



Rapport annuel 2021



www.belv.be



Message du président

Bel V a été créée sous la forme d'une fondation privée, en tant que filiale de l'Agence Fédérale de Contrôle Nucléaire (AFCN), qui délègue à Bel V des activités dans le domaine du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Avec plus de 50 ans d'expérience, Bel V contribue à la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants.

La mission de Bel V pour le suivi de la sûreté des installations nucléaires belges s'inscrit dans le cadre de la stratégie intégrée d'inspection et de contrôle (GIC – «geïntegreerde inspectie- en controlestrategie»). Cette stratégie sur six ans a été élaborée en réponse aux conclusions de la mission IRRS («International Regulatory Review Service») de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) de 2013 et de la mission de suivi en 2018. En 2021, après une demi-période de mise en œuvre, un examen a été effectué. Cette évaluation ainsi que la réflexion sur les ajustements nécessaires de l'approche d'inspection des centrales nucléaires pendant la dernière année avant l'arrêt définitif ont conduit à une adaptation de la GIC, qui ne doit pas être sous-estimée également dans la perspective de la prochaine mission IRRS en Belgique en 2023.

En 2021 également, la pandémie de COVID-19 a contraint Bel V à prendre des mesures, en étroite concertation avec l'AFCN, afin de continuer à assurer la continuité de ses activités et – avec l'AFCN – de

remplir sa mission de protection. La protection maximale des employés et de leurs familles était à nouveau au centre de cette démarche. Bel V a réussi, grâce à la flexibilité nécessaire, à accomplir ses principales tâches, à savoir (1) la vérification du respect des dispositions réglementaires et des procédures d'exploitation dans le domaine de la radioprotection et de la sûreté nucléaire, et (2) l'analyse des études de sûreté soumises par les exploitants.

Pour l'exécution de la mission de contrôle et d'analyse de la sûreté des installations nucléaires, Bel V a besoin d'une équipe pluridisciplinaire d'experts disposant d'un haut niveau de connaissances et de compétences. Le maintien et le développement des compétences nécessaires font également partie des valeurs essentielles que Bel V souhaite promouvoir. C'est pourquoi Bel V dispose d'un système de gestion des connaissances de grande qualité, d'un programme pluriannuel de recherche et développement et d'un programme de formation initiale et continue. Elle dispose également d'outils pour générer, collecter, utiliser, diffuser et stocker des connaissances utiles. Ces outils sont fondamentaux car plusieurs experts ayant des années d'expérience atteindront l'âge de la retraite. Il faut dès lors accorder une attention particulière au transfert de connaissances.

Compte tenu de l'annonce faite par ENGIE Electrabel fin 2020 de ne plus investir dans la prolongation de la durée de vie des centrales nucléaires belges,

l'analyse des activités futures de Bel V s'est poursuivie. Conformément au plan stratégique de Bel V, des efforts spécifiques ont été faits en 2021 pour développer des activités internationales. La stratégie suivie s'est avérée fructueuse, puisque des contrats pluriannuels ont pu être conclus tant avec les autorités de sûreté néerlandaises (ANVS) que norvégiennes (DSA). Notre organisation a donc revu et adapté sa planification à long terme. Cette flexibilité restera essentielle, compte tenu de l'impact sur notre organisation de la décision gouvernementale concernant la prolongation de la durée de vie des deux centrales nucléaires les plus récentes. Je suis fermement convaincu que l'avenir restera passionnant.

En 2021, les résultats obtenus sont nombreux. Nous avons vu la capacité de Bel V à s'attaquer aux problèmes complexes de notre secteur par de nouveaux modes de pensée, de nouvelles approches et de nouvelles coalitions.

Je voudrais – au nom du conseil d'administration – exprimer mes remerciements et ma reconnaissance à l'équipe de direction et à tous les membres du personnel pour les résultats obtenus et pour le professionnalisme dont ils ont fait preuve dans l'exécution de leurs tâches dans ces circonstances difficiles.

Didier MALHERBE
Président du conseil d'administration



Préambule

Bel V, fondation de droit privé constituée le 7 septembre 2007, dont le siège social est actuellement sis à 1070 Bruxelles, rue Walcourt 148, est une fondation ayant pour but de contribuer techniquement et scientifiquement, sans but lucratif, à la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants.

Son fonctionnement est fixé par la loi du 23 mars 2019 introduisant le Code des sociétés et des associations, et par ses statuts, déposés au greffe du tribunal de première instance de Bruxelles.

Fin 2021, son conseil d'administration était composé de :

D. Malherbe,
—— président

J. Annane,
—— présidente du conseil d'administration de l'AFCN

F. Hardeman,
—— directeur général de l'AFCN

J. Germis,
—— membre du conseil d'administration de l'AFCN

S. Vaneycken,
—— membre du conseil d'administration de l'AFCN

Ir M. Jurisse,
—— membre

01. Activités réglementaires en Belgique

- Évaluation générale des installations nucléaires 10
- Aperçu des inspections dans les centrales nucléaires 13
- Aperçu des inspections dans d'autres installations nucléaires 16
- Capacité de réaction et intervention d'urgence 20

02. Évaluations de sûreté et projets nationaux

- Analyse probabiliste de sûreté 26
- Réévaluations périodiques de sûreté 27
- PSR/exploitation à long terme (LTO) – G2 .. 28
- DECOM 29
- Gestion des déchets radioactifs 31
- MYRRHA / MINERVA 32
- SF² – installations d'entreposage du combustible usé 34
- RECUMO 35
- Smart 4F 35
- WENRA 36
- Projets de construction Belgoprocess 37
- Mise en indépendance du bâtiment DE 37

03. Activités et projets internationaux

- Coopération avec les organisations internationales 40
- Collaboration avec les autorités de sûreté . 42
- Collaboration avec les organisations techniques de sûreté 46
- Projets d'assistance internationaux 48

04. Gestion de l'expertise

- Retour d'expérience en Belgique 54
- Retour d'expérience à l'étranger 55
- Gestion des connaissances 56
- Recherche et développement 57
- Formation 71

€. Bilan financier

- Bilan au 31 décembre 2021 74
- Comptes de pertes et profits au 31 décembre 2021 76



Michel Van haesendonck

Éditorial

Cher lecteur,

Rarement nous avons vécu une année comparable à celle de 2021. Nous n'avions jamais eu, dans notre rapport annuel, à revenir sur une année aussi difficile et inédite dans l'histoire de notre organisation.

Tout comme en 2020, nos activités de 2021 ont été fortement impactées par la pandémie de COVID-19. Les mesures spécifiques liées au coronavirus ont été maintenues chez les exploitants d'installations nucléaires. Outre

les inspections sur le terrain, des réunions virtuelles ont de nouveau été régulièrement organisées entre l'exploitant et l'AFCN / Bel V pour suivre l'évolution de la situation et l'incidence potentielle de la crise sur la sûreté nucléaire.

Après l'annonce fin 2020 d'ENGIE Electrabel de son intention d'arrêter tous les investissements liés à la prolongation de la durée de vie des centrales nucléaires, Bel V a entrepris des actions, en collaboration avec les collègues de l'AFCN et de l'exploitant, pour clore

ce projet de manière structurée. Le but était de permettre, dans l'attente de la décision du gouvernement, une éventuelle reprise ultérieure du projet.

Le projet de démantèlement des centrales nucléaires belges est ensuite devenu prioritaire, également du côté de Bel V, et au deuxième semestre de 2021, une nouvelle dynamique était insufflée à ce projet.

Au vu du contexte nucléaire belge, Bel V a accordé en 2021 une attention spécifique aux activités suivantes :

- sur les sites de Doel et de Tihange : les conditions et la capacité d'entreposage pour les différents flux de déchets et le suivi de la construction de nouvelles installations d'entreposage pour combustible irradié ;
- sur le site de Belgoprocess : l'autorisation et le suivi de la construction de divers nouveaux bâtiments, devant offrir une solution aux inquiétudes concernant la capacité d'entreposage future sur le site de Belgoprocess ;
- à l'Institut National des Radioéléments (IRE) de Fleurus : le projet SMART (« Source of Medical Radioisotopes ») ;
- sur le site du Centre d'étude de l'énergie nucléaire (SKC CEN) : le projet RECUMO pour le recyclage d'uranium fortement enrichi (HEU – « High Enriched Uranium ») provenant de l'IRE et le projet concernant l'étude et la réalisation des installations MYRRHA/Minerva.

De nombreuses initiatives qui avaient été adoptées en vue de préparer Bel V au paysage nucléaire

changeant et de poursuivre le développement de nos activités internationales ont rencontré un certain succès en 2021. À compter de 2022, Bel V, membre de consortiums internationaux, va offrir un support technique à des régulateurs étrangers.

Dans ce contexte, je me réjouis également du renouvellement en 2021 de la certification de Bel V selon la norme ISO 9001:2015. Le nouveau certificat englobe désormais également les activités internationales.

Je suis particulièrement fier du positivisme et de la résilience dont l'équipe Bel V a fait preuve en 2021, une année qui, comme vous le lirez, aura été faite de nombreux défis, mais aussi d'opportunités. En cette période inédite, nous avons dû revoir notre façon de travailler, faire preuve de davantage de flexibilité, embrasser des changements technologiques et nous concentrer sur la créativité.

Esprit de recherche, travail d'équipe, ambition, engagement et détermination représentent les fondements de Bel V. Cette introduction à notre rapport annuel 2021 illustre comment nous continuons d'embrasser ces qualités et valeurs, car elles nous motivent et nous inspirent, en particulier dans les périodes les plus incertaines.

J'ai hâte de vous informer, dans nos futurs rapports annuels, de nos avancements et vous souhaite une bonne lecture du présent rapport.

Michel VAN HAESDONCK, Ir
Directeur général

Nombre d'inspections effectuées en 2021 :

Installations Centrale nucléaire de Doel



165

Installations Centrale nucléaire de Tihange



158

Autres installations nucléaires de classe 1



170

Installations nucléaires de classe 2A



76

1.

Activités réglementaires en Belgique



1.1 Évaluation générale des installations nucléaires

Centrales nucléaires

Fin novembre 2021, ENGIE Electrabel a pris la décision de mettre un terme au projet PSR/LTO G2 pour l'exploitation à long terme (LTO – « Long Term Operation ») de deux réacteurs de deuxième génération (G2). Début 2021, Bel V a entrepris plusieurs actions dans ce cadre. La principale a été la documentation de la « situation fin 2020 » afin de pouvoir reprendre le projet rapidement si une décision venait à être prise en ce sens fin 2021 (ou par la suite). Bel V a continué de travailler à l'identification indépendante de possibles faiblesses dans la conception de Doel 4 et Tihange 3, afin de rapidement pouvoir se forger une opinion sur les possibles améliorations de conception qu'ENGIE Electrabel proposerait en cas de reprise du projet PSR/LTO G2.

Suite à l'arrêt du projet PSR/

LTO G2, plusieurs autres projets ont également été réévalués. Le projet « WENRA Reference Levels 2014 » a par exemple fait l'objet d'une profonde révision et plusieurs activités ont été arrêtées ou limitées aux piscines de désactivation (SPF – « Spent Fuel Pools »).

En raison de l'arrêt du projet PSR/LTO G2, des moyens ont été libérés au sein de l'organisation d'ENGIE Electrabel pour démarrer le projet DECOM (auparavant « D&D ») en préparation du démantèlement et plus particulièrement le volet POP (phase post-opérationnelle). La réorganisation au sein d'ENGIE Electrabel a pris du temps, mais une nouvelle dynamique est apparue courant 2021 dans le projet DECOM. D'une part, un nouveau processus (NSRD – « Nuclear Safety Reference Document ») a été initié pour déterminer l'îlot nucléaire (l'ensemble des systèmes qui doivent être liés à la sûreté ou rester fonctionnels dans les différentes étapes de la POP). D'importants

avancements ont été réalisés dans ce volet. D'autre part, d'importants moyens ont été déployés pour le développement d'une vision intégrée globale sur le projet de démantèlement et son organisation, en ce compris l'interaction avec les autres parties prenantes (dont l'Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies (ONDRAF)).

Les travaux pour la construction de bâtiments pour l'entreposage à sec de combustible usé ont été démarrés à la centrale nucléaire de Doel (après l'obtention du permis en juillet 2021) et se sont poursuivis pour la centrale nucléaire de Tihange.

Dans la perspective du démantèlement de Tihange 3, un projet d'étude a également été initié à Tihange afin de rendre indépendant (de Tihange 3) le bâtiment DE destiné à l'entreposage humide de combustible usé afin de le maintenir opérationnel au-delà du démantèlement de Tihange 3.

En 2021, Bel V a également accordé une attention spécifique aux conditions et à la capacité d'entreposage des différents flux de déchets sur les sites de Doel et Tihange. En effet, suite à un audit mené par l'ONDRAF, les agréments pour les résines et, uniquement dans le cas du site de Doel, pour les concentrats, continuent d'être retirés. Un nouveau procédé de conditionnement des résines a été développé. Des tests sont toujours en cours.

Des mesures spécifiques ont été adoptées dans le cadre de la pandémie, aussi bien par l'exploitant que par Bel V. Des vidéoconférences ont été organisées entre l'exploitant et l'AFCN/Bel V pour suivre l'évolution de la situation et l'impact potentiel de la crise sur la sûreté nucléaire (avec une fréquence éventuellement adaptée pendant les périodes « plus calmes »). La combinaison entre activités d'inspection sur le terrain et activités à distance a également été maintenue. La situation sanitaire n'a eu aucune conséquence sur la réalisation du programme d'inspection en 2021 (à l'exception du report de quelques inspections thématiques à 2022 en raison d'absence pour maladie de l'une des personnes concernées au moment de l'inspection).

Autres installations nucléaires

Les mesures de libération ont été effectuées sur le terrain de la Franco-Belge de Fabrication de Combustible (FBFC) et le rapport de démantèlement final a été établi.

Les défis du management de l'Institut National des Radioéléments (IRE) demeurent essentiels. Le projet pour la conversion d'uranium fortement enrichi (HEU – « High Enriched Uranium ») en uranium faiblement enrichi (LEU – « Low Enriched Uranium ») pour les cibles irradiées est terminé, mais d'autres projets se poursuivent : l'installation d'un nouvel accélérateur pour la production de germanium-68, le projet LTO du bâtiment B6, le projet SMART (nouvel accélérateur pour la production de molybdène-99

sans uranium) et le nouvel espace d'entreposage temporaire pour effluents liquides. Différents plans d'action ont été mis en œuvre, notamment pour l'évacuation des déchets historiques et pour la réévaluation périodique de sûreté (PSR – « Periodic Safety Review ») (qui a du retard).

Du côté de Belgoprocess, Bel V a encore accordé en 2021 une attention particulière au permis et au suivi de la construction de différents nouveaux bâtiments. Ces projets doivent apporter une réponse aux inquiétudes concernant la capacité d'entreposage future sur le site de Belgoprocess. Le projet PSR, qui devait normalement être terminé en 2021, a connu du retard et se poursuivra en 2022.

Divers projets sont en cours au sein du SCK CEN : préclicensing du projet MYRRHA (dans le cadre duquel d'importantes évolutions ont été constatées, comme une nouvelle conception pour le circuit primaire, et plusieurs ateliers ont été organisés), MINERVA (pour lequel une demande d'autorisation a été introduite fin 2021) et RECUMO (pour le recyclage de HEU et LEU issus de l'IRE et pour lequel un permis de bâtir et d'exploitation a été obtenu fin 2021).

Pour ces autres installations, des vidéoconférences ont régulièrement été organisées entre l'exploitant et l'AFCN/Bel V pour suivre l'évolution de la situation et l'incidence potentielle de la crise COVID-19 sur la sûreté nucléaire. Dans ce cadre, les pratiques d'inspection ont également été adaptées (voir le point 1.1.1.).

Stratégie intégrée d'inspection et de contrôle (GIC – « Geïntegreerde Inspectie- en Controlestrategie »)

La nouvelle stratégie intégrée d'inspection (par l'AFCN) et de contrôle (par Bel V), qui couvre une période de six ans, a été appliquée pour la première fois en 2018. Cette approche a été développée au fil des ans par l'AFCN et Bel V et apporte une réponse aux constatations de la mission IRRS (« Integrated Regulatory Review Service ») de 2013.

En 2019, une attention particulière a été accordée à la suite de l'élaboration et de la mise en œuvre de ce programme de contrôle, composé de fiches d'inspection (qui documentent le cadre légal et l'application pratique de chaque inspection et sont transmises aux exploitants) et de directives d'inspection (qui servent de fil conducteur pour les inspecteurs et qui représentent le savoir-faire de Bel V dans le domaine des inspections).

En 2021, une fois la première moitié de la période de mise en œuvre de la stratégie de contrôle intégrée écoulée, une évaluation a été effectuée. Cette évaluation a donné lieu, en plus des adaptations conduisant à une réflexion à propos d'inspections supplémentaires dans les centrales nucléaires au cours de la dernière année avant l'arrêt définitif, à une adaptation de la stratégie intégrée d'inspection et de contrôle.

