesures préventives supplémentaires pour encore mieux protéger les éventuelles vulnérabilités au niveau ICT.

Le groupe d'expertise ICT surveille depuis des années déjà la sécurité des technologies de l'information et de la communication au sein du SCK•CEN. Le groupe Cybersecurity a été créé en vue de renforcer cette surveillance. Le groupe a lancé un projet de gestion de la cybersécurité basé sur un schéma général fixant les lignes d'action et définissant les responsabilités en matière de gestion du risque.

Récapitulation de toutes les composantes

Au sein du Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire, la cybersécurité va bien plus loin que les seuls ordinateurs et connexions réseau. Elle porte également sur toutes les composantes numériques pouvant être commandées, comme par exemple l'éclairage, la ventilation et les appareils de mesure. Un inventaire de toutes les composantes entrant en considération pour la cybersécurité, a ainsi été dressé. L'équipe en charge de la cybersécurité

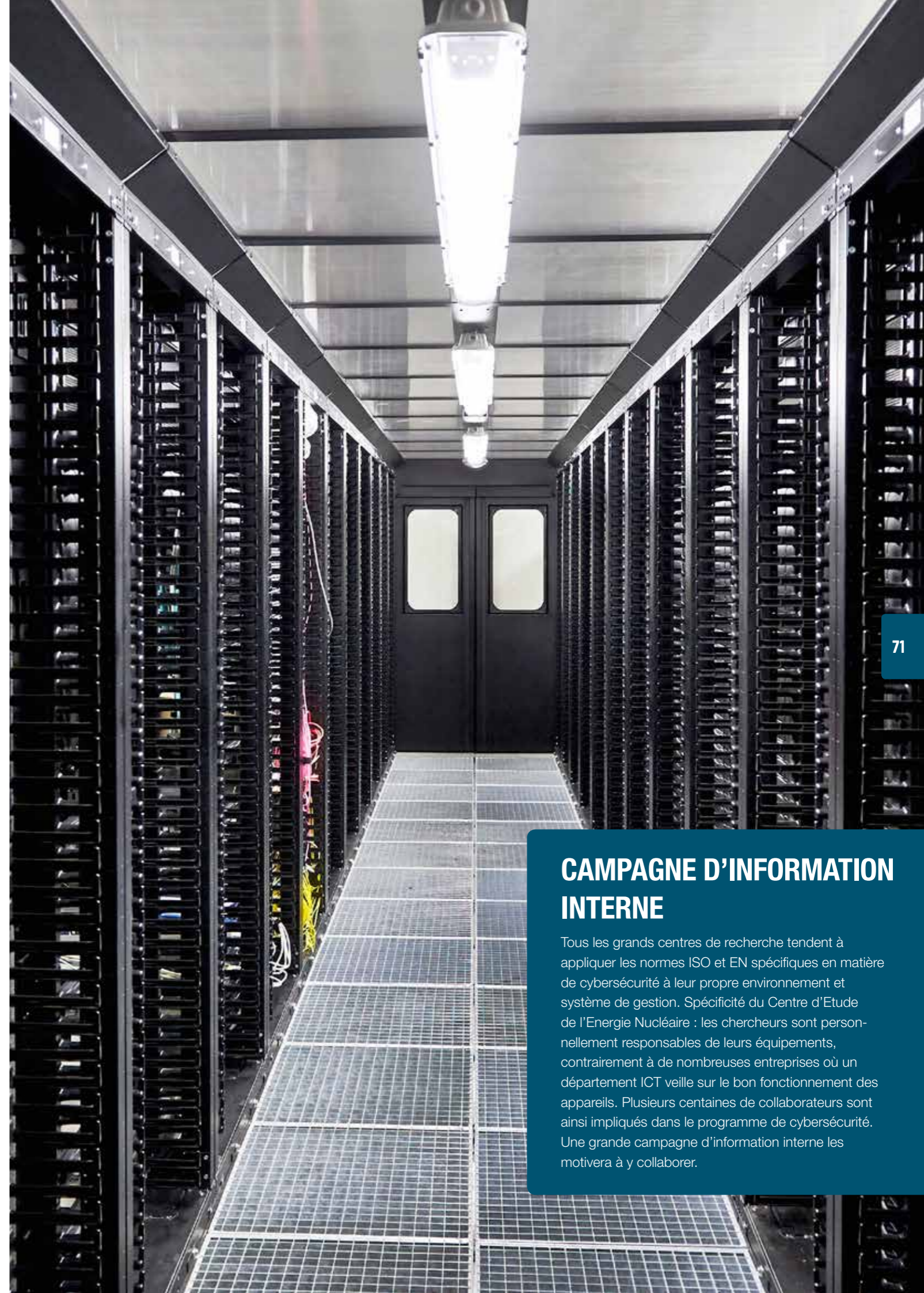
examine les risques spécifiques en collaboration avec les propriétaires des équipements.