Fin 2021, cette adaptation a été transmise aux exploitants en vue d'une application à partir de 2022, conformément à l'article 38 du règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants (RGPRI). Le groupe de travail GIC a également été reconstitué, dans le but de mettre en place un programme d'inspection pour les phases MAD 2 et MAD 3 (Mise à l'Arrêt Définitif) dans les unités faisant l'objet d'une mise à l'arrêt définitif et qui possèdent encore uniquement du combustible dans des piscines de désactivation. Le groupe de travail a également pour tâche d'établir une GIC pour le démantèlement et une GIC pour les installations de stockage (par ex. cAt).





1.2 Aperçu des inspections dans les centrales nucléaires

1.2.1 Doel 1/2

Doel 1 et Doel 2 ont fonctionné à puissance nominale pendant cette période, sauf lors de la révision annuelle pour le rechargement. Pour Doel 1, cette période s'est étalée entre le 21 mai et le 20 juin, et pour Doel 2, entre le 27 mars et le 30 avril.

Le 28 juin, Doel 1 a fait l'objet d'un arrêt automatique après un manque de tension dans un tableau non lié à la sûreté, suite auquel plusieurs équipements du circuit secondaire ont été déclenchés. Une fois la cause identifiée et résolue, Doel 1 a été redémarré le 29 juin.

Le 15 juillet, Doel 2 a dû faire l'objet d'un arrêt manuel après constatation d'une fuite d'hydrogène à évolution rapide au niveau de l'alternateur. Une fois réparée, l'unité a été redémarrée.

1.2.2 Doel 3

Doel 3 a fonctionné sans interruption et à la puissance nominale, sauf :

- le 28 mars, lorsque la puissance électrique a, à la demande des GENCO (« power generation companies »), été réduite de 250 MW pendant 5 heures environ ;
- lors d'un arrêt planifié du 9 au 10 avril pour des tests réalisés sur une barre de contrôle ;
- du 10 au 13 avril, lorsque la puissance électrique a été, à la demande d'Elia, limitée à 300 MW en raison de travaux au niveau du réseau électrique haute tension ;
- pendant l'arrêt planifié pour rechargement et maintenance, du 27 août au 25 septembre ;
- le 20 octobre, lorsque la puissance électrique a, à la demande des GENCO, été réduite de 250 MW pendant 4 heures environ ;
- le 2 décembre, lorsque la puissance électrique a, à la demande d'ELIA, été limitée à 800 MW en raison de travaux au niveau du réseau électrique haute tension.

1.2.3 Doel 4

Doel 4 a fonctionné sans interruption et à la puissance nominale, sauf pendant l'arrêt planifié pour rechargement et maintenance, entre le 22 octobre et le 4 décembre.

Un évènement a été classé au Niveau 1 de l'échelle internationale des évènements nucléaires (INES – « International Nuclear Events Scale ») : le bâtiment du réacteur a été, lors du redémarrage après l'arrêt planifié, exploité pendant deux jours à une pression supérieure à celle autorisée par les spécifications techniques d'exploitation.

1.2.4 Doel commun (WAB)

Dans le cadre du renouvellement des installations de traitement de l'eau et des déchets (WAB – « water-en afvalbehandelingsinstallaties ») et de la préparation à la phase MAD des unités, il a été procédé à la réalisation des projets suivants :

- Le remplacement des réservoirs de concentrats existants et l'extension de la capacité d'entreposage pour concentrats ont été poursuivis.
- Le renouvellement des chariots télécommandés est en cours.
- Dans le cadre du renouvellement des équipements de décontamination, les équipements obsolètes ont été retirés et le local a été préparé pour accueillir les nouveaux équipements.

Un conditionnement non conforme a été constaté au niveau de certains fûts contenant des déchets historiques, toutefois sans impact radiologique dans la zone d'entreposage. L'exploitant adopte les mesures correctives nécessaires pour reconditionner les déchets et les entreposer correctement.

1.2.5 Site de Doel

Le programme de contrôle de Bel V sur le site a été mis en œuvre comme suit :

- Des réunions d'inspection ont eu lieu avec les chefs des différents départements (Maintenance, Operations, Care et Engineering) et services, afin d'évaluer leur organisation et la gestion des différents processus liés à la sûreté nucléaire ou à la radioprotection.
- Une attention particulière a été accordée au fonctionnement du plan d'urgence, à la radioprotection, à la gestion du retour d'expérience, etc. en mettant l'accent sur l'importance de la pérennité des actions d'amélioration.
- Des inspections spécifiques ont été menées afin d'aborder des sujets applicables à différentes unités (« human performance », rejets radiologiques, sécurité, etc.).

Bel V a assisté l'AFCN durant ses inspections, en particulier celle relative au Management et les inspections portant sur la sous-traitance, le fonctionnement à mi-boucle, l'effectif et la gestion des compétences.

En 2021, les mesures spécifiques adoptées par l'exploitant en 2020 dans le cadre de la pandémie de COVID-19 sont restées en vigueur. L'évolution de la situation et l'impact potentiel de la crise sanitaire sur la sûreté nucléaire ont fait l'objet d'un suivi lors de vidéoconférences régulières.

1.2.6 Tihange 1

L'unité a fonctionné sans interruption et à la puissance nominale.

1.2.7 Tihange 2

L'unité a fonctionné à la puissance nominale, sauf lors des périodes suivantes :

- du 1 au 27 janvier, dans le cadre de la fin de l'arrêt de tranche programmé pour maintenance et rechargement en combustible entamé fin 2020 ;
- le 21 avril, suite à un arrêt d'urgence lié au fonctionnement inadéquat d'une vanne lors d'un essai périodique ;
- du 22 au 24 avril, suite à un déclenchement de la turbine lié à une fuite au niveau d'une tuyauterie du circuit secondaire (non lié à la sûreté) ;
- le 24 avril, suite à un arrêt d'urgence en phase de remontée en puissance, lié à des facteurs humains (non-respect de procédure, etc.) ;
- du 14 au 28 mai, pour la réalisation de réparations au niveau du circuit secondaire (non lié à la sûreté) ;
- du 28 août au 6 septembre, avec un fonctionnement à 86 % de la puissance nominale, dans le cadre du remplacement d'une pompe du circuit secondaire (non lié à la sûreté) ;

- le 12 octobre, avec un fonctionnement à environ 28 % de la puissance nominale, dans le cadre d'une intervention sur des pompes du circuit secondaire (non lié à la sûreté).

Les deux événements suivants ont été classés au niveau 1 de l'échelle INES :

- Le 19 janvier, lors des opérations de redémarrage, un arrêt automatique du réacteur s'est produit à 3 % de la puissance nominale. Cet événement résultait de plusieurs facteurs humains (application incorrecte d'une procédure, etc.).
- Lors de tests réalisés durant l'arrêt de mai 2021, des temps de manœuvre excédant le critère ont été constatés pour des vannes d'isolement de la vapeur.

1.2.8 Tihange 3

L'unité a fonctionné à la puissance nominale sans interruption, à l'exception de trois baisses de charge pour des modulations de puissance : le 29 juillet (75 % de la puissance nominale), le 8 août (75 % de la puissance nominale) et le 2 octobre (75 % de la puissance nominale).



1.2.9 Site de Tihange

Le programme de contrôle de Bel V sur le site a été mis en œuvre comme suit :

- des réunions avec la direction et les chefs des différents départements (Maintenance, Operations, Care et Engineering) et services, afin d'évaluer leur organisation et la gestion de différents processus liés à la sûreté nucléaire ou à la radioprotection ;
- des contrôles systématiques et spécifiques pour traiter de sujets applicables à plusieurs unités (suivi de la construction d'un nouveau bâtiment d'entreposage de combustible usé, retour d'expérience, etc.) ;
- et une attention aux facteurs humains et organisationnels.

Bel V a apporté son support technique à l'AFCN dans le cadre de ses inspections, dont celles liées à l'impact radiologique, à la sous-traitance, au management, etc.

Une attention particulière a bien sûr aussi été apportée à la gestion de la pandémie COVID-19 par l'exploitant.

Bel V a aussi continué à suivre de près la gestion des déchets radioactifs.

À noter aussi de manière spécifique :

- La centrale a été en pré-alerte de crue de la Meuse du 15 au 17 juillet. Les dispositions préventives ont été prises conformément aux procédures durant cette période.
- Des mouvements sporadiques (piquet de grève à l'entrée du site ou manifestation à Bruxelles) ont été menés en novembre par des travailleurs de la centrale nucléaire, afin de sensibiliser le public dans le contexte de la décision gouvernementale attendue concernant la confirmation de la sortie du nucléaire.



1.3 Aperçu des inspections dans d'autres installations nucléaires

1.3.1 Centre d'étude de l'énergie nucléaire (SKC CEN)

Le régime d'exploitation du réacteur BR2 en 2021 a consisté en sept cycles et deux petits cycles de deux jours pour effectuer un transitoire sur un dispositif d'essai. Le transitoire n'a cependant pas été réalisé pendant le cycle 06/2021B car les conditions expérimentales n'ont pas pu être atteintes après le démarrage du réacteur.

Le 27 mars, il a été procédé à un arrêt d'urgence du réacteur BR2 en raison de la perte d'alimentation 10 kV au niveau de la sous-station. Le réseau normal est resté défaillant pendant une heure et le réseau vital a été alimenté par les diesels de secours. Pendant la défaillance du réseau normal, il était impossible d'accéder via les « speed sas » et la porte de secours du bâtiment administratif

à la salle de machines. En dehors du domaine BR2, les « speed gates » pour camions n'étaient pas utilisables, compliquant dès lors l'accès à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment BR2. Après l'arrêt d'urgence, le réacteur était empoisonné (par le Xénon) et a été redémarré après 40 heures environ.

Lors du chargement du dispositif d'irradiation PRF3 pendant le cycle 01/2021, les réglages du système de contrôle du réacteur ont été placés par les opérateurs du réacteur dans une position non conforme aux exigences des spécifications techniques. Une inspection réactive de l'AFCN/Bel V a été organisée et plusieurs actions correctives imposées.

Pendant le cycle 01/2021, un « reverse » du réacteur BR2 a eu lieu, le débit dans le circuit d'échantillonnage étant affecté par un module électronique Sineax défectueux. Après l'arrêt du réacteur, un appareil de réserve a été installé et le réacteur redémarré.

Lors du cycle 04/2021, une fuite a été mesurée au niveau du circuit primaire du réacteur BR2, dépassant 150 l/heure. Le réacteur a été temporairement mis à l'arrêt pour réparer la fuite. Lors d'une inspection visuelle, les fuites ont été localisées le long de l'axe de deux clapets anti-retour des pompes primaires.

Le 15 septembre, il a été remarqué au niveau du système BIDASSE (« BR2 Integrated Data Acquisition System for Survey and Experiments ») que les signaux de plusieurs chaînes de mesure de l'eau primaire du réacteur BR2 diminuaient parce qu'une vanne

n'avait pas été correctement fermée. L'indisponibilité des chaînes de mesure de l'eau primaire constituait une déviation par rapport aux spécifications techniques.

Lors du test d'évacuation du bâtiment du réacteur du 24 septembre, la porte extérieure du sas de secours ne s'est pas ouverte. Cela s'explique par les adaptations apportées au fonctionnement du sas de secours dans le cadre de la protection physique, sans que l'adaptation de la procédure d'utilisation du sas de secours et les problèmes électriques lors de l'exécution de ces adaptations ne soient communiqués.

Le réacteur VENUS n'a pas beaucoup fonctionné en 2021. Le

réacteur a uniquement été utilisé pour des expériences dans le cadre d'un mémoire et pour procéder à des vérifications mineures dans le cadre d'expériences déjà réalisées.

Le 18 mars, le réacteur VENUS a fait l'objet d'un arrêt d'urgence. Une erreur était survenue au niveau des barres de sécurité, assortie de la notification qu'une barre de contrôle était tombée. Mais la cause précise n'a pas pu être identifiée. Le 16 décembre, un deuxième arrêt d'urgence du réacteur VENUS est survenu en raison d'une panne du réseau électrique.

Dans le bâtiment BR1, le démantèlement du labo Pu est pratiquement terminé.

Le 14 juillet, l'absence d'eau dans le réseau d'eau d'extinction du bâtiment BR1 a été constatée lors d'un contrôle des bouches d'incendie. Pour le réacteur BR1 et le réacteur VENUS, le réseau d'eau d'extinction n'est pas requis en vertu des spécifications techniques, mais il pourrait être utilisé dans le cadre de la procédure d'extinction ultime.

Aucun événement significatif n'est survenu dans les autres installations du SCK CEN en 2021.

Les activités de démantèlement du BR3 se poursuivent conformément au planning.

Le nouveau bâtiment de calibration (LNK) a été mis en service et l'ancien (KAL) sera déclassé en 2022.

1.3.2 Belgoprocess

Les activités menées dans le cadre du problème des fûts avec gel provenant de la centrale nucléaire de Doel font l'objet d'un rapport périodique à Bel V. Dans ce cadre, des inspections ont été effectuées au niveau des colis contenant des concentrats et des colis contenant des résines dans les bâtiments 150X et 151X. Le tri dans le bâtiment d'entreposage 150X de tous les colis provenant de la centrale nucléaire de Doel a été terminé.

La construction du nouveau bâtiment 167X (le « gelvatengebouw ») pour l'entreposage de colis non conformes a été initiée et est suivie par Bel V à l'aide de « hold points » et de « witness points ». Une

extension du bâtiment a été intégrée dans le projet de construction pour l'entreposage des fûts affectés par l'ASR avec bouchon en béton inactif.

La construction de l'installation pour la production de monolithes (IPM) et du bâtiment 170X (pour les travaux de démantèlement dans les cuves des bâtiments 105 et 122) est en cours, conformément au programme de construction, et Bel V suit les « hold points » et les « witness points ». Pour IPM, les tests de « site acceptance » des différents équipements sont en cours.

Belgoprocess a présenté un lot de blocs de plomb à une fonderie externe pour lesquels l'activité

réelle était nettement supérieure à celle estimée et déclarée par Belgoprocess. Aucune limite d'exploitation de l'installation de fonte n'a cependant été dépassée. Belgoprocess adopte les mesures correctives nécessaires pour améliorer la caractérisation et les contrôles de tels matériaux.

Lors de l'ouverture d'un conteneur de déchets radifères historiques dans le bâtiment 280X, une flamme est apparue pendant une courte durée, suivie par une libération de gaz. Cet incident a cependant été sans conséquence pour le personnel concerné et l'installation. Dans le bâtiment 127X, la commande des ponts a été renouvelée et le chariot de transfert a été remplacé.

1.3.3

Institut National des Radioéléments (IRE)

L'Institut National des Radioéléments a terminé de convertir son processus de purification de radio-isotopes médicaux d'uranium hautement d'uranium (HEU – « high-enriched uranium ») en uranium faiblement enrichi (LEU – « low-enriched uranium »).

Les résidus du processus HEU (et, sur le plus long terme, du processus LEU) sont transférés vers SCK CEN, qui doit se charger de réduire le niveau d'enrichissement (voir le point 2.8 sur le projet RECUMO).

Afin d'améliorer sa sûreté en exploitation, sa diversification et son avenir, l'IRE a lancé d'ambitieux projets.

- installation d'un nouvel accélérateur fourni par IBA pour la production de germanium-68 ;
- exploitation à long terme des bâtiments B6B, B6C et B6D ;
- installation d'ultime secours (IUS) ;
- nouveau stockage temporaire pour effluents liquides radioactifs ;
- étude d'un nouvel accélérateur pour la production de molybdène-99 sans uranium (voir le point 2.9 sur le projet SMART) ;
- remise à neuf de cellules blindées et rénovation de bâtiments et locaux transférés d'ONSF et de NTPE.

Fin 2021, le taux de fuite de la cellule C27 (conformément à la norme ISO 10648) s'est détérioré et n'était plus aussi faible que lors de la première mise en service de cette cellule. Cette cellule est toujours utilisée pour la production au départ de HEU. Cependant, le département de protection contre les radiations a temporairement cessé la production de HEU pour identifier et adopter des mesures compensatoires pour la production dans la cellule C27.

1.3.4

JRC-Geel

Conformément au plan d'action établi par JRC-Geel, une version consolidée et approuvée par le service de contrôle physique du « Safety Analysis Report » (SAR) a été finalisée.

L'upgrade du « Radiation Safety System » (RSS) de l'accélérateur MONNET ainsi que la nouvelle version du RSS de l'installation GELINA ont été réceptionnés. L'ajout d'une nouvelle « beamline » pour l'installation GELINA est en cours de réception par le service de contrôle physique.

Le 9 janvier, une perte de la dépression est survenue dans les laboratoires et le couloir du MS2. Cet événement est la conséquence de la rupture d'une courroie de l'extracteur GE02, dont la maintenance préventive n'avait pas été correctement réalisée en 2020. Le remplacement de l'extracteur GE02 implique le remplacement des trois extracteurs. Cette modification doit encore être réalisée.

Le 5 juin, une perte de la dépression est à nouveau survenue dans trois laboratoires du MS2. Cet événement est la conséquence de la rupture d'une courroie de l'extracteur GE01. La dépression a pu être restaurée quelques heures plus tard, grâce au remplacement de la courroie cassée et au redémarrage de l'extracteur GE01.

Le 16 juillet, une perte de la dépression a été observée dans les laboratoires du « Main Building » (bâtiment 010). Cet événement était dû à l'infiltration d'eau dans une gaine de ventilation enterrée et corrodée. Les réparations nécessaires ont été réalisées.

Lors de ses inspections systématiques, Bel V a relevé le non-respect de la limite d'exploitation concernant le débit d'air d'extraction minimum pour certaines hottes du « Main Building » (bâtiment 010) et du « Mass Spectrometry Building » (bâtiment 040). Cette non-conformité a conduit le service de contrôle physique à modifier temporairement la hauteur d'ouverture des hottes concernées, le temps que JRC-Geel puisse réaliser les investigations et réparations nécessaires.

1.3.5

Franco-Belge de Fabrication du Combustible (FBFC)

Toutes les activités de démantèlement ont été terminées en 2021 et les déchets radioactifs ont été évacués vers l'ONDRAF.

Le rapport de démantèlement final a été transmis pour approbation à Bel V.



1.3.6

Autres installations (de classe IIA)

L'année 2021 a été marquée par un maintien des activités de contrôle réglementaire adaptées aux situations spécifiques des exploitants dues à la situation COVID-19.

Bel V a observé que les services de contrôle physique ont continué leurs missions et que les fonctions de sûreté critiques sont restées assurées dans les différents établissements de classe IIA.

Les points spécifiques suivants sont à retenir pour les installations de classe IIA :

- Une demande d'autorisation de démantèlement a été introduite pour les cyclotrons de Telix. Ces cyclotrons ont été démontés sur le site de Telix et évacués vers le SCK CEN pour traitement dans l'atelier du BR3.

- Un programme de recherche a été demandé pour la livraison du bunker expérimental de protonthérapie à l'UZ Leuven. Cet élément est nécessaire pour approuver la justification de cette installation.
- Des tests pour le projet SMART de l'IRE sont réalisés par IRE-Elit.
- L'IRE a introduit une demande d'autorisation classe IIA pour l'exploitation d'un cyclotron C30. Cette demande d'autorisation est en cours de traitement.
- Un courrier AFCN / Bel V avec les points d'arrêts (« hold points ») pendant le démantèlement a été envoyé à l'exploitant. Le déclassement du bâtiment B7 et des locaux des ailes B6E-B6F a été finalisé sur le site de l'ONDRAF à Fleurus. La construction de l'annexe pour le démantèlement du bâtiment B14 est en cours. Le transfert de l'autorisation pour les installations de NTPE vers l'ONSF est effectif depuis le 30 juin.
- L'arrêté AFCN de Sterigenics a été clôturé suite à la complétion du plan d'action demandé. La « gammacell » a été évacuée de Sterigenics via Transrad.
- Le plan de démantèlement du cyclotron de la VUB a été approuvé par l'ONDRAF. La demande d'autorisation de démantèlement sera soumise à l'AFCN en janvier 2022.
- Une demande d'autorisation pour l'utilisation d'un accélérateur dans le cadre de la thérapie FLASH a été introduite par GasthuisZusters Antwerpen (le nouvel exploitant) et est en cours de traitement.
- Une demande d'autorisation pour la protonthérapie à Charleroi a été introduite par ProtonW (le nouvel exploitant) et est en cours de traitement.



1.4 Capacité de réaction et intervention d'urgence

1.4.1 Introduction

La survenue de la pandémie COVID-19 début 2020 et sa poursuite en 2021 ont largement impacté les ressources disponibles des autorités compétentes en matière de réponse à une situation d'urgence. En effet, la priorité a logiquement été donnée au soutien au gouvernement pour le développement et le suivi des actions prises pour faire face aux nombreux défis posés par cette pandémie. Cependant et malgré ces contraintes, des activités ont pu être menées pour maintenir au mieux les capacités de réaction et d'intervention mises en œuvre en cas de déclenchement du plan d'urgence nucléaire et radiologique pour le territoire belge, principalement au travers d'exercices d'intervention organisés en Belgique et d'activités – certes limitées – menées au sein de groupes nationaux et internationaux.

1.4.2 Exercices d'intervention d'urgence

Les exercices de capacité de réaction et d'intervention d'urgence suivants ont été organisés en 2021 sous la supervision du Centre de crise national (NCCN) dépendant du Service Public Fédéral Intérieur :

- en septembre pour Belgoprocess à Dessel : exercice partiel limité à l'interaction entre la cellule de crise de l'exploitant (on-site) et la cellule d'évaluation CELEVAL (off-site) ;
- en novembre pour le SCK CEN à Mol : exercice partiel limité à l'interaction entre la cellule de crise de l'exploitant (on-site) et la cellule d'évaluation CELEVAL (off-site) ;
- un exercice méthodologiquement accompagné, avec la participation des autorités et des services d'urgence locaux, ainsi que des comités et cellules fédéraux (comité de coordination, cellules d'évaluation, d'information et de mesure) combinant l'exercice reporté de 2020 pour la centrale nucléaire de Tihange et celui de 2021 sous la forme d'un exercice en deux phases (en mars et juin 2021), dont la seconde était consacrée à des aspects spécifiques de la phase de transition ;

- un exercice méthodologiquement accompagné, avec la participation des autorités et des services d'urgence locaux, ainsi que des comités et cellules fédéraux (comité de coordination, cellules d'évaluation, d'information et de mesure) pour la centrale nucléaire de Doel en octobre 2021.

Tous ces exercices ont été – malgré le contexte et les contraintes associées – préparés, réalisés et évalués conformément à la méthodologie belge en vigueur pour la préparation, l'exécution et l'évaluation des exercices de capacité de réaction et d'intervention d'urgence.

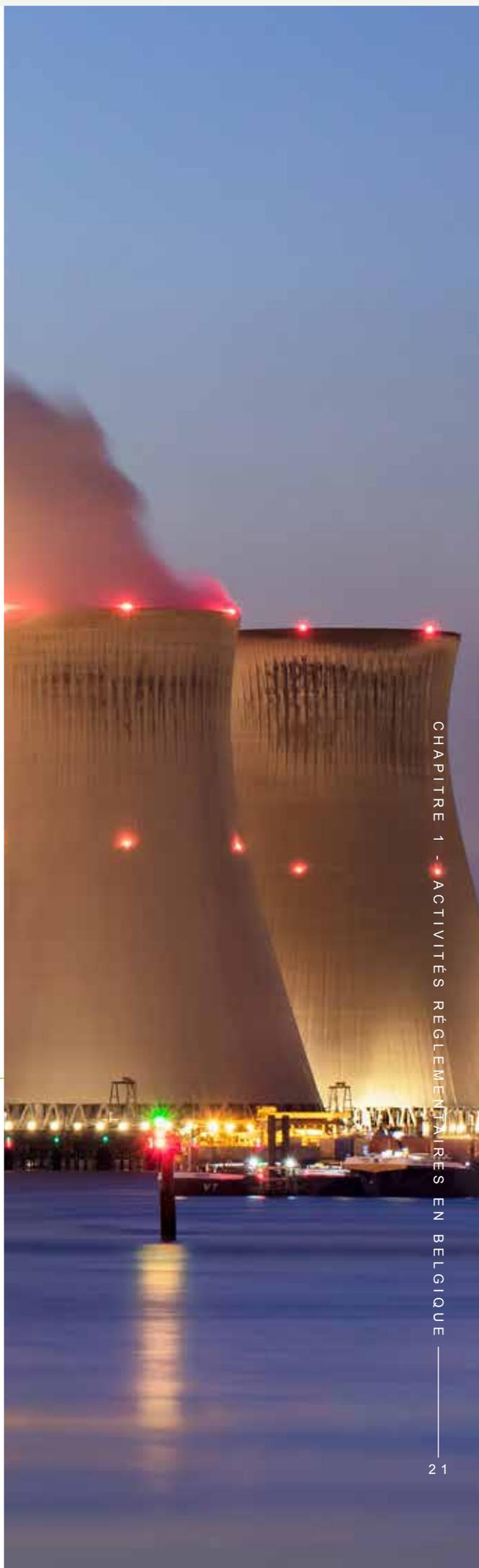
Comme les années antérieures, ces exercices, qui permettent aux personnes impliquées de Bel V de mettre en application à intervalles réguliers les dispositions prévues dans les plans et procédures opérationnelles, ont également permis de faire un certain nombre de constats qui feront, après analyse, l'objet d'actions spécifiques. En particulier, les solutions apportées lors de ces exercices pour faire face aux contraintes induites par la situation sanitaire, comme le recours à un fonctionnement hybride (présentiel et distanciel) de certaines cellules, pourront être pérennisées dans les modes de fonctionnement des cellules concernées tout en prenant en compte les enseignements tirés des exercices, par exemple la discipline nécessaire à un mode de fonctionnement partiellement virtuel.

En plus des exercices repris ci-dessus, Bel V a participé de façon très limitée à un exercice international organisé par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) à la centrale nucléaire de Barakah (Émirats arabes unis) en octobre 2021.

1.4.3

Autres activités dans ce domaine

Après la publication en 2018 au Moniteur Belge de l'arrêté royal du 1er mars 2018 portant fixation du plan d'urgence nucléaire et radiologique pour le territoire belge, établi sous l'égide du Centre national de crise et auquel Bel V a été associée, Bel V a poursuivi sa participation active dans les projets initiés les années précédentes (comme le développement d'améliorations concernant la protection des intervenants en situation d'urgence radiologique et les formations associées).



1.4.4

Amélioration du rôle de Bel V

Afin d'améliorer la capacité de réaction et d'intervention d'urgence belge en cas d'urgence nucléaire et plus particulièrement le rôle de Bel V dans ce cadre :

- Le personnel de Bel V a participé aux exercices de capacité de réaction et d'intervention d'urgence belge, qui, outre les activités d'intervention, impliquaient d'importantes activités de préparation, d'observation et d'évaluation de la réaction de l'équipe de crise de Bel V, de l'exploitant et des autres parties impliquées (cellule d'évaluation du Centre de crise national).
- Des exercices et tests limités de communication et de disponibilités ont été organisés tout au long de l'année. Un total de 38 tests de ce type a eu lieu en 2021.
- Bel V associée à l'AFCN a poursuivi les actions visant à implémenter et utiliser les outils développés par le Centre des incidents et des urgences (IEC) de l'AIEA dans le cadre de son processus «Assessment & Prognosis», en particulier le «Reactor Assessment Tool» en support de l'analyse technique réalisée au sein de CELEVAL.
- Deux experts de Bel V ont pris part à une formation pilote organisée par l'AIEA et consacrée à la préparation, la gestion, la réalisation et l'évaluation d'exercices nucléaires ou radiologiques de grande ampleur.
- Un expert de Bel V a pris la parole lors de la table ronde consacrée à la manière d'appréhender l'imprévu au travers des exercices de crise dans le cadre d'un colloque organisé le 24 novembre à Paris par l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN, France) et intitulé «Après l'accident nucléaire de Fukushima Daiichi : s'adapter à l'imprévu».

1.4.5

Coopération internationale

Bel V a pris part, partiellement en appui des autorités belges compétentes, à l'activité et groupe de travail suivant :

- «Working Group Emergencies» de HERCA (Heads of European Radiological protection Competent Authorities) (réunions virtuelles, 12 et 13 avril et 20 et 21 septembre).



2.

Évaluations de sûreté et projets nationaux



2.1 Analyse probabiliste de sûreté (PSA – « Probabilistic Safety Assessment »)



En 2021, ENGIE Electrabel et ENGIE Tractebel Engineering ont poursuivi le développement d'analyses probabilistes de sûreté (« Probabilistic Safety Assessments ») pour piscines de désactivation (y compris les événements et dangers d'origine interne ainsi que les dangers d'origine externe, c'est-à-dire les séismes et inondations externes) afin de se conformer à l'arrêté royal du 19 février 2020 (complétant l'arrêté royal du 30 novembre 2011 portant prescriptions de sûreté des installations nucléaires afin d'incorporer les Niveaux de référence de sûreté pour les réacteurs existants de la WENRA de septembre 2014). Bel V suit ces projets PSA de près d'un point de vue technique. Suite aux premières études PSA finalisées (c'est-à-dire PSA Spent Fuel Pool pour événements et dangers d'origine interne), ENGIE Electrabel a proposé un plan d'action pour la mise en œuvre d'améliorations sur site. Ce plan d'action fait l'objet d'un

suivi par Bel V.

Pour rappel, à la fin de 2020, suite à la décision d'ENGIE Electrabel de ne plus viser une exploitation à long terme après l'horizon 2025, le projet PSA sismique a été annulé. Les gains rapides identifiés lors des vérifications visuelles réalisées dans le contexte du projet PSA sismique (et suivi par Bel V en 2020) ont cependant été retenus comme des améliorations potentielles. Certaines ont été implémentées en 2021.

La mise à niveau de la PSA Internal Events s'est également poursuivie en 2021. La mise à niveau de la PSA niveau 2 a été finalisée par ENGIE Electrabel et ENGIE Tractebel Engineering pour Doel 1/2 et Tihange 1. Plus particulièrement, Bel V a discuté de l'approche graduée proposée par ENGIE Electrabel dans le contexte de la PSA Fire Niveau 2 (pour Doel 3, Tihange 1 et Tihange 3). Après ces discussions, la décision a été prise de mettre au point une PSA Fire

Niveau 2 complète pour Tihange 3 (sur la base du dernier modèle PSA Internal Events) et de réévaluer la nécessité de développer une PSA Fire Niveau 2 aussi détaillée pour les autres unités (après évaluation des résultats de Tihange 3). Pour Doel 1/2, l'approche graduée pour la PSA Fire Niveau 2 sera finalisée par ENGIE Electrabel (étant donné qu'elle était déjà en cours au moment des discussions).

Les applications et procédures PSA développées sur le site par l'exploitant ont également été surveillées par Bel V.

Plus particulièrement, Bel V a discuté de l'utilisation de PSA dans le contexte du Référentiel de sûreté pour la phase post-opérationnelle. Les activités internationales et R&D de Bel V sur la méthodologie et les applications des analyses PSA sont présentées au point 4.4.



2.2 Réévaluations périodiques de sûreté (PSR – « Periodic Safety Reviews »)

Institut National des Radioéléments (IRE)

En 2018, l'Institut National des Radioéléments a soumis aux autorités de sûreté les rapports d'évaluation des 15 facteurs de sûreté, prescrits par la méthodologie de l'AIEA, ainsi que le rapport d'évaluation global. Sur cette base, un plan comprenant 126 actions (avec leur calendrier) a été établi et remis fin 2018 au Conseil Scientifique de l'AFCN. Au terme de chaque action, une demande de clôture est transmise à Bel V, qui vérifie sa réalisation. La mise en œuvre du plan d'action a été initiée début 2019 et se terminera fin 2022. Fin 2021, il restait 29 actions à terminer avant le 31 décembre 2022.

Belgoprocess

- Dans le cadre de la réévaluation périodique de sûreté sur le Site 1 de Belgoprocess, le délai de mise en œuvre du plan d'action se terminait en principe le 30 juin 2021, mais Belgoprocess a fait savoir par écrit à l'AFCN que quelques actions avaient pris du retard. Belgoprocess est en train de terminer la mise en œuvre des actions en suspens.
- En ce qui concerne la réévaluation de sûreté périodique du Site 2 de Belgoprocess, le délai pour la mise en œuvre du plan d'action est arrivé à terme le 30 juin 2021. Belgoprocess a délivré toutes les actions, à l'exception d'une action concernant le renouvellement du système d'appel, qui est globale pour les deux sites. Cette action sera dès lors traitée dans le cadre du plan d'action pour le site 1. Par ailleurs, le Q&R pour plusieurs actions du Site 2 se poursuit.

JRC-Geel

En 2021, JRC-Geel a transmis la note de méthodologie pour la révision décennale de JRC-Geel. Bel V a analysé le document transmis, clarifié plusieurs aspects et formalisé son analyse dans un « Safety Evaluation Report » (SER), qui a été transmis à l'AFCN. La phase d'évaluation est en cours. Dans les rapports d'avancement, Bel V note un retard dans l'évaluation des différents facteurs de sûreté par JRC-Geel par rapport au planning initial. JRC-Geel explique ce retard par la priorisation des différentes tâches à réaliser (projets scientifiques, maintenance, exploitation, etc.).



2.3 PSR/exploitation à long terme (LTO – « Long-Term Operation ») – G2

Fin novembre 2021, ENGIE Electrabel a pris la décision de mettre un terme au projet PSR/LTO G2 pour l'exploitation à long terme (LTO – « Long Term Operation ») de deux réacteurs de deuxième génération (G2). Dans ce cadre, Bel V a adopté plusieurs actions en 2021. La principale a été la documentation de la « situation de clôture » de PSR/LTO G2, afin de pouvoir reprendre rapidement le projet si une décision venait à être prise en ce sens. Bel V a également franchi en 2021 une première étape dans le cadre de l'identification des besoins et opportunités d'amélioration de la sûreté des deux derniers réacteurs en cas d'exploitation à long terme, et ce, indépendamment d'ENGIE Electrabel. En raison de l'arrêt du projet, cet exercice n'a pas été mené au terme initialement prévu, mais a été clôturé d'une manière telle à pouvoir rapidement être redémarré en cas de décision de prolongation.