Contrôler le 'CIA'

Une surveillance constante de la cybersécurité requiert des logiciels spéciaux qui tiennent le réseau à l'œil, éliminent les virus et contrôlent la présence de toute communication avec des adresses suspectes.

Le SCK•CEN développe constamment de nouveaux logiciels. Les concepteurs de logiciels et l'équipe de sécurité examineront désormais ensemble quelles mesures peuvent être prises pour protéger les informations. Ils évaluent toujours le 'CIA' des informations : *Confidentiality, Integrity et Availability*. L'équipe de sécurité examine pour chaque élément d'information si le CIA est respecté et quelles sont les conséquences lorsque l'une des trois composantes disparaît.

Une première série d'essais a entretemps été réalisée. Aucune trace de cyberattaque prolongée et ciblée n'a été constatée.



CAMPAGNE D'INFORMATION INTERNE

Tous les grands centres de recherche tendent à appliquer les normes ISO et EN spécifiques en matière de cybersécurité à leur propre environnement et système de gestion. Spécificité du Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire : les chercheurs sont personnellement responsables de leurs équipements, contrairement à de nombreuses entreprises où un département ICT veille sur le bon fonctionnement des appareils. Plusieurs centaines de collaborateurs sont ainsi impliqués dans le programme de cybersécurité. Une grande campagne d'information interne les motivera à y collaborer.

La SCK•CEN Academy partage son expertise avec le monde

Démantèlement & Radioprotection dans le secteur médical

Mettre les connaissances acquises à la disposition de la société : tel est le but de la SCK•CEN Academy for Nuclear Science and Technology. La formation a été étendue aux techniques de démantèlement pour les installations nucléaires et à la radioprotection dans le secteur médical. Les spécialistes du Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire désirent plus que jamais partager leur expertise avec le monde entier.

Le SCK•CEN possède une grande expérience en matière de science et de technologie nucléaires. Les chercheurs disposent d'installations nucléaires uniques et mènent tous les jours des recherches innovatrices. Si le SCK•CEN est bien entendu connu en tant qu'institut de recherche nucléaire, il fait également figure de partenaire en matière de formations et ce, aussi bien en Belgique qu'à l'étranger.

Connaissances cruciales sur les rayonnements ionisants

Le Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire a notamment pour mission de maintenir et d'élargir l'expertise nucléaire. La SCK•CEN Academy a été chargée de promouvoir la transmission des connaissances, aptitudes et attitudes propres au nucléaire, aux étudiants et aux professionnels travaillant aux applications pacifiques dans les

domaines de la radioactivité et connexes. Elle contribue à la formation d'une main-d'œuvre experte pour le secteur industriel et le secteur des soins de santé, les milieux de la recherche et les décideurs politiques. Car, s'ils maîtrisent les rayonnements ionisants de manière approfondie et sûre, cela conduira à de nouvelles applications qui profiteront à la société.

Démantèlement d'installations nucléaires

Plusieurs installations nucléaires sont arrivées à un âge où leur démantèlement est devenu nécessaire. Afin de mener à bien une opération de cette envergure, une grande expertise en matière de planification et de techniques est requise. La SCK•CEN Academy a dès lors développé une formation sur-mesure pour le compte de GDF SUEZ. En 2014, deux sessions d'une formation ouverte assortie d'un programme défini, ont été données en Belgique. Les participants venaient des principales entreprises et organisations qui sont ou seront dans le futur impliquées dans des projets de démantèlement dans notre pays. Pour l'avenir, la SCK•CEN Academy examine s'il est possible de donner des formations en matière de démantèlement au niveau européen. Les scientifiques du SCK•CEN sont d'ailleurs invités à donner des présentations à ce sujet lors de conférences spécialisées.

Radioprotection dans le secteur médical

Le Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire donne depuis un certain temps déjà des formations sur la protection contre les



rayonnements ionisants et se voit pour cela régulièrement confier de nouvelles missions. Les formations ont dès lors été étendues et adaptées à un public médical. La SCK•CEN Academy a ainsi développé une formation de quatre jours pour un groupe d'ingénieurs de service auprès d'un producteur d'appareils d'imagerie médicale. Une collaboration avec la Fédération belge de l'industrie des technologies médicales a également vu le jour et vise les techniciens qui installent et entretiennent les équipements médicaux dans les hôpitaux, ou qui fournissent une assistance technique lors d'interventions.

En concertation avec l'Agence fédérale de contrôle nucléaire (AFCN), la SCK•CEN Academy participe également au programme CPD (Continuous Professional Development) destiné aux médecins du travail responsables du suivi médical de personnes occupées dans des entreprises nucléaires, et à tous ceux qui sont impliqués dans le contrôle et la surveillance de la protection contre les rayonnements ionisants. Ces personnes sont tenues de suivre des formations complémentaires en vue de renouveler leur accréditation AFCN. Le SCK•CEN a donné en 2014 plusieurs sessions auxquelles ont chaque fois participé plus de 50 médecins.

Nouveau programme : déchets et stockage

La SCK•CEN Academy continuera ces prochaines années à transmettre ses connaissances sur le démantèlement d'installations nucléaires et la radioprotection dans le secteur médical, en plus de l'offre déjà importante dans d'autres domaines tels que la technologie et les matières nucléaires, le plan d'urgence, la radiobiologie et la radioécologie... Et l'objectif spécifique pour 2015 ? Un nouveau programme de formation sur les déchets et le stockage de matières nucléaires.



« Dans l'intérêt de la science et de la société, nous collectons des connaissances et acquérons de l'expérience dans le domaine du nucléaire, afin de le transmettre aux générations suivantes. »

A la pointe du savoir grâce au Learning Centre

Renforcer les performances et le bien-être

Le Learning Centre du SCK•CEN a pour mission de développer les compétences des membres du personnel du centre d'étude, des étudiants-doctorants, des intérimaires et des collaborateurs externes. Le Learning Centre organise à cet effet une série de formations spécifiquement axées sur les attentes et les besoins des différents groupes cibles.

Le Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire est convaincu que de telles formations influencent non seulement les performances des participants, mais augmentent également le bien-être des travailleurs, car un collaborateur informé se sent souvent mieux dans sa peau.

280 sessions de formation

En 2014, le Learning Centre a organisé environ 280 sessions de formation, représentant au total quelque 1 700 participations individuelles. Une attention plus soutenue a également été accordée à des parcours de formation plus étendus sur la gestion des ressources humaines, la gestion financière et la gestion de projet. En vue de soutenir le processus de formation, le Learning Centre a développé, conjointement avec le groupe d'expertise ICT et un partenaire externe, une base de données

permettant de gérer l'offre dynamique des formations classiques. Cette base de données reprendra prochainement également les formations sur le tas qui sont encadrées par un mentor.