La réévaluation périodique de sûreté des bâtiments annexes de la centrale nucléaire de Doel (le bâtiment pour le traitement des déchets, le bâtiment de conteneurs de combustibles et le bâtiment dans lequel les générateurs de vapeur remplacés sont entreposés) a été reprise en 2021 dans le projet PSR/LTO G2. En 2021, Bel V a évalué, en collaboration avec l'AFCN, le champ d'application et la méthodologie proposés par ENGIE Electrabel pour la réévaluation périodique. Plusieurs échanges ont eu lieu avec l'exploitant à propos des questions et exigences de l'AFCN et de Bel V à ce sujet.





2.4 DECOM

Le projet DECOM (anciennement «D&D» – «Decommissioning & Dismantling») a pour objectif la préparation de la mise à l'arrêt définitif et le démantèlement des réacteurs nucléaires de Doel et Tihange. Le focus actuel du projet est la préparation de l'arrêt définitif de Doel 3 en octobre 2022 et de Tihange 2 en février 2023.

À l'heure actuelle, le projet en est à la configuration de l'îlot nucléaire, qui restera important pour la sûreté pendant la phase post-opérationnelle (POP), soit de l'arrêt définitif de l'unité jusqu'au début de son démantèlement. Cet îlot nucléaire permet de remplir les fonctions de sûreté (confinement, évacuation de la chaleur résiduelle, protection incendie, etc.) pour les installations qui comporteront des risques nucléaires en POP et qui devront donc rester opérationnelles. Ces installations sont principalement les piscines de désactivation, mais aussi certaines installations de traitement des effluents et déchets à Tihange 2 ainsi que tous les systèmes de support aux autres unités.

En 2021, ENGIE Electrabel a constaté des difficultés rédhibitoires avec l'approche précédemment discutée avec Bel V en 2019 et 2020 et a donc décidé de relancer complètement cette phase d'identification des systèmes importants pour la sûreté ou fonctionnels à conserver, sur la base d'une méthodologie structurée intégrant les approches déterministes, probabilistes et d'estimation des risques. La validation de cette approche et de son application aux trois fonctions de sûreté principales pour les deux unités a constitué l'activité principale de Bel V en 2021 sur le projet DECOM. En fin d'année, un accord sur les grandes lignes de la configuration de l'îlot nucléaire a été obtenu pour Doel 3 et des avancées importantes ont été faites pour Tihange 2. En 2022, l'étape suivante consistera, sur la base du statut validé de chaque système, à valider le statut proposé pour chaque composant, qu'il soit mécanique, électrique ou

structurel afin de lancer les analyses de vieillissement et de qualification dans le but de préparer les dossiers de modification de déclassement, de remplacement ou d'extension de qualification. L'objectif étant d'obtenir un îlot nucléaire validé et opérationnel dans les mois suivants l'arrêt définitif de l'unité.

Dans ce cadre, Bel V a activement échangé avec ENGIE Electrabel sur les principes à appliquer pour l'évolution du rapport de sûreté et des spécifications techniques en POP, ainsi que sur les évolutions des programmes de gestion de la maintenance, du vieillissement, de la qualification, etc. pour les différents statuts des composants. À la fin de l'année 2021, des accords de principe ont été donnés par Bel V sur les différents programmes.

L'ensemble des informations mentionnées ci-dessus doit être repris dans l'avis de cessation d'activités qu'ENGIE Electrabel doit fournir six mois avant la mise à l'arrêt définitif, c'est-à-dire le 1er avril 2022 pour Doel 3 et le 1er août 2022 pour Tihange 2. La préparation de cet avis de cessation a fait l'objet de nombreux échanges entre ENGIE Electrabel et Bel V en 2021.

En parallèle, ENGIE Electrabel a bien avancé sur la préparation des activités à réaliser durant la phase post-opérationnelle, c'est-à-dire principalement la vidange des piscines des matières non-fissiles et du combustible usé (PAPOP – «pool activities in post-operational phase») et la décontamination chimique des systèmes primaires (CSD – «chemical system decontamination»).

La décontamination chimique du système primaire est la première activité réalisée après la mise à l'arrêt définitif et l'évacuation du combustible hors du bâtiment réacteur et vise à réduire les risques radiologiques pour les dernières étapes de la vie du réacteur. En 2021, Bel V a principalement analysé les demandes de statut des modifications prévues à Doel et Tihange et a accepté le statut de MNI/NBW (« Modification Non-Importante /Niet Belangrijke Wijziging»). Ensuite, Bel V a débuté l'analyse des premiers documents techniques relatifs à la réalisation de l'activité de décontamination chimique, des modifications à apporter aux systèmes existants pour cette activité et au traitement des déchets radioactifs générés.

Après l'arrêt définitif du réacteur, la piscine de désactivation deviendra un lieu d'activités et de coactivités important. La préparation de ces activités pour s'assurer que leur réalisation soit sûre et que l'impact radiologique sur les travailleurs soit réduit est l'objectif du PAPOP. En 2021, Bel V a essentiellement analysé les premiers documents relatifs aux modifications à apporter à ces piscines, à la validation des conteneurs et au suivi du programme d'ENGIE Electrabel.

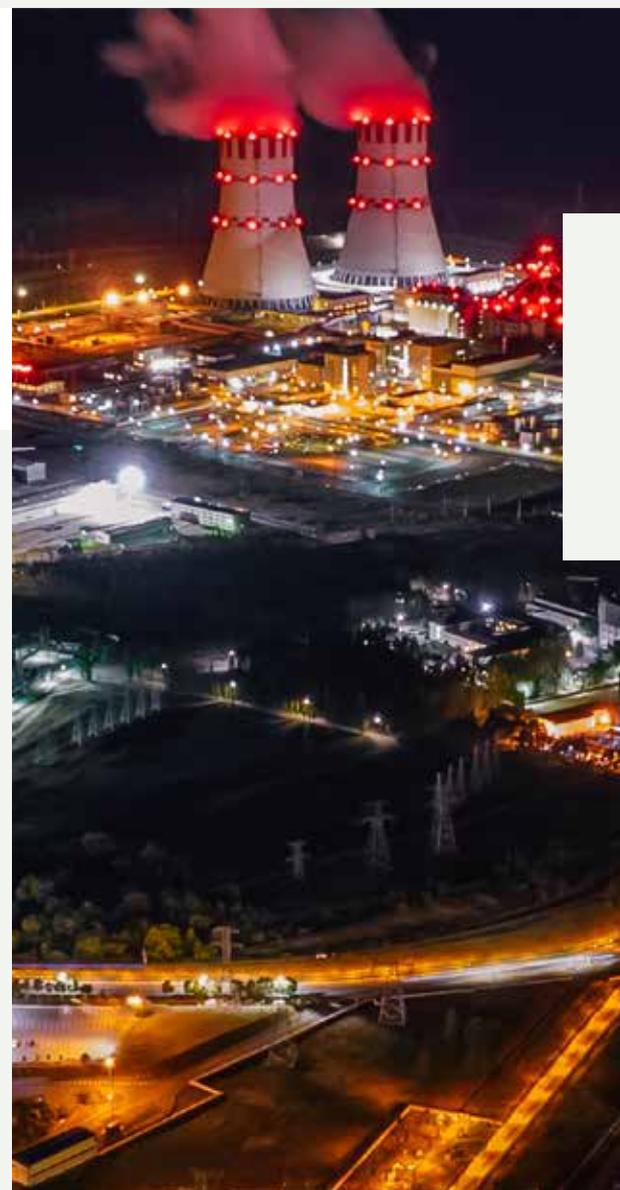
Enfin, sur la phase post-opérationnelle, une grande avancée est le développement par ENGIE Electrabel de la vision globale et du planning intégré de toutes les activités permettant l'identification des interfaces, des risques et du chemin critique du démantèlement.

Au-delà de cette phase intensive d'analyses techniques, les discussions d'ordre stratégiques ont continué en 2021 afin de préparer au mieux la transition de l'autorisation d'exploitation vers l'autorisation de

démantèlement. Bel V constate néanmoins en 2021 un manque d'avancées sur un nombre important de décisions stratégiques liées au démantèlement et la mise à l'arrêt des discussions sur les futures installations de traitement des déchets du démantèlement.

L'année 2021 a été marquée par le transfert important par ENGIE Electrabel des responsabilités liées au DECOM du Corporate vers les deux sites. Bel V souligne la bonne entente et la collaboration entre ces trois unités en 2021.

Parallèlement à la réorganisation d'ENGIE Electrabel, Bel V a mis sur pied une organisation quasi miroir afin de faciliter les échanges et de viser une efficacité maximale.





2.5 Gestion des déchets radioactifs



Depuis la demande d'autorisation introduite par l'ONDRAF le 31 janvier 2013, Bel V, en collaboration avec l'AFCN, est impliquée dans le processus relatif à la demande d'autorisation pour le futur site de stockage de déchets radioactifs de faible et moyenne activité et de courte demi-vie (déchets de catégorie A) à Dessel. Lors de sa séance du 3 octobre 2019, le Conseil scientifique de l'AFCN a émis un avis préliminaire provisoire favorable, notamment sur la base d'une évaluation de sûreté menée par l'AFCN et Bel V. Dans cet avis préliminaire provisoire favorable, le Conseil scientifique a identifié plusieurs éléments pour lesquels l'ONDRAF a été invité à les développer avant la deuxième séance du Conseil scientifique. L'ONDRAF a commencé à le faire en 2020 et a poursuivi en 2021. L'AFCN et Bel V ont réalisé en 2021 une analyse indépendante des documents transmis par l'ONDRAF relatifs à ces développements.

Dans le cadre de l'examen de l'autorisation de mise en dépôt, la « bergbaarheid », des déchets destinés à un stockage en surface, la version du plan d'approche des premiers dossiers de conformité a été approuvée en 2021 par Bel V à l'issue d'une analyse. Ces dossiers de conformité, établis par l'ONDRAF,

ont pour but de démontrer que les déchets radioactifs d'une (sous-)famille ou (sous-)variété donnée répondent aux critères de conformité d'un stockage en surface. Dans le cadre de la « bergbaarheid », Bel V a analysé plusieurs notes techniques de l'ONDRAF, notamment concernant les incertitudes radiologiques et une estimation de la fréquence/de la quantité de tests destructifs/non destructifs (TD/TND) à exécuter dans le cadre des contrôles physiques supplémentaires que l'ONDRAF va effectuer sur les déchets. Pour terminer, Bel V a procédé en 2021 à une analyse de la note de justification de l'ONDRAF pour les 63 nucléides à déclarer par les exploitants lors du transfert des déchets de cat. A et cat. B à l'ONDRAF.

En 2014, l'AFCN et Bel V ont initié une collaboration concernant les activités de l'AFCN et de l'ONDRAF dans le cadre de la gestion à long terme des déchets de haute activité et/ou de longue durée de vie (déchets de catégories B&C). Tout comme les années précédentes, les pouvoirs publics n'ont en 2021 pas encore pris de décision concernant la gestion à long terme de ce type de déchets. Dans ce cadre, Bel V a apporté son aide à l'AFCN lors de l'examen des mesures politiques

nationales en préparation pour ce type de déchets.

Bel V a également, dans le cadre de la préparation d'un premier « Safety & Feasibility Case » (SFC1) méthodologique, établi un « Safety Evaluation Report » (SER) après analyse du « contextual framework for ONDRAF/NIRAS SFC1 » présenté par l'ONDRAF et ce SER a été remis à l'ONDRAF par l'AFCN. Ces échanges sont importants en vue de la préparation de ce SFC1, dont la publication est prévue en 2024 ou 2025.

Bel V a également participé en 2021 à l'établissement d'une note de convergence ONDRAF / AFCN / Bel V sur le « contrôle d'un stockage géologique ». Le travail sur cette note se poursuivra en 2022.

Pour terminer, Bel V a également contribué activement au programme commun européen pour la gestion des déchets radioactifs (EURAD) et à la mise en œuvre des recherches dans le cadre du plan de déploiement lié aux besoins de recherche stratégiques (SRN – « strategic research needs »), identifiant et structurant les besoins en R&D concernant le stockage de déchets de haute activité et/ou de longue durée de vie de l'organisme de réglementation.



2.6 MYRRHA / MINERVA

MYRRHA

MYRRHA est un projet de dispositif d'irradiation multifonctionnel couplant un accélérateur de protons de 600 MeV à un réacteur à spectre rapide refroidi à l'eutectique plomb-bismuth. La phase préalable à l'autorisation du projet MYRRHA, initiée en 2011 pour analyser l'admissibilité d'autorisation de l'installation, s'est poursuivie en 2021.

Après l'annonce, en septembre 2018, par le gouvernement fédéral qu'il allait continuer de soutenir le projet MYRRHA, et l'année de transformation qui a suivi en 2019, l'année 2020 avait permis la consolidation du projet et la pose des bases pour le développement des étapes décisives du projet MYRRHA.

Fin 2020, en concertation avec le gouvernement fédéral au sein du groupe MYRRHA, le SCK CEN

a pris plusieurs décisions importantes. Afin de permettre une utilisation plus efficace des ressources, compte tenu de tous les autres projets importants au sein du SCK CEN, la date de la demande d'autorisation a été fixée au mois de décembre 2028 et l'actuelle période préalable à l'introduction de la demande d'autorisation a été étendue jusqu'à la fin de 2024. À cette échéance, un avis de l'autorité de sûreté concernant le statut de MYRRHA est attendu. Le SCK CEN s'est engagé à développer d'ici là l'étude de concept de l'ensemble de l'installation et à ne pas se concentrer uniquement sur le circuit primaire, comme c'était le cas jusqu'à présent. Afin d'atteindre cet objectif, le SCK CEN va compléter ses capacités techniques et scientifiques en faisant appel à des prestataires de services d'ingénierie externes, afin que l'éventail complet des compétences requises soit disponible pour le projet.

L'année 2021 a été marquée par des avancées importantes sur le projet. L'exploitant a ainsi présenté la nouvelle version du design du circuit primaire du réacteur, après plusieurs années d'évolution. Le design est grandement simplifié, conduisant à une réduction de la taille, de la puissance et de la température du réacteur afin d'éviter des problèmes liés à la chimie du plomb-bismuth (corrosion, etc.) et la pressurisation du circuit primaire. Bel V attend principalement le document de l'exploitant détaillant ce nouveau design pour avancer sur ce sujet.

En parallèle, l'exploitant a introduit les nouvelles versions des documents de synthèse des orientations de sûreté à mettre en œuvre et de son système de gestion. Ces documents clés dans le cadre du pre-licensing sont en cours d'analyse par Bel V.

Des workshops techniques ont été tenus entre l'autorité de sûreté et le SCK CEN afin de préciser certaines de ces orientations de sûreté comme la classification des composants ou la combinaison d'évènements.

Un accord a été conclu avec le SCK CEN pour faciliter l'accès aux données obtenues dans leurs installations expérimentales, permettant au personnel de Bel V de travailler sur la modélisation de ces installations et d'avoir une expérience directe avec les problèmes thermo-hydrauliques survenant dans un réacteur aussi complexe que MYRRHA. Ce travail facilitera le processus de demande d'autorisation en offrant au personnel Bel V les solides fondations techniques requises pour évaluer les positions formulées par le demandeur dans le dossier de sûreté.

Sur la base du retour d'expérience acquis grâce au travail avec des régulateurs étrangers et à la participation à des forums internationaux comme le Groupe de travail sur la sûreté des réacteurs avancés de l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE), des activités ont été lancées en collaboration avec l'AFCN pour évaluer la pertinence du cadre réglementaire actuel pour la demande d'autorisation de MYRRHA. Sur la base des résultats de cet examen, les domaines nécessitant des prescriptions supplémentaires ou des guides techniques seront identifiés.

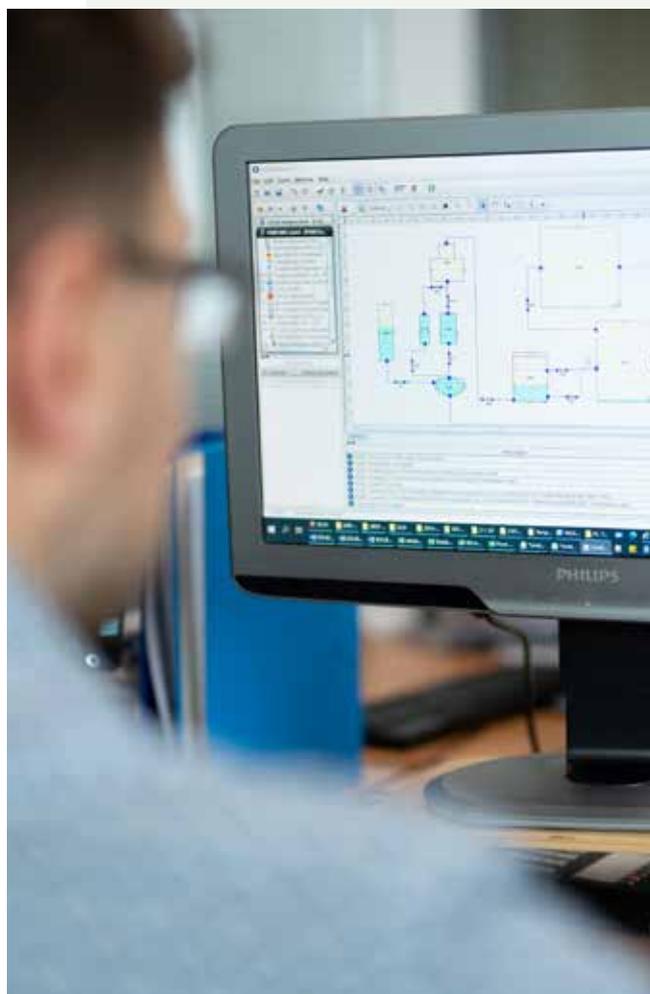
MINERVA

Le « Myrrha Isotopes production coupling the linEar acceleRator to the Versatile proton target fAcility » (MINERVA) est caractérisé par un faisceau de protons maximum de 100 MeV et une intensité du faisceau de 4 mA.

Cet accélérateur devrait être couplé à différents sous-systèmes pour permettre la production novatrice de radio-isotopes médicaux, la vérification de la stabilité du faisceau au fil du temps, etc.

Le SCK CEN, qui initialement suivait la méthodologie pour l'obtention d'une autorisation de classe I, a opté dans le courant de 2021 pour une autorisation de classe IIa.

La demande d'autorisation a été soumise à l'AFCN en novembre 2021. En décembre 2021, Bel V a reçu pour examen le rapport préliminaire d'analyse de sûreté (PSAR – « Preliminary Safety Analysis Report ») accompagné d'une série de documents de support.





2.7 SF² – installations d'entreposage du combustible usé

Les installations d'entreposage du combustible usé temporaires actuelles de Doel et Tihange seront saturées d'ici 2023. Un nouveau dépôt temporaire pour combustible irradié (SF²) sera dès lors établi sur les deux sites. Le concept d'entreposage à sec avec containers à double utilisation (transport et entreposage) a été sélectionné pour les deux installations.

Le 26 janvier 2020, l'autorisation a été obtenue pour l'installation SF² sur le site de Tihange. Au deuxième semestre de 2021, des réunions techniques ont été initiées entre l'AFCN/Bel V et l'exploitant ENGIE Electrabel pour discuter de la réalisation technique des différentes conditions d'agrément.

La construction des bâtiments principaux a démarré en avril 2020 et le gros œuvre sera achevé en mars 2022. Bel V a suivi la construction par le biais

d'inspections périodiques et des « hold points » et « witness points » définis par l'autorité de sûreté. En parallèle, Bel V a suivi la construction et l'installation du pont roulant et continue son suivi pour les aspects mécaniques, EI&C (« Electric Instrumentation & Control »), etc. en vue de la confirmation de l'autorisation d'exploitation en 2023.

Suite à un avis positif émis lors de la deuxième séance du Conseil scientifique de l'AFCN du 28 mai, l'agrément pour l'installation SF² sur le site de Doel a été obtenu en juillet 2021. Dans le cadre de ce Conseil scientifique, Bel V a établi une évaluation de sûreté concernant l'élaboration de plusieurs sujets par ENGIE Electrabel, qui sur la base de l'évaluation de sûreté pour la première séance du Conseil scientifique nécessitent d'être élaborés plus en détail.

La construction du bâtiment principal a démarré en septembre 2021 et les fondations seront achevées début 2022. Le radier et une partie des murs seront réalisés dans le courant de 2022. Bel V suit la construction par le biais d'inspections périodiques et des « hold points » et « witness points » définis par Bel V.

Les rapports de sûreté (TSAR – « Topical Safety Analysis Report ») des cinq types de conteneurs (venant de deux constructeurs) qui seront utilisés pour l'entreposage du combustible usé dans les bâtiments SF² de Doel et Tihange sont en cours d'analyse par Bel V. En 2021, il est à noter que les TSAR de deux premiers types de conteneurs ont été validés par Bel V. Les analyses des TSAR des trois autres types de conteneurs débiteront / continueront en 2022.



2.8 RECUMO

Le projet « REcovery and Conversion of Uranium from MOlybdenum production » (RECUMO) consiste à purifier des résidus de HEU et LEU issus du processus de production de radioisotopes médicaux au sein de l'Institut National des Radioéléments (IRE).

Le 10 décembre, il a été soumis une seconde fois au Conseil scientifique de l'AFCN. Un deuxième avis positif a été émis.

Dès lors, le SCK CEN a obtenu une autorisation de construction et d'exploitation.

À l'avenir, en plus du transport de HEU et LEU entre l'IRE et le SCK CEN, Bel V devra suivre la construction du bâtiment et la mise en œuvre du processus, afin de contrôler la conformité avec les conditions de l'autorisation.



2.9 Smart 4F

Le projet « Source of Medical Radioisotopes » (SMART) de l'Institut National des Radioéléments (IRE) a pour objectif le développement d'une méthode de production alternative de molybdène-99.

Le générateur de molybdène-99 / technétium-99 continue de représenter la majorité des examens réalisés en médecine nucléaire. Avant de pouvoir demander une nouvelle autorisation, l'IRE doit mener à bien un programme de R&D. Dans ce cadre, tout au long de 2021, l'IRE a mené une série d'expériences à Fleurus et sur des sites de recherche européens afin de valider les concepts théoriques de la mise en œuvre du projet SMART. Bel V et l'AFCN ont été en mesure d'évaluer les premiers résultats expérimentaux obtenus lors des réunions avec l'IRE.



2.10 WENRA (niveaux de référence en matière de sûreté 2014)

En 2016, ENGIE Electrabel a démarré le projet WENRA RL2014 afin d'assurer la mise en œuvre totale des WENRA Safety Reference Levels (SRL) de septembre 2014¹ dans les centrales nucléaires belges de Doel et Tihange. Ces WENRA SRL 2014 ont été repris par le biais de l'arrêté royal du 19 février 2020 dans les prescriptions de sûreté de l'arrêté royal du 30 novembre 2011 portant prescriptions de sûreté des installations nucléaires.

Le projet WENRA RL2014 a été subdivisé par ENGIE Electrabel en plusieurs projets d'étude, à savoir « Design Extension Conditions (DEC) » pour les réacteurs et les piscines de désactivation / Spent Fuel Pools (SFP), « Natural

Hazards », « External Flooding », « Postulated Initiating Events for Spent Fuel Pools (SFP PIE) », « Spent Fuel Pool PSA (SFP PSA) », « Seismic PSA » et quelques « Specific Activities ». Pour la réalisation des améliorations de sûreté (conception, procédures, etc.) qui découlent de ces projets d'étude, des projets de réalisation (« realization projects ») ont été initiés. Tous les projets d'étude ont été regroupés dans le « WENRA Action Plan », tandis que les « realization projects » ont été regroupés dans le « WENRA Implementation Plan ».

Depuis le début du projet, et jusqu'en mai 2021 inclus, plus de 500 documents ont été transmis à

Bel V (pour tous les projets d'étude confondus), ce qui représente environ 86 % des études planifiées. Pour tous les projets d'étude, Bel V a poursuivi l'analyse des documents reçus en 2021 et en a discuté lors des réunions techniques avec ENGIE Electrabel.

À côté de cela, ENGIE Electrabel a initié plusieurs « realization projects », et en particulier pour DEC A et DEC B (mises à jour de procédures, installation de systèmes alternatifs pour DEC B) et pour des phénomènes météorologiques extrêmes (procédures en cas de vague de chaleur). Diverses améliorations de sûreté qui avaient été identifiées lors du développement de la PSA « Seismic » et de la PSA « Spent Fuel Pool » ont été partiellement mises en œuvre en 2021 (voir le point 2.1.). Ces « realization projects » et améliorations de sûreté, qui font partie du « WENRA Implementation Plan », ont été suivies de près par Bel V.

¹Rapport « WENRA Safety Reference Levels for Existing Reactors », 24 septembre 2014
https://www.wenra.eu/sites/default/files/publications/wenra_safety_reference_level_for_existing_reactors_september_2014.pdf



2.11 Projets de construction Belgoprocess

La construction du bâtiment 167X et de l'installation pour la production des monolithes (IPM) est en cours. Les programmes de construction sont suivis par Bel V par le biais de « hold points » et « witness points ».

• Les activités de construction sont en cours pour le bâtiment 167X. Bel V estime que le Service de contrôle physique (SCP) exécute les différents contrôles sur la construction de manière concluante. Bel V n'a rien constaté de particulier lors de l'inspection exécutée et de la visite de chantier connexe.

• Pour IPM, des tests fonctionnels et tests d'acceptation sur site (SAT – « site acceptance tests ») ont été organisés sur le chantier. Bel V n'a rien constaté de particulier lors des inspections exécutées.



2.12 Mise en indépendance du bâtiment DE

Le projet de mise en indépendance du bâtiment DE de Tihange (MIB.DE), présenté par ENGIE Electrabel à l'autorité de sûreté en juin 2021, a pour objectif de rendre le bâtiment DE indépendant de Tihange 3 aussi bien d'un point de vue technique que légal (autorisation d'exploitation). L'objectif est de pouvoir exploiter de manière autonome les piscines d'entreposage de combustible usé du bâtiment DE dès le début du démantèlement de Tihange 3 et la mise à l'arrêt des derniers systèmes supports, actuellement prévus en 2030, et ce, jusque 2057 au moins. L'entreposage à long terme du combustible usé à la centrale nucléaire sera donc assuré à la fois

par le SF² (entreposage à sec via les conteneurs, voir la section 2.7) et par le DE indépendant (entreposage en piscines).

La mise en indépendance technique va nécessiter des modifications internes au bâtiment DE, ainsi que la construction de bâtiments annexes contenant les nouveaux systèmes permettant au DE d'assurer ses fonctions indépendamment de Tihange 3.

En particulier, le référentiel de sûreté (NSRD – « Nuclear Safety Reference Document ») du projet, définissant le cadre de référence du projet ainsi que les exigences de sûreté nucléaire strictement

applicables à une installation d'entreposage indépendante (ISFSI – « Independent Spent Fuel Storage Installation »), a été évalué par Bel V en octobre. Bel V n'identifie pas d'objections quant au choix de conserver et rendre indépendant le bâtiment DE et n'identifie pas non plus à ce stade de points bloquants empêchant la suite des études de (pré-)faisabilité. Néanmoins, Bel V sera attentif à la démonstration de sûreté du bâtiment DE indépendant et aux principes essentiels mis en œuvre dans cette démonstration.

En octobre, ENGIE Electrabel a également soumis à l'autorité de sûreté une note conceptuelle décrivant les orientations de sûreté pour les propositions de configurations techniques du DE indépendant. Cette note est en cours d'analyse chez Bel V.



3.

Activités et projets internationaux



3.1 Coopération avec les organisations internationales

Activités OCDE et AIEA

Bel V a continué à participer aux activités des diverses commissions, des groupes de travail et des réunions organisées par l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE) :

- le « Committee on Nuclear Regulatory Activities » (CNRA) ;
- le « Committee on the Safety of Nuclear Installations » (CSNI) ;
- le « Nuclear Science Committee » (NSC) ;
- le « CNRA Working Group on Inspection Practices » (WGIP) ;
- le « CNRA Working Group on Operating Experience » (WGOE) ;
- le « CNRA Working Group on Safety Culture » (WGSC) ;
- le « CNRA Working Group on the Safety of Advanced Reactors » (WGSAR) ;
- le « CSNI Working Group on Fuel Cycle Safety » (WGFC) ;
- le « CSNI Working Group on Risk Assessment » (WGRISK) ;
- le « CSNI Working Group on the Analysis and Management of Accidents » (WGAMA) ;
- le « CSNI Working Group on the Integrity and Ageing of Components and Structures » (IAGE), et ses sous-groupes sur l'intégrité des composants et structures métalliques et sur le vieillissement des structures en béton ;
- le « CSNI Working Group on Human and Organisational Factors » (WGHO) ;
- le « CSNI Working Group on Fuel Safety » (WGFS) ;
- le « CSNI Working Group on Electrical Power Systems » (WGELEC) ;
- le « CSNI Working Group on External Events » (WGEV) ;
- le « RWMC Integration Group for the Safety Case » (IGSC) ;
- le « CDLM Committee on Decommissioning of Nuclear Installations and Legacy Management » (CDLM) ;
- les activités de coordination du « Incident Reporting System » (IRS, IRSRR, FINAS).

Vous trouverez de plus amples informations concernant la participation de Bel V à des projets spécifiques de l'OCDE dans le point 4.4 relatif aux activités de recherche et développement.

Les activités de Bel V concernant l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) couvrent certains comités permanents ainsi que des événements spécifiques.

En ce qui concerne les comités permanents :

- L'ancien Directeur général de Bel V (qui a pris sa retraite en 2018) est membre du Groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire (INSAG) de l'AIEA et il a participé aux réunions virtuelles organisées en 2021.
- L'actuel Directeur général de Bel V, élu en 2020 à la présidence du « Technical and Scientific Support Organizations Forum » (TSOF) de l'AIEA, a participé aux activités du Comité de pilotage du TSOF.
- Un représentant de Bel V est membre du « Steering Committee on Regulatory Capacity Building and Knowledge Management » (coordonné par l'AIEA) et a poursuivi ses activités au sein de ce comité.
- Bel V a participé aux réunions du « Steering Committee of the Regulatory Cooperation Forum and Support Meetings with the European Commission ».

En ce qui concerne les événements spécifiques, des experts Bel V ont participé à plusieurs conférences, ateliers et réunions de comité technique de l'AIEA, principalement concernant les sujets suivants :

- évaluation des systèmes de protection physique dans les installations nucléaires ;
- application d'une approche graduée pour la régulation d'installations nucléaires ;
- vieillissement et obsolescence de systèmes et composants I&C nucléaires ;
- expérience dans le développement et l'application de la PSA niveau 2 pour les centrales nucléaires ;
- leadership et son développement dans les organisations nucléaires ;
- accélérateurs pour la recherche et le développement durable ;

- déclassement de petites installations ;
- méthodologies de calcul neutronique et thermohydraulique pour les réacteurs de recherche ;
- dérivation de niveaux de libération spécifiques pour matériaux adaptés au recyclage, à la réutilisation ou l'élimination par mise en décharge ;
- évaluation de sûreté sismique ;
- amélioration continue de la culture de sûreté ;
- sûreté du stockage en surface ;
- démonstration de la sûreté d'exploitation et à long terme des installations de stockage géologique pour déchets radioactifs ;
- méthodologie, pratiques et approches pour déterminer les connaissances critiques au sein des organisations nucléaires ;
- réévaluations périodiques de sûreté pour l'exploitation à long terme de centrales nucléaires ;
- I&C et sécurité informatique pour petits réacteurs modulaires et microréacteurs.



3.2 Collaboration avec les autorités de sûreté

3.2.1 WENRA Western European Nuclear Regulators Association

Les représentants de Bel V ont participé, en support aux représentants de l'AFCN, aux réunions de WENRA. En plus de la progression du travail des sous-groupes (voir ci-dessous), la mise en œuvre de la stratégie future de WENRA a été abordée. En 2021, une attention spéciale a été accordée au processus TPR (« Topical Peer Review »), à la nécessité de révision des objectifs de sûreté et leur applicabilité pour les petits réacteurs modulaires (SMR - « small modular reactors »), certains défis techniques actuels spécifiques et les relations avec d'autres organisations internationales (comme l'AIEA et HERCA).

Reactor Harmonization Working Group (RHWG)

Bel V a participé, en support à l'AFCN, à trois réunions RHWG organisées en 2021.

Le RHWG a mené une étude comparative sur la mise en œuvre des niveaux de référence 2014 (SRL – « Safety Reference Levels ») en matière de sûreté et d'améliorations de sûreté raisonnablement applicables aux conditions d'extension de la conception pour les centrales nucléaires. Bel V a fourni les informations demandées pour les centrales nucléaires belges.

En vue de la prochaine mise à jour des SRL pour les réacteurs existants de la WENRA, qui est prévue pour 2024, une analyse des lacunes a été réalisée pour la plupart des thématiques afin d'identifier les différences entre les SRL actuels (publiés en 2020) et d'autres références valides définissant des normes de sûreté plus élevées que celles des SRL actuels. Des experts Bel V ont contribué à cette analyse des lacunes pour plusieurs des thématiques. Les résultats de l'analyse des lacunes seront examinés par le RHWG, afin d'identifier les mises à jour souhaitables des SRL.

Pour le « Topical Peer Review » (TPR) de 2023 sur la « Fire Protection », Bel V participe à la préparation par le RHWG des spécifications techniques pour ce TPR.

Bel V a également participé à des réunions entre le RHWG et ENISS (« European Nuclear Installation Safety Standards »), tout particulièrement pour discuter des documents ENISS sur les éléments de qualité industrielle de grande qualité.



Working Group on Waste and Decommissioning (WGWD)

La 45^e réunion du WGWD s'est tenue en ligne du 22 au 26 mars. Bel V a participé en soutien de l'AFCN.

Le WGWD a abordé l'avancement du benchmarking et la marche à suivre. De plus, une question d'actualité a été présentée par la Slovaquie sur l'importation / l'exportation de déchets radioactifs étrangers.

La contribution du WGWD à l'« International Conference on Radioactive Waste Management : Solutions for a Sustainable Future » de l'AIEA (1er au 5 novembre) a été abordée.