Approche systématique

Le Learning Centre suit les conventions internationales en matière de formation et considère les compétences comme un ensemble de connaissances, d'aptitudes et d'attitudes. C'est la raison pour laquelle ces aspects

sont abordés de manière équilibrée. Lors du développement des formations, le Learning Centre applique une approche systématique. Une analyse des besoins est tout d'abord effectuée : quelles formations sont nécessaires pour quel groupe cible ? Vient ensuite l'organisation : le Learning Centre peut opter pour des experts externes ou des chargés de cours internes (la SCK•CEN Academy pouvant intervenir en tant que fournisseur pour certains thèmes nucléaires spécifiques). Pour finir, il y a le suivi : quel est le feed-back, à quel point la formation a-t-elle été efficace, a-t-elle réellement entraîné un changement dans le comportement en situation professionnelle des participants ?



« Des collaborateurs bien formés sont plus performants et se sentent mieux dans leur peau. »

Une stratégie participative

Fin 2014, le Learning Centre a réalisé une enquête auprès de l'ensemble des collaborateurs. Il en a clairement résulté que la majorité des collaborateurs se sentent impliqués et retirent un avantage de la stratégie de formation actuelle. Les principaux points à améliorer se rapportent à l'optimisation de la détection des besoins et la concertation avec les collaborateurs concernés et leur hiérarchie, mais par exemple aussi avec les Ressources humaines et le service de sécurité. Le Learning Centre s'attèle également au développement de processus et d'outils visant à soutenir le climat d'apprentissage au sein du SCK•CEN.



QUATRE CATÉGORIES DE FORMATION

L'offre de formation du Learning Centre est divisée en quatre catégories, correspondant à la mission et aux valeurs du Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire :

- 1. Sécurité et sûreté**, une évidence compte tenu du contexte dans lequel le SCK•CEN opère.
- 2. Compétences scientifiques et techniques**, en vue de soutenir aussi bien les scientifiques que les techniciens.
- 3. Compétences personnelles et de gestion**, en vue de renforcer l'efficacité au travail, la collaboration et la communication.
- 4. 'Ton environnement professionnel'**, des sessions d'information destinées aux nouveaux collaborateurs concernant les bâtiments, les installations, les activités et l'organisation du SCK•CEN.

Lancement du programme de gestion des ressources humaines

Une approche positive pour développer les talents

Le SCK•CEN ne peut évoluer que s'il continue à stimuler la créativité et la capacité d'innovation de ses collaborateurs. Une bonne gestion sur le lieu de travail y contribue sans aucun doute. Le Learning Centre et le département de Ressources humaines ont uni leurs forces en vue de développer un parcours d'apprentissage en matière de gestion des ressources humaines.

Une enquête sur le bien-être réalisée auprès du personnel a fait ressortir une demande explicite d'une meilleure communication entre les collaborateurs. Lors d'un atelier à grande échelle, les groupes de travail se sont penchés avec les cadres et les collaborateurs sur le thème de la gestion des ressources humaines ou *people management*. Fin septembre 2014, quelque 135 collaborateurs participaient au kick-off du premier parcours d'apprentissage. Répartis en neuf groupes, ils étaient invités à travailler sur le thème de la gestion des ressources humaines au cours de cinq réunions. Il s'agit aussi bien de cadres, de coordinateurs et de responsables de projet que d'autres collaborateurs.

Lors du kick-off, les membres de la direction du SCK•CEN ont expliqué pourquoi ils soutiennent ce parcours, quels sont les points forts de celui-ci et ce qu'il leur a déjà apporté. Le grand avantage est que le parcours va de haut en bas : la direction s'est lancée en premier, a réfléchi à son niveau à la gestion des ressources humaines et peut ainsi faire la promotion de l'initiative.