Bel V n'a pas participé à la 46^e réunion du WGWD, qui s'est tenue en ligne du 27 septembre au 1^{er} octobre.

3.2.2

Groupe de travail franco-belge sur la sûreté d'installations nucléaires

Ce groupe de travail est composé des autorités réglementaires de France et de Belgique (l'ASN, l'IRSN, l'AFCN et Bel V). Une ou deux réunions sont organisées chaque année, en alternance entre Paris et Bruxelles (cette dernière présidée par Bel V). Les réunions du groupe de travail couvrent une large gamme de sujets en rapport avec la sûreté nucléaire.

Une réunion virtuelle a été organisée le 17 mars, lors de laquelle les sujets suivants ont été abordés :

- Aspects réglementaires et projets
 - France
 - Récents développements en matière de sûreté
 - Poursuite du fonctionnement des centrales nucléaires 900 MWe françaises
 - Belgique
 - Développements réglementaires et projets (LTO, SF2, stress-test)
 - Actualité générale sur les installations et évènements notables
- Aperçu des évènements dans les installations nucléaires
- Gestion post-accidentelle d'accidents nucléaires
 - Récents développements dans la gestion post-accidentelle d'accidents nucléaires observations croisées par rapport aux exercices de 2020
 - Bel V / AFCN – échange sur les exercices de crise 2019 / 2020 et perspectives pour 2021
- Révision commune des termes de référence (ToR) du groupe de travail franco-belge sur les Installations Nucléaires de Base (GTFB-INB)

3.2.3

Groupe de travail franco-suisse

Ce groupe de travail est composé des autorités réglementaires de Suisse et de Belgique (ENSI pour la Suisse et l'AFCN ainsi que Bel V pour la Belgique). Une réunion a lieu chaque année, tantôt à Brugg, tantôt à Bruxelles.

En 2021, en raison de la pandémie de COVID-19, ce groupe de travail s'est de nouveau réuni en ligne, le 24 septembre. Les sujets suivants ont été abordés :

- Échange d'informations
 - Changements dans le cadre réglementaire
 - Aperçu des événements et projets récents
- Mise à jour sur les projets de déclassement
 - Statut du déclassement de Mühleberg
- Définition de l'îlot nucléaire, y compris la stratégie de maintenance et de vieillissement et le programme d'inspection en cas de fermeture permanente des centrales nucléaires en Belgique et en Suisse.
- Mise à jour sur les projets de mise en conformité
 - Projets de mise en conformité des centrales nucléaires de Leibstadt et Gösgen
 - Mise en conformité des vannes principales de décharge vapeur en Belgique
- Statut du projet de dépôt final en Belgique et en Suisse depuis la dernière discussion
- Retour d'expérience concernant la préparation d'IRRS (« Integrated Regulatory Review Service »)

3.2.4

ANVS Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (Pays-Bas)

L'ordre du jour des consultations LTO incluait les éléments suivants :

1. Brève explication concernant le deuxième LTO Borssele (ANVS)
 2. Brève explication concernant la situation LTO en Belgique (Bel V)
 3. Adoption de mesures PSR (LTO) : rôle et approche de Bel V dans ce cadre (Bel V)
 - a. Recherche indépendante concernant les mesures potentielles (Bel V)
 - b. Quel est le rôle de la comparaison avec des conceptions modernes et quelles conceptions sont impliquées à titre de référence (exigence de la Directive EURATOM) ?
 - c. Comment la coordination avec l'exploitant est-elle menée ?
 - d. Comment les mesures finales seront-elles déterminées ?
 4. Aperçu des principales mesures PSR/LTO à mettre en œuvre en 2021-2025 (Bel V)
- L'ordre du jour de la réunion de direction était le suivant :
1. Bref rappel de la conférence générale de l'AIEA
 2. Récents développements dans les deux pays :
 - a. Développements au niveau réglementaire
 - b. Situation de sûreté des centrales et des installations nucléaires
 - c. Sujets thématiques : ANVS (PALLAS, SHINE, SMRs) ; AFCN / Bel V (SF2, DECOM/POP)
 - d. Inspections communes et exercices de plan d'urgence
 - e. Préparations à la crise
 3. Révision par les pairs
 - a. TPR-II et missions (IRRS – ARTEMIS, OSART, INSARR)
 4. Affaires en cours et conventions
 - a. Communication et échange d'informations
 - b. Informations transfrontalières dans les procédures de permis
 - c. Inspections communes – échange d'intérêts et autres conventions
 - d. Exercices de plan d'urgence communs
 - e. Autres actions et conventions

3.2.5

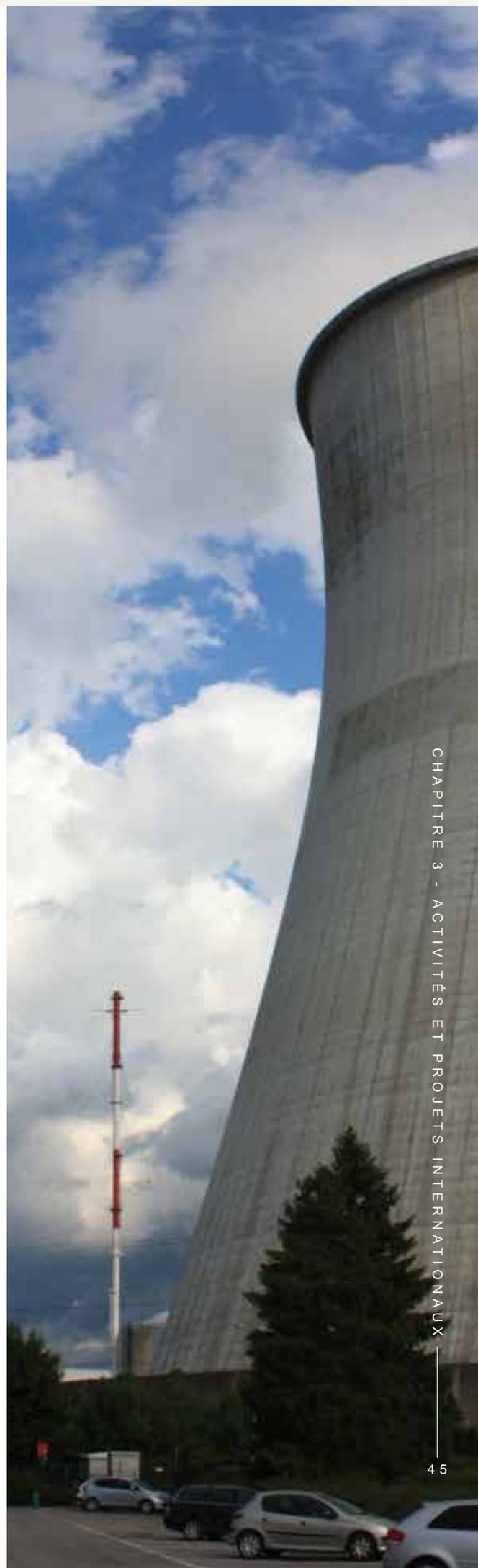
Deutsch-Belgische Nuklearkommission (DBNK)

La réunion de 2021, organisée le 26 mai, était la cinquième réunion de la commission nucléaire belgo-allemande (DBNK), comme le prévoit l'accord bilatéral conclu entre le ministre belge de la Sécurité et de l'Intérieur Jan Jambon et la ministre allemande de l'Environnement Dr Barbara Hendricks le 19 décembre 2016. En raison de la pandémie de COVID-19, la réunion qui était initialement prévue à Bonn a été remplacée par une réunion virtuelle (et l'ordre du jour a été raccourci à 1 jour au lieu de 2 jours).

Les sujets suivants ont été abordés :

Échange général d'informations concernant des sujets réglementaires récents

- Belgique
 - Aperçudeschangementsdanslecadreréglementaire
 - Statut des préparatifs pour le déclassé
- Allemagne
 - Aperçudeschangementsdanslecadreréglementaire (surtout les 17^e et 18^e amendements de la loi allemande sur l'utilisation de l'énergie nucléaire)
 - Statut du déclassé
 - Mise à jour de la procédure de sélection du site de stockage
- Échange d'informations à propos de questions spécifiques (statut, expérience opérationnelle, sujets de sûreté actuels, projets, impact de la COVID-19 et mesures) et processus de demande d'autorisation, y compris les réacteurs de recherche
 - Belgique
 - Centrale nucléaire de Doel (événements, SF², etc.)
 - Centrale nucléaire de Tihange (événements, SF², etc.)
 - SCK CEN (BR2, préparation de l'autorisation Myrrha, etc.)
 - Allemagne
 - Expérience d'exploitation générale et avis d'information allemands (WLN)
 - FRM II (événements INES 1 concernant les relâchements)





3.3 Collaboration avec les organisations techniques de sûreté

3.3.1 EUROSAFE

EUROSAFE est une initiative internationale et européenne qui vise à promouvoir la convergence des pratiques en sûreté nucléaire technique en Europe. Elle est constituée et gérée par les partenaires EUROSAFE : Bel V (Belgique), CSN (Espagne), CV REZ (République tchèque), MTA EK (Hongrie), GRS (Allemagne), ANVS (Pays-Bas), ENEA (Italie), IRSN (France), NRA (Japon), JSI (Slovénie), LEI (Lituanie), PSI (Suisse), RATEN ICN (Roumanie), SSM (Suède), SEC NRS (Russie), SSTC NRS (Ukraine), VTT (Finlande), VUJE (Slovaquie), Wood (Royaume-Uni), un groupe d'organisations techniques de sûreté et d'organismes de réglementation européens possédant une expertise en sûreté nucléaire et des compétences en matière d'évaluations de sûreté nucléaire. À l'exception des autorités CSN, ANVS et SSM,

toutes les organisations sont également membres d'ETSON, le réseau européen des organisations techniques de sûreté.

En raison de la pandémie de COVID-19, l'édition 2020 d'EUROSAFE initialement prévue à Paris a été postposée et a finalement été organisée le 22 et le 23 novembre 2021. Le Forum EUROSAFE, une co-organisation avec l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN, France), Bel V et les autres partenaires EUROSAFE, réunit des représentants d'organismes spécialisés dans les techniques de sûreté nucléaire et radiologique, d'instituts de recherche, de compagnies d'électricité, de l'industrie, des pouvoirs publics et d'organisations non gouvernementales. Bel V a participé activement à ce Forum en s'impliquant dans le comité de programme d'EUROSAFE, en co-présidant des séminaires techniques et en présentant plusieurs articles.

3.3.2 European Technical Safety Organisations Network (ETSON)

ETSON, le réseau européen des organisations techniques de sûreté, contribue considérablement à toutes les activités dans le cadre de l'approche EUROSAFE (à savoir le Forum, la lettre d'information et le site Web public), ainsi qu'au travail de renforcement du partenariat scientifique et technique. Ce domaine de travail s'applique aux problèmes généraux ou particuliers en lien direct avec la convergence des pratiques de sûreté scientifiques et techniques en Europe.

De 2015 à octobre 2018, le Directeur général de Bel V de l'époque présidait ETSON. Depuis octobre 2019, l'actuel Directeur général de Bel V est vice-président d'ETSON.

De 2012 au printemps 2018, un représentant de Bel V a présidé le « Technical Board for Reactor



Safety » (TBRS) d'ETSON afin d'offrir un aperçu des activités techniques d'ETSON, telles que le fonctionnement des groupes d'experts d'ETSON et la publication des « Technical Safety Assessment Guides » (disponibles sur <http://www.etsn.eu/reports-and-publications>). Début 2018, le rôle de président a été repris par un représentant de l'IRSN. Des représentants de Bel V ont participé activement aux groupes d'experts d'ETSON, ce qui a permis d'échanger des points de vue et des expériences avec des collègues d'autres organisations techniques de sûreté. Le responsable du « Technical Board for Reactor Safety » (TBRS) d'ETSON a pris des initiatives en 2020 pour promouvoir la collaboration avec le « Reactor Harmonization Working Group » (RHWG) de WENRA. Suite à ces initiatives, le TBRS a été impliqué dans deux tâches menées par le RHWG (voir point 3.2).

Bel V participe également au « Research and Development Group » (ERG) d'ETSON et préside l'ERG depuis la mi-2018. Pour de plus amples informations, voir le point 4.4.2.

En raison de la pandémie de COVID-19, le « Junior Staff Programme (JSP) Summer Workshop » d'ETSON n'a pas pu avoir lieu en 2021.

3.3.3 Collaboration avec les organisations techniques de sûreté sur la gestion des déchets

Bel V entretient une étroite collaboration avec d'autres organisations techniques de sûreté, notamment au sein de l'association SITEX_Network (principalement dans le but de consolider l'expertise des TSO dans le domaine de la gestion des déchets radioactifs) et par le biais de sa forte implication dans le programme commun européen sur la gestion de déchets radioactifs (EURAD). Ce dernier programme a été créé en 2019 et porte sur la recherche et le développement, des études stratégiques et des activités de gestion des connaissances.



3.4 Projets d'assistance internationaux

Dans le cadre de ses activités internationales, Bel V collabore avec différentes organisations techniques de sûreté, comme l'IRSN (France) et Jacobs (Royaume-Uni), au sein de consortiums créés dans le but de soutenir des autorités de sûreté étrangères (voir le point 3.2).

3.4.1 Fusion for Energy (F4E)

Le consortium mené par APAVE, incluant Bel V, a répondu à un appel d'offres pour trois projets afin de soutenir F4E :

- fourniture de services de support dans le domaine de la sûreté et de l'ingénierie nucléaires pour les lanceurs EC pour l'International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER) ;
- fourniture de services de support en sûreté nucléaire ;
- estimation de suivi du niveau de culture de sûreté nucléaire actuel au sein du personnel F4E.

En réponse à ces appels d'offres, pour ces trois projets, le consortium a été classé respectivement en 2^e, 3^e et 1^{re} position.

3.4.2 Office for Nuclear Regulation (ONR)

Bel V fait partie d'un consortium (composé de Jacobs comme niveau 1 et Bel V et Technatom comme niveau 2) qui a été sélectionné pour le soutien de l'autorité de sûreté britannique ONR (Office for Nuclear Regulation) dans un contrat-cadre pour services techniques. Le champ d'application inclut une fourniture de services dans un large éventail de disciplines techniques.

3.4.3

Direktoratet for strålevern og atomtryggleik (DSA)

Bel V, leader et membre d'un consortium composé de Bel V, IRSN, ARPANSA et de l'Université norvégienne pour les sciences de la vie (NMBU – « Norwegian University of Life Sciences »), a été sélectionné pour un contrat de support de l'autorité norvégienne de sûreté nucléaire et de la radioprotection (DSA – « Direktoratet for strålevern og atomtryggleik ») concernant le contrôle réglementaire des installations et activités nucléaires en Norvège. Le contrat couvre les fonctions réglementaires suivantes :

- Tâche 1.1 – Développement de règlements et guides
- Tâche 1.2 – Notification et autorisation
- Tâche 1.3 – Examen et évaluation des installations et activités
- Tâche 1.4 – Inspection d'installations et activités
- Tâche 1.5 – Exécution
- Tâche 1.6 – Intervention d'urgence
- Tâche 1.7 – Communication et consultation avec parties intéressées

Le contrat a une durée de trois ans.

3.4.4

Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS)

Bel V, leader et membre d'un consortium composé d'IRSN (pour les lots 1 et 3) et d'un consortium avec l'IRSN et Bureau Veritas (pour le lot 2) a été sélectionné pour soutenir l'autorité de sûreté néerlandaise ANVS dans trois domaines :

- Lot 1 – Évaluation de sûreté
- Lot 2 – Inspections
- Lot 3 – Rassemblement d'informations et conseils de développement

Le contrat a une durée de six ans.

3.4.5

Autorité de sûreté nucléaire (ASN)

Bel V a été sélectionné par l'autorité de sûreté française ASN pour le projet « Prestations d'appui dans le cadre de l'instruction des analyses de sûreté soumises par le CEA à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) relatives à l'installation nucléaire de base n° 24 (CABRI) localisée à Cadarache ».

Le contrat a une durée de quatre mois.

Le contrat devrait commencer à la mi-janvier 2022.

3.4.6

Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)

Un contrat a été signé par Bel V pour fournir de l'expertise à l'organisation de support technique française IRSN pour la validation du logiciel SCANAIR. Le but de ce logiciel est de simuler le comportement thermomécanique d'un crayon de combustible pendant un accident d'insertion de réactivité dans un réacteur à eau sous pression.

3.4.7

Projets d'assistance financés par la Commission européenne

Le principal objectif des projets de l'Instrument relatif à la coopération en matière de sûreté nucléaire (ICSN) financés par la Commission européenne consiste à promouvoir un niveau de sûreté nucléaire élevé, de la protection contre les rayonnements et de l'application de mesures de protection efficaces des matériaux nucléaires dans les pays tiers. Il s'agit pour Bel V de l'occasion rêvée de partager son expérience et ses pratiques à l'échelle internationale et de les mettre en pratique.

La première phase du programme est terminée. La deuxième phase des projets ICSN s'étale sur la période 2014-2020. Les bénéficiaires de ces projets sont les autorités de réglementation de la sûreté des pays éligibles pour une coopération avec l'Union européenne. Bel V a participé aux projets abordés ci-après.