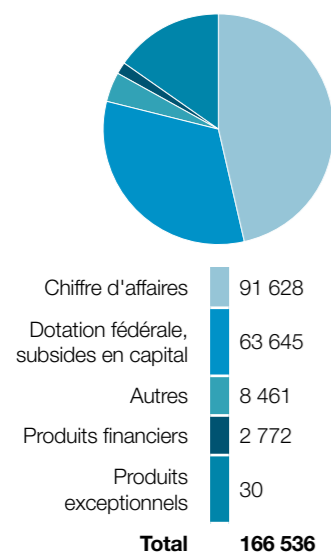
« L'accent est mis sur les aspects positifs dans le travail et sur les talents des collaborateurs. »

Un bureau externe coordonne le parcours de formation. L'accent est mis davantage sur les aspects positifs dans le travail et les talents des collaborateurs que sur les manquements. Cette approche positive n'est pas un sauf-conduit pour que tout le monde fasse ce qu'il a envie. Au contraire, l'importance de la conclusion d'accords clairs menant à un résultat est soulignée. Autrement dit, ce n'est pas 'ce' qui doit être atteint qui est mis en cause, mais 'comment'. Il est clair qu'il ne s'agit pas là d'une initiative unique ou isolée : le SCK•CEN souhaite évoluer vers une plus grande participation des collaborateurs et introduira à cet effet encore d'autres processus, méthodes de travail et initiatives.

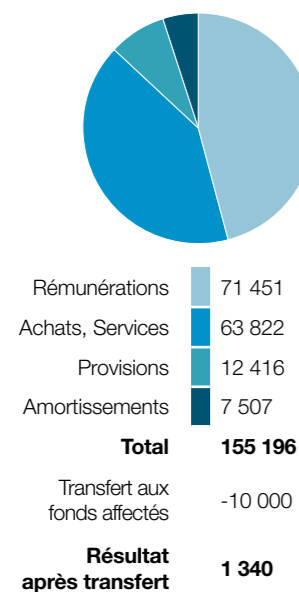


Chiffres clés 2014

Produits 2014 (en kEUR)



Charges 2014 (en kEUR)



Tout comme en 2013, le chiffre d'affaires (revenus propres) du SCK·CEN a augmenté en 2014 pour atteindre un record de 91,6 MEUR, dont 28 MEUR sont liés au fonds du Passif Technique (une compensation des coûts pour les travaux de démantèlement et le traitement des déchets d'installations mises en service avant 1989).

Sans ce fonds, le chiffre d'affaires de 2014 atteint le même niveau exceptionnellement élevé que celui de 2013. Tandis qu'en 2013, le chiffre d'affaires avait été positivement influencé par un cycle supplémentaire dans le réacteur BR2 destiné à l'approvisionnement en radioisotopes médicaux, en 2014, les revenus supplémentaires ont principalement été réalisés grâce à de nouveaux tests de matériaux et analyses pour les centrales nucléaires de Doel et de Tihange.

Si l'on ajoute les dotations et les subsides de l'Etat fédéral - qui incluent la réduction du précompte professionnel pour les chercheurs -, les produits (revenus) s'élèvent à 166,5 MEUR pour l'année 2014. Déduction faite des charges totales de 155,2 MEUR, on obtient un résultat positif de 11,34 MEUR pour transfert aux fonds affectés. Le résultat (bénéfice) après transfert aux fonds affectés s'élève à 1,3 MEUR (les fonds affectés couvrent essentiellement les investissements futurs.)

Les frais de personnel connaissent une évolution normale. Ils suivent l'augmentation de l'effectif, qui s'est encore élargi de 24 collaborateurs pour atteindre 736 membres du personnel à la fin 2014.

Les frais totaux de personnel s'élèvent à 71,5 MEUR, soit 46 % du total des charges, ce qui correspond aux chiffres de 2013. En équivalents temps plein, l'effectif total a augmenté de 16 unités en 2014.