Ukraine

Bel V participe au projet ICSN afin de consolider les capacités du State Nuclear Regulatory Inspectorate of Ukraine (SNRIU) pour la régulation des activités nucléaires et pour la demande d'autorisation et la gestion d'incidents graves dans des installations nucléaires. Ce projet se terminera en 2022.

Bel V participe à deux tâches :

- Tâche 1 : « Development of a strategy on completing regulatory capacity building and resource planning »
- Tâche 4 (comme leader) : « Support in licensing of diversified nuclear fuel supplies for Ukrainian nuclear power plants »

Les partenaires de ces deux tâches sont GRS, l'IRSN et DSA.

Maroc

Bel V participe au deuxième projet ICSN (qui a démarré en février 2018) : « Support to the regulatory body of Morocco for capacity-building and for enhancing the regulatory framework for nuclear and radiation safety ». Ce projet a pour but de soutenir l'organisme de réglementation marocain AMSSNuR dans la réalisation des missions et responsabilités attribuées à un organisme de réglementation, ainsi que dans l'organisation de sa structure interne.

Le consortium pour ce projet se compose de l'IRSN, GRS, CSN, TECNATOM, SNRIU et Bel V.

La durée du projet initialement de 4 ans a été prolongée de six mois pour compenser les retards provoqués par la pandémie de COVID-19.

Serbie

Le consortium mené par ENCO et également composé du SCK CEN, de l'IRE, de HAEA et de Bel V a été sélectionné pour un projet de soutien de l'organisme réglementaire serbe SRBATOM et le site Vinča.

Citons parmi les bénéficiaires le Serbian Radiation and Nuclear Safety and Security Directorate (SRBATOM) et deux organisations du site Vinča (Public Company Nuclear Facilities of Serbia (PCNFS) et Vinča Institute of Nuclear Sciences (VINS)).

Le projet a pour but :

- de poursuivre la transposition de l'acquis européen dans le domaine de la protection contre les radiations et la sûreté nucléaire en législation nationale serbe ;
- de contribuer à la poursuite du développement de l'organisme réglementaire nucléaire SRBATOM par la fourniture d'une assistance dans la réglementation de la protection contre les radiations, la sûreté nucléaire et la gestion des déchets radioactifs ;
- de fournir une assistance au déclassement d'installations sélectionnées sur le site Vinča.

Le contrat a une durée de 36 mois.

Le contrat a démarré le 17 mai.

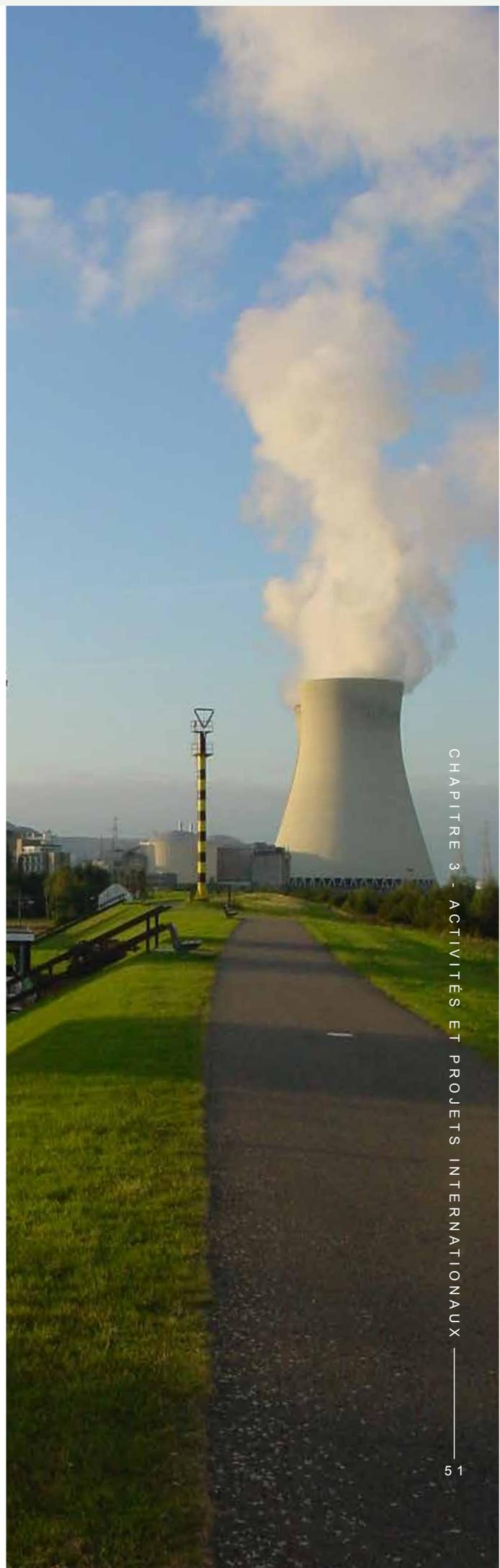
Biélorussie

Le consortium mené par ENCO et composé de SCK CEN, HAEA, UJV, SUJB, TUV-Nord, SNSA, UJD-SR et Bel V a été sélectionné pour un projet afin d'apporter une assistance réglementaire à la Biélorussie dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, y compris l'urgence radiologique.

L'objectif global du projet est de consolider davantage les compétences managériales et techniques des autorités réglementaires biélorussiennes (Ministry of Emergency Situations (MES) – Gosatomnadzor (GAN)) et ses organisations de support technique.

Le contrat a une durée de 30 mois.

Le projet devrait démarrer en juin 2022.



4.

Gestion de l'expertise



4.1 Retour d'expérience en Belgique

Chaque année, Bel V réalise un examen sélectif des événements se produisant dans l'ensemble des installations nucléaires belges ainsi qu'une analyse approfondie d'un nombre sélectionné d'événements en mettant l'accent sur les causes premières, les actions correctives et les enseignements à tirer. En 2021, plus de 60 événements ont été enregistrés dans la base de données du retour d'expérience en Belgique.

Plusieurs événements ont fait l'objet d'une analyse plus détaillée afin d'identifier les enseignements à en tirer potentiellement applicables à un plus large éventail d'installations nucléaires. En 2021, ces analyses ont donné lieu à l'élaboration d'un projet pour un rapport IRS concernant les dégradations et les non-conformités de structures en béton de bâtiments bunkérisés (au sein de Doel 3, Doel 4, Tihange 2 et Tihange 3).

2021 a particulièrement été caractérisée par plusieurs événements, qui ont été analysés en profondeur par Bel V et pour lesquels une analyse, une inspection réglementaire et un suivi des actions correctives adéquats ont été mis en œuvre. Certains enseignements ont été tirés de ces événements, notamment pour les sujets suivants :

- Gestion correcte des procédures
- Application de l'approche STAR (Stop, Think, Act, Review) ou PDCA (Plan, Do, Check, Act)
- Traitement des modifications « urgentes »
- Communication claire et appropriée
- Nécessité d'un contrôle de la qualité des sous-traitants
- Compatibilité des composants
- Connaissance de la méthodologie de consignation
- Sélectivité des protections électriques



4.2 Retour d'expérience à l'étranger

En marge de l'examen des événements nationaux, Bel V procède également à un examen des événements affectant des installations nucléaires étrangères ainsi que des problèmes génériques potentiels importants au niveau de la sûreté, nécessitant une solution technique de la part des exploitants ou une communication générique aux exploitants.

Dans ce contexte, l'analyse réalisée par Bel V événements sélectionnés peut donner lieu soit à une « Operating Experience Examination Request Letter » (OEERL) formelle, soit à des « Operating Experience Information Letters » (OEIL), soit à des demandes de clarification concernant la mesure dans laquelle l'expérience en matière d'exploitation a été prise en compte par les exploitants, soit à la réalisation d'inspections.

L'exploitant des centrales nucléaires belges a été invité à fournir des réponses à des questions spécifiques après l'analyse des rapports suivants :

- IRS 8935 « Phase-to-phase short circuit on the motor's electrical penetration insulating disc following a trip of a reactor coolant pump at nominal power and therefore an automatic reactor trip in QINSHAN 2-3 » ;
- NRC IN 2007-21 S1 « Pipe wear due to interaction of flow-induced vibration and reflective metal insulation » ;

- IRS 8984 « Electronic transmitter component heat rise and the impact on qualified life » ;
- IRS 8996 « Damage to wheels of the containment polar cranes at nuclear power plants » ;
- NRC IN 2021-01 « Design – basis capability of power-operated valves at nuclear power plants » .

Une poursuite du suivi a été réalisée pour :

- NRC RIS 2013-09 et IRS 8381 « Guidelines for effective prevention and management of system gas accumulation » ;
- NRC IN 2016-05 « OPEX regarding complications from a loss of air instrument » ;
- IRS 8567/NRC IN 2017-05 « Potential loss of safety function for multiple systems from uncorrected Masterpact 480 Volt circuit breaker causing intermittent failure to close » ;
- IRS 8720 « Power supply failure results in operation in a condition prohibited by technical specifications » ;
- IRS 8725 « Inadequate Emergency operating procedure guidance for asymmetric natural circulation cooldown » ;
- IRS 8858 « Indications found during the Eddy-Current Testing of Steam Generator Tubes in Emsland (KKE) and Neckarwestheim-2 (GKN-2) » ;
- IRS 8859 « Failure of a contactors cells component in the 6.6 KV switchboards disabling some emergency systems » ;
- IRS 8890 « EDGs robustness in seismic conditions (generic issue at EDF nuclear power plants) » ;
- NRC IN 2018-10 « Thermal sleeve flange wear leads to stuck control rod at foreign plant » ;
- Westinghouse 10 CFR Part 21 notification « CRDM thermal shield defect » .



4.3 Gestion des connaissances

Pour plusieurs raisons (l'une d'entre elles étant qu'au cours des prochaines années, plusieurs membres du personnel expérimentés de Bel V vont partir à la retraite), Bel V attache une grande importance à la gestion des connaissances. Ainsi, plusieurs outils sont implémentés afin de générer, capturer, transférer, utiliser et archiver les connaissances.

Les centres de responsabilité technique (TRC – « Technical Responsibility Centres ») continuent de jouer un rôle clé dans le cadre de la gestion des connaissances au sein de Bel V. Il y a quelque 20 TRC, qui font office de « centres de compétences » pour tous les domaines d'expertise importants de Bel V. Lorsqu'il est nécessaire de suivre le développement des enjeux dans le domaine nucléaire, de nouveaux TRC sont créés (les derniers exemples concernent le démantèlement ou la sécurité). De plus, la gestion et le fonctionnement des TRC sont intégrés dans le système de qualité de Bel V.

En 2021, plusieurs nouveaux ingénieurs ont été recrutés. Ceci demande de gros efforts de la part des ingénieurs les plus expérimentés afin de transmettre leurs connaissances de façon adéquate. Un coach est désigné pour chaque nouveau membre du personnel afin de faciliter son intégration. Ce mécanisme de transfert de connaissances est combiné avec, entre autres, une formation sur le terrain et des activités transverses. Le recrutement d'un nombre élevé de collaborateurs demande également des formations adaptées (voir le point 4.5).

Il convient de mentionner aussi l'attention portée par Bel V au transfert des connaissances des experts partant à la retraite vers des membres du personnel plus jeunes. Un « Knowledge Transfer Form » est utilisé à cette fin. De surcroît, nous utilisons une « Knowledge Critical Grid » dans l'objectif d'identifier et de réduire les risques de perte de connaissances. D'autres outils de transfert de

connaissances sont actuellement en phase d'implémentation (tels que les « Knowledge Books »).

La gestion des connaissances est en outre fortement liée au programme de R&D, dont le but premier est de générer de nouvelles compétences, de meilleures idées et des processus plus efficaces (voir le point 4.4).

L'utilisation continue du logiciel de gestion de la documentation électronique adapté pour Bel V (KOLIBRI, basé sur Hummingbird DM) constitue un outil important pour une récupération efficace des informations, un partage des connaissances efficace et une intégration plus aisée des nouveaux venus. Dans ce sens, un comité spécifique nommé le « DOCumentation USers group » (DOCUS) se focalise sur l'analyse des besoins des utilisateurs et la mise en place d'améliorations. En 2020, Bel V a également consolidé sa capacité de récupération de documents par le biais de l'achat et de l'implémentation d'un outil de recherche plus puissant.



4.4 Recherche et développement

4.4.1 Introduction

Les activités de recherche et développement (R&D) sont fondamentales pour le développement de positions de sûreté indépendantes et informées. Des efforts continus doivent être entrepris pour construire, améliorer et consolider l'expertise de l'équipe technique de Bel V dans divers domaines techniques pertinents de la sûreté nucléaire. De plus, les activités R&D réalisées ou soutenues par Bel V gagnent de plus en plus en importance en vue de soutenir la stratégie de développement des activités. Des interactions régulières ont dès lors eu lieu entre R&D et l'équipe Business Development afin d'assurer la cohérence, le support et des synergies entre ces activités complémentaires.

En 2021, le travail total des activités en R&D s'élève à 8 198 heures, ce qui représente 7,5 % du temps total de travail du personnel technique de Bel V.

En 2021, les activités R&D correspondaient aux jalons de la stratégie 2020-2024, ponctuées de plusieurs interactions avec des organisations internationales et d'autres organisations européennes dans le cadre de l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) de l'OCDE et les appels pour EURATOM et le Horizon Europe Work Programme 2021-2022. De manière plus spécifique :

- Bel V a rejoint les projets ETHARINUS et ATLAS3 de l'OCDE/AEN.
- Bel V a rejoint le groupe d'utilisateurs finaux / de support de trois projets de la Commission européenne (ACES, CORI et SFC).

- Bel V a participé activement aux projets CE/H2020 MUSA et R2CA, ainsi qu'à la direction et à différentes activités du programme commun européen sur la gestion de déchets radioactifs (EURAD), cofinancé par la Commission européenne.

- Bel V a participé activement au développement de quatre propositions de projet soumises par la Commission européenne dans le cadre des appels pour EURATOM et le Horizon Europe Work Programme 2021-2022 (HARMONISE, HARPERS, ASSAS et RESYST).

Il convient également de souligner que la collaboration avec des universités et instituts de recherche s'est poursuivie, s'agissant d'un élément essentiel de la stratégie R&D de Bel V. Les activités R&D menées par Bel V en 2021 sont décrites dans les sections suivantes.

4.4.2

R&D sur la sûreté des installations nucléaires

Phénomènes thermohydrauliques

La plupart des activités R&D thermohydrauliques prévues pour 2021 ont été réalisées avec fruit, malgré la pandémie de COVID-19. Elles incluaient les activités suivantes :

- Les projets thermohydrauliques expérimentaux de l'OCDE/AEN axés sur la collecte d'informations précieuses en vue d'une meilleure évaluation des différents scénarios d'accident dans des conditions d'extension de la conception (DEC-A – « design extension conditions »). Il s'agit des projets suivants :
 - Le projet ETHARINUS, pour lequel Bel V a proposé de mener un essai expérimental concernant l'impact d'un déclenchement temporisé de la pompe de refroidissement principale lors d'un accident de perte de réfrigérant primaire dû à une petite brèche (SBLOCA – « small break loss of coolant accident ») à la température maximale de gaine (PCT – « peak cladding temperature »). Le but est d'évaluer le délai de déclenchement de la pompe de refroidissement qui conduit à une température excessive de la gaine.
 - Le projet ATLAS3, pour lequel le représentant de Bel V a été sélectionné pour endosser la présidence du « Program Review Group » (PRG). Dans le cadre de ce projet, une proposition de Bel V de mener une expérience dans l'installation ATLAS a été

approuvée par le consortium et planifiée pour 2023. Cette expérience aborde les problèmes liés à une procédure de refroidissement asymétrique sous un débit de circulation naturelle, dans des conditions d'accident prolongées.

- Le « RBHT Workshop », pour lequel Bel V a fourni un support technique dans le cadre de l'interprétation de la matrice d'essai simulée évaluant l'influence sur la PCT de latrempe pendant la phase de renoyage d'un accident de perte de réfrigérant primaire dû à une grosse brèche (LBLOCA – « large break loss of coolant accident »).
- Dans le cadre du projet français DENOPI, un modèle CATHARE pour simuler l'installation d'essai MIDI a été mis au point et utilisé pour réaliser des calculs prévisionnels de la matrice d'essai prévue, contenant neuf expériences. Les résultats de simulation ont été documentés dans un rapport dédié. La coopération bilatérale avec l'IRSN a permis à Bel V d'obtenir le code CATHARE 3 avancé, tandis que la fourniture du code NEPTUNE_CFD est également prévue. Ce dernier sera exclusivement utilisé dans le cadre du projet DENOPI.
- Dans le cadre du projet CE/H2020 R2CA, un modèle CATHARE pour une centrale nucléaire à 3 boucles a été mis au point et utilisé pour simuler l'accident de rupture d'un tube de générateur de vapeur (RTGV) dans des scénarios de

dimensionnement (DBA) et DEC-A.

Le modèle de radioéléments CATHARE a été pris en compte pour évaluer la quantité de radioactivité libérée dans l'environnement. Cette participation a permis de rassembler des informations à propos des approches et modèles utilisés par les participants pour les scénarios DBA et DEC-A.

- Dans le cadre du projet MYRRHA, le code informatique RELAP5-3D a été utilisé pour soutenir les activités d'évaluation de la sûreté préalables à la demande d'autorisation. En faisaient partie :
 - Simulation d'un transitoire, donnant lieu à une surpressurisation du côté primaire à la suite d'une rupture du tube de l'échangeur de chaleur et à une pénétration secondaire de réfrigérant dans un réacteur nucléaire générique avec réfrigérant primaire Pb-Bi et de l'eau ordinaire en tant que fluide du système secondaire ;
 - Simulation préliminaire du fonctionnement et réalisation de tests sur l'installation expérimentale du SCK CEN E-SCAPE à l'aide du modèle RELAP5-3D de l'installation ;
 - Préparation de conférences et de matériel auxiliaire pour une formation interne intitulée « Use of RELAP5-3D for Simulation of PWR and Pool-type Reactors with Heavy Liquid Metal Coolants (HLMC) ».

Plusieurs articles et documents

techniques concernant les résultats de ces activités ont été produits en 2021.

Sûreté mécanique

En 2021, Bel V a poursuivi sa collaboration avec l'IRSN et le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) français sur des essais mécaniques de matériaux incluant des flocons. Des réunions ont eu lieu pour suivre l'avancement. Les premiers résultats des essais ont été obtenus sur un matériau sain. Le CEA a ensuite préparé des coupons-témoins avec flocons, et leur essai est prévu pour le début de 2022.

En ce qui concerne l'expertise développée avec le code ABAQUS, la géométrie, la répartition des charges et le maillage de la boulonnerie sur le tourillon pour les colis de type C pour éléments de combustible usé radioactif ont été mis en œuvre dans une modélisation d'éléments finis. Dans le cadre de la conception de la sûreté des colis, le but de ce travail est d'analyser la capacité fonctionnelle des systèmes de tourillons. De manière spécifique, la plastification localisée potentielle de la matière constitutive sera identifiée et des tensions linéarisées (membrane + tension) évaluées. La modélisation d'éléments finis inclut le tourillon, les boulons et une partie adéquate de la paroi du conteneur, avec les conditions de contact nécessaires sur toutes les interfaces entre ces composants. Une analyse de raffinement de maillage a été menée pour éviter une surcharge de la mémoire.

Bel V a également participé à deux projets R&D internationaux. Le premier est le projet EC/H2020 JHOP2040. Le réacteur Jules Horowitz a été présenté lors d'un atelier, et les principaux aspects de gestion du projet ont été décrits. Les attentes du groupe de support auquel participe Bel V ont été brièvement évoquées. Le second est le projet CE/H2020 ORIENT-NM, dont le but est d'offrir un calendrier de recherche stratégique pour matériaux pour toutes les générations de réacteur de fission nucléaire, jusqu'en 2040.

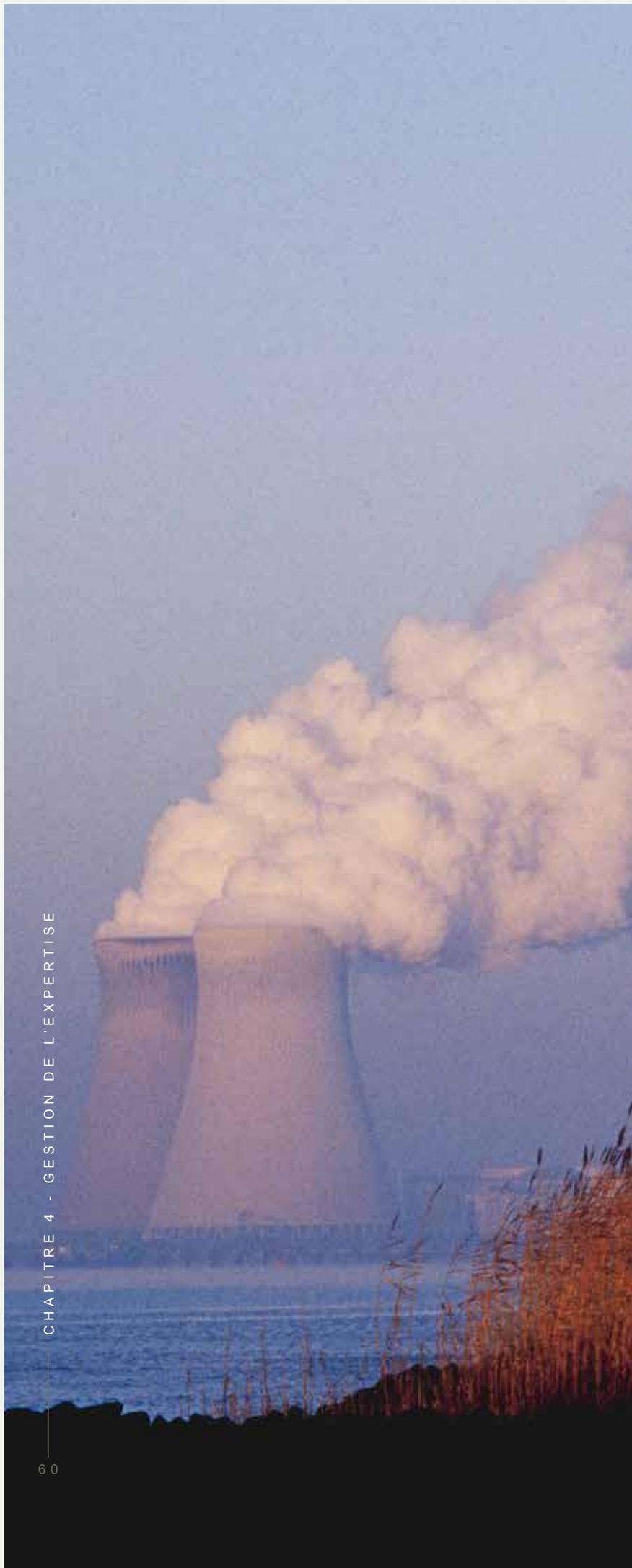
Pour terminer, Bel V est devenu membre du « End User Group » du projet SFC sur la caractérisation du combustible usé et son évolution jusqu'à son évacuation. Ce projet R&D fait partie du CE/H2020 European Joint Programme on Radioactive Waste Management (EURAD).

Participation au projet du réacteur de Halden

Bel V a poursuivi sa participation au projet initié en 2018. De précieuses informations sur les tests post-irradiation (PIE – « post-irradiation examinations ») de matière déjà irradiée ont été obtenues.

Protection incendie

En 2021, Bel V a participé à l'exercice de benchmarking organisé dans le cadre du projet PRISME3 de l'OCDE/AEN, en collaboration avec la base de données FIRE de l'OCDE/AEN. Ce projet a pour but de comparer les codes et pratiques de modélisation d'incendie entre les membres PRISME3 et des organisations associées, ainsi que d'évaluer les capacités prédictives de ces codes en simulant, à terme, un véritable événement d'incendie à partir de la base de données FIRE. Les résultats de simulation de l'essai PRISME3 ont été soumis et présentent une convergence satisfaisante avec les résultats de plusieurs autres organisations, ainsi qu'avec des données expérimentales. Bel V a également continué de contribuer à la base de données FIRE OCDE/AEN en soumettant une sélection événement d'incendie passés. Les travaux préparatoires pour la version 2020:01 de la base de données sont en cours et la base de données devrait être publiée en 2022. Bel V a également continué de participer au projet « Thermal-hydraulics, Hydrogen, Aerosols, Iodine (HEAF-2) » (OCDE/AEN).



Analyse probabiliste de sûreté (PSA – « Probabilistic Safety Assessment »)

En 2021, Bel V a participé à plusieurs événements virtuels liés à la PSA (réunion technique PSAEA, réunion du « RiskSpectrum User Group » et le « Working Group on Risk Assessment » de l'OCDE/AEN). Bel V a également été impliqué dans le End User Group du projet CE/H2020 METIS (NUGENIA) concernant la Methods and Tools' Innovation for Seismic Safety Assessment. Pour terminer, Bel V a procédé à certains examens spécifiques concernant la modélisation RiskSpectrum pour la PSA Spent Fuel Pool soumise par l'exploitant dans le cadre du projet WENRA RL 2014.

Accidents graves

L'effort engagé dans le développement et l'amélioration des capacités de simulation d'Accidents graves (SA – « Severe Accident ») avec le code MELCOR au sein de Bel V s'est poursuivi en 2021, dans le but de renforcer les capacités de Bel V concernant l'évaluation de sûreté indépendante des accidents graves pour les centrales nucléaires belges, mais aussi d'augmenter sa visibilité internationale et son expérience. L'avancement enregistré concernant les simulations SA en 2021 se concentrait principalement au niveau des examens du scénario LOCA en soutien des activités de Bel V dans le cadre du projet CE/H2020 MUSA. Ces examens sont réalisés à l'aide du modèle MELCOR 2.2. d'un réacteur à eau sous pression à trois boucles. Toujours dans le cadre du projet MUSA, la poursuite du

développement des capacités dans la modélisation des incertitudes lors de SA a été réalisée. De plus, des modèles d'animation ont été mis au point pour faciliter la validation des modèles MELCOR pour différents transitoires.

L'accord CSARP (« Cooperative Severe Accident Research Program ») conclu entre l'USNRC (« US Nuclear Regulatory Commission ») et Bel V a continué de soutenir le développement de l'expertise de Bel V. Bel V a contribué à la réunion CSARP. De plus, Bel V a participé à la réunion « MELCOR Code Assessment Program » (MCAP) et à la 12e réunion du « European MELCOR User Group » (EMUG), qui a fourni un précieux support aux activités de modélisation des accidents graves de Bel V, en ce compris des informations sur les capacités des codes MELCOR et SNAP.

Bel V a également participé à plusieurs ateliers et conférences non récurrents, comme l'atelier sur le « Reactor core and containment cooling systems – long-term management and reliability » organisé par l'OCDE/AEN et la conférence EUROSAFE.

Pour terminer, Bel V a rejoint un consortium dirigé par l'IRSN qui a soumis une offre concernant le projet ASSAS, suite au récent appel pour le « EURATOM Work Programme 2021-2022 ».

Plusieurs articles et documents concernant les activités de recherche et développement menées ont été produits en 2021.

Viellissement du béton

Bel V a participé à la réunion technique annuelle du projet ODOBA, organisée avec tous les partenaires afin de discuter du statut du projet, des résultats en cours et des prochaines étapes du projet. ODOBA est une étude expérimentale sur les mécanismes de vieillissement et de dégradation du béton menée par l'IRSN à Cadarache, en France. Bel V a présenté les analyses et résultats liés aux mécanismes de vieillissement et de dégradation observés sur les murs de test du site de stockage en surface belge.

Bel V a rejoint le « End User Group » du projet CE/H2020 ACES (évaluation améliorée des structures en béton des centrales nucléaires en termes de vieillissement).

Collaboration ETSON et groupes d'experts

À l'instar des années précédentes, et malgré les défis posés par la pandémie de COVID-19, des représentants de Bel V ont continué de contribuer aux activités du « Technical Board on Reactor Safety » (TBRS) et autres groupes d'experts ETSON, dans le but d'échanger des points de vue et expériences avec des collègues d'autres organisations techniques de sûreté. Les activités et réalisations suivantes peuvent être mises en avant :

- Finalisation, publication et partage avec d'autres parties prenantes (ENSREG, AIEA etc.) du plan de travail ETSON TBRS pour 2020-2025 ;
- Préparation de deux ateliers à organiser en 2022 : un concernant

les problèmes de sûreté pendant les dernières années du fonctionnement du réacteur de puissance avant l'arrêt final et un autre concernant la science des données et l'intelligence artificielle pour améliorations de la sûreté nucléaire ;

- Contribution continue aux initiatives et tâches du « ETSON Communication Group » (ETSON News, etc.) ;
- Participation active à la préparation et à l'organisation du « concours ETSON Award » organisé par le « ETSON Junior Staff Programme » (à l'occasion du forum EUROSAFE organisé en novembre 2021).

Réseau SNETP

En 2021, Bel V a participé aux différentes sessions du SNETP Forum, ainsi qu'à l'Assemblée générale. Bel V a également été activement impliqué dans les discussions organisées au sein de « Technical Area 2 » (accidents graves) concernant des propositions de projet en préparation en réponse à l'appel pour le « EURATOM Work Programme 2021-2022 ».

MYRRHA

Un premier rapport thématique a été rédigé dans le cadre du projet pré-autorisation MYRRHA.

Il traite des implications, pour la demande d'autorisation, de l'utilisation d'eutectique plomb-bismuth (EPB) en tant que réfrigérant et cible de spallation.

Plusieurs articles internationaux, documents et rapports internes ont été produits, documentant les activités menées en 2021.

4.4.3

R&D sur les déchets et le déclassement

Stockage en surface de déchets de catégorie A

Activités de « bergbaarheid » (autorisation de mise en dépôt)

- Bel V a supervisé un projet de génie physique d'un étudiant de l'ULB sur le « Development of a tool to estimate the probability of exceeding radiological waste acceptance criteria for the safe disposal of radioactive waste ».
- Bel V a participé à l'examen du document D3.2 du projet EC/H2020 CHANCE sur les besoins en R&D pour la caractérisation des déchets conditionnés.

Impact de la cellulose sur la sorption dans des matériaux cimentaires

Bel V est devenu un membre du « End User Group » du projet CE/H2020 CORI (EURAD) et a participé à la réunion annuelle du projet. Une réponse a été apportée aux questions clés suivantes sur l'impact de la cellulose sur la sorption dans des matériaux cimentaires, sur la base d'un examen du document sur l'état de la technique développé dans le cadre du projet CORI :

- Quels sont les possibles mécanismes de dégradation de la cellulose dans des conditions ambiantes du stockage de déchets de catégorie A (conditions aérobies et anaérobies) ?
- Quels sont les possibles produits de dégradation de la cellulose et leurs quantités ?
- Quel est l'état des connaissances concernant la substitution dans

les matériaux cimentaires de formes anioniques de radionucléides critiques par des molécules organiques anioniques découlant de la dégradation de la cellulose ?

Stockage géologique de déchets de catégories B&C

2021 a été une année productive pour les activités R&D de Bel V dans le domaine du stockage géologique. Initialement, le programme pour 2021 incluait principalement la réalisation d'avancements sur plusieurs actions du « Deployment Plan of the B&C Strategic Research Needs » (SRN DP) et leur finalisation ainsi que la réalisation de nos activités EURAD contractuelles et cofinancées (leader et contributeur du projet UMAN, ainsi que contribution aux projets ACED et ROUTES). Des contributions au développement stratégique EURAD et SITEX_Network ont également été prévues. Plusieurs jalons ont été atteints dans le projet UMAN :

- Organisation d'un second séminaire sur la gestion des incertitudes, qui a rassemblé plusieurs participants, pour une représentation bien équilibrée des points de vue des organisations de gestion des déchets, des organisations de support technique, des entités de recherche, des régulateurs et des organisations de la société civile ;
- Finalisation de plusieurs documents et d'ébauches de résultats attendus ;
- Organisation d'une session spécifique du premier évènement

annuel EURAD, axée sur la gestion des incertitudes liées à l'émission de chaleur résiduelle des déchets et son possible impact sur des barrières d'argile d'installations de stockage ;

- Préparation d'un cours UMAN (programmé pour être organisé au sein de Bel V fin 2022) concernant la gestion des incertitudes.

Bel V a également participé au projet UMAN en tant que leader du groupe d'experts en charge de l'identification des possibles options pour la gestion d'incertitudes liées au stock de déchets. Ces activités sont complémentaires et constituent un input valable pour le travail sur l'autorisation de mise en dépôt des déchets (« bergbaarheid ») dans le cadre du projet belge de stockage en surface.

De plus, Bel V a joué en 2021 un rôle clé dans le développement stratégique d'EURAD, et a également coordonné (en qualité de président du bureau EURAD) le développement du processus de mise à jour du « EURAD Strategic Research Agenda ». Le processus proposé a été accepté par l'assemblée générale d'EURAD.

Suite à l'implication importante de Bel V dans les activités EURAD, la contribution de Bel V aux actions SRN DP a été considérablement réduite et s'est principalement concentrée sur des actions concernant :

- Le développement d'outils de modélisation et leur utilisation pour l'identification de radionucléides considérés comme critiques pour la sûreté à long

terme d'une installation de stockage. Bel V a poursuivi sa collaboration avec le von Karman Institute for Fluid Dynamics (VKI) concernant l'utilisation du code OpenFOAM pour la modélisation de la migration des radionucléides dans des roches hôtes potentielles pour le stockage géologique de déchets de catégories B&C. Dans ce cadre, un nouvel outil de simulation (OpenFOAM) a été mis au point avec l'aide du VKI. Cet outil facilite et accélère considérablement (d'un facteur de 500 à 10 000) la modélisation de chaînes de désintégration dans des simulations de migration de radionucléides, permettant une réalisation plus efficace d'évaluations de la sûreté à long terme et en particulier d'analyses d'incertitude/de sensibilité.

- L'organisation de sessions PEP (Pathway Evaluation Process) en collaboration avec l'Université de Liège. Le PEP est un exercice sérieux mis au point par SITEX_Network pour structurer