Les achats et services ont augmenté de 23,7 % par rapport à 2013. Cette hausse s'explique en grande partie par des coûts plus élevés de démantèlement et de traitement des déchets - qui ne sont que partiellement compensés par le fonds du Passif Technique - et par des dépenses plus importantes pour MYRRHA.

Résumé du bilan social 2014

Nombre de travailleurs au 31 décembre 2014

	temps plein	temps partiel
Contrat à durée indéterminée	574	92
Hommes	511	56
Femmes	130	39
Travailleurs entrés en fonction	80	3
Travailleurs ayant quitté leur fonction	53	6
Nombre moyen de travailleurs	632	92
Total	641	95

ajustements de prix concernant le traitement des déchets et les grands travaux d'entretien. Au total, les provisions s'élèvent à 52 % du bilan total (côté passif).

En 2014, les valeurs disponibles ont augmenté de 9,6 MEUR par rapport au

31 décembre 2013 et s'élèvent à 46 % du bilan total. L'augmentation nette de 4,7 MEUR du capital d'exploitation a un effet négatif sur la position au comptant et s'explique essentiellement par des revenus propres plus élevés et donc une augmentation des commandes en cours d'exécution. Les fonds propres s'élèvent à 61,9 MEUR, soit 26 % du bilan total.

Les investissements réalisés en 2014 s'élèvent à 17,6 MEUR contre 12,3 MEUR en 2013. Cette augmentation est essentiellement due à la rénovation du réacteur BR2. Le SCK·CEN continue en outre à investir dans la modernisation de ses bâtiments, dans les travaux d'infrastructure et dans MYRRHA.

Après deux années exceptionnellement favorables, le SCK·CEN s'apprête à enregistrer des pertes pour les deux années à venir. Les investissements prévus sont considérables (rénovation de BR2, sécurisation du domaine, modernisation des bâtiments) et la mise à l'arrêt du réacteur BR2 durant sa rénovation implique une perte de revenus propres.

Bilans comparés (en kEUR)

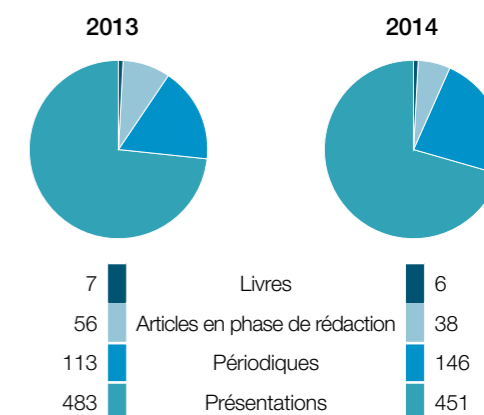
Actif	31/12/14	31/12/13
Immobilisations incorporelles	5 590	4 910
Immobilisations corporelles	42 660	33 303
Immobilisations financières	6 196	6 197
Créances à plus d'un an	385	216
Stocks, Commandes en cours d'exécution	42 777	29 190
Créances à un an au plus	28 758	37 786
Placements de trésorerie	4 956	21 865
Valeurs disponibles	105 896	79 392
Comptes de régularisation	2 932	3 243
Total	240 150	216 102

Passif	31/12/14	31/12/13
Fonds social	61 922	49 818
Provisions pour risques et charges	125 978	113 563
Dettes à plus d'un an	0	0
Dettes financières	0	0
Dettes commerciales	24 552	22 246
Acomptes reçus	17 437	19 996
Impôts, rémunérations et charges sociales	7 932	7 674
Autres dettes	8	9
Comptes de régularisation	2 321	2 796
Total	240 150	216 102

Le SCK·CEN conclut chaque année une série d'engagements de quatre ans avec des universités belges pour la recherche doctorale. Comme l'année dernière, quelque 65 doctorants ont ainsi été soutenus en 2014 ; ces contrats s'élèvent à 6,0 MEUR pour les quatre années à venir. Le SCK·CEN prend en charge la majorité de ce montant, le reste provient de sources externes comme l'industrie, le FNRS/FWO et les programmes-cadres européens.

En 2014, les provisions ont augmenté de 12,4 MEUR (augmentation nette). Le SCK·CEN a constitué 15,2 MEUR de nouvelles provisions pour les dépenses à venir. Sur les provisions existantes, 2,7 MEUR ont été dépensés. Les nouvelles provisions sont principalement dues à des

Output scientifique



Le partage et la diffusion des connaissances scientifiques constituent l'une des tâches principales du SCK·CEN. C'est la raison pour laquelle les chercheurs présentent leur travail lors de nombreuses conférences internationales. Toutes sortes de publications paraissent également dans des revues et autres médias.

2014 en bref

Janvier

p8

21/01
Tom Shokaert lauréat du prix Odissea



© Guy Goossens

p28

30/01
Deux nouvelles installations de l'Institut von Karman font avancer le projet MYRRHA



Mars

06/03
Le SCK•CEN renforce son corps de sapeurs-pompiers avec un puissant véhicule d'incendie



24/03
Le SCK•CEN coordonne le transport de matériel nucléaire non utilisé aux USA

26/03
Les réacteurs de Doel 3 et Tihange 2 à l'arrêt après de nouveaux résultats d'essais menés par le SCK•CEN

Juin

p20

13/06
Le SCK•CEN investit 3 millions dans une nouvelle animalerie

18/06
Le lancement du réacteur Atucha II vient couronner une longue et fructueuse collaboration belgo-argentine



© Nucleoelectrica Argentina S.A.

19/06
Les sapeurs-pompiers mènent un vaste exercice de transport d'eau

Octobre

23/10
Tony Lahoutte remporte le prix 'Prof. Roger Van Geen' du SCK•CEN



Février

p31

18/02
Le Commissaire européen Günther Oettinger rend visite au SCK•CEN pour MYRRHA



Avril

p8

10/04
Le SCK•CEN collabore au nouveau stage pour jeunes de l'Euro Space Center



Août

13/08
Le SCK•CEN soutient les Jeux Européens Special Olympics



Novembre

p8

05/11
Accords signés entre l'IRSN et le SCK•CEN

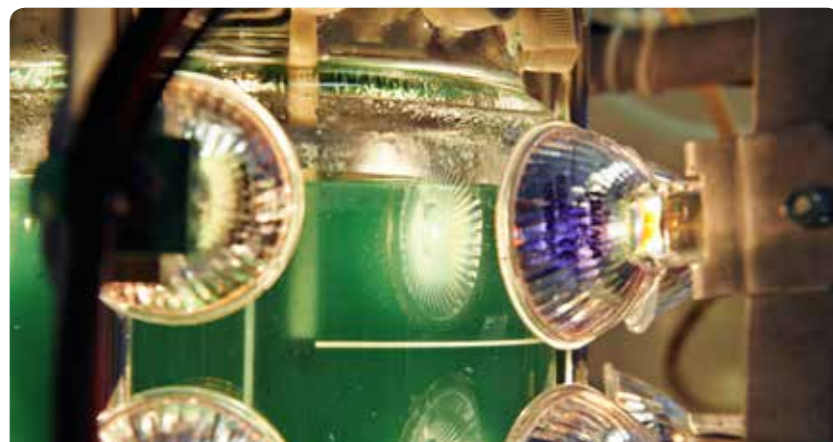


06/11
25 ans de recherche dédiée au recyclage ultime



PLUS DE NEWS SUR NOTRE SITE INTERNET





SCK • CEN
 STUDIECENTRUM VOOR KERNENERGIE
 CENTRE D'ETUDE DE L'ENERGIE NUCLEAIRE

l'essentiel
 2014

SCK • CEN

Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire

Le SCK • CEN est une fondation d'utilité publique ayant un statut de droit privé, sous la tutelle du Ministre de l'Energie.

Laboratoires

Boeretang 200
 BE-2400 MOL

Siège social

Avenue Herrmann-Debroux 40
 BE-1160 BRUXELLES

Editeur responsable

Eric van Walle
 Directeur général

Rédaction

Erik Dams, erikdams.com
 Groupe d'expertise Communication

Photographie

Klaas De Buysser
 klaasdebuysser.be
 SCK • CEN collection de photos

Graphisme

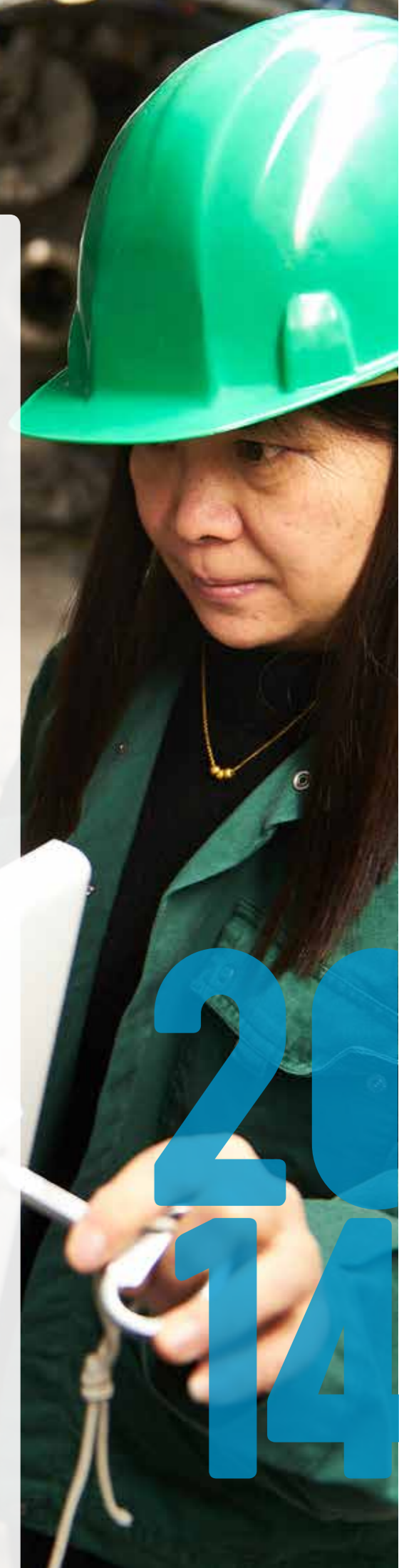
Annelies Van Calster
 leftlane.be

Impression

Drukkerij Van der Poorten
 Leuven

Copyright © 2015 – SCK • CEN

Cet ouvrage est protégé par la loi sur les droits d'auteur (2015). Il ne peut être photocopié ou diffusé, en tout ou en partie, sans l'autorisation écrite préalable du SCK • CEN.



2014

SCK•CEN

Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire

60 ans d'expérience en science
et technologie nucléaire


En tant que centre de recherche pour les applications pacifiques de la radioactivité, le SCK•CEN constitue un maillon incontournable de notre société. Le Centre effectue de la recherche orientée vers le futur et développe des technologies durables. Par ailleurs, il se charge d'organiser des formations et met à disposition ses services et son expertise. Fort de 750 collaborateurs, le SCK•CEN constitue l'un des plus importants centres de recherche de Belgique.

Trois thèmes de recherche caractérisent nos activités :

- La sûreté des installations nucléaires
- La gestion durable des déchets radioactifs
- La protection de la population et de l'environnement contre le rayonnement ionisant

Voulez-vous en savoir plus sur le SCK•CEN ?

Consultez le site www.sckcen.be

 @SCKCEN



L'environnement nous tient à coeur.



La marque de la gestion forestière responsable.



Imprimé avec des encres 100 % biologiques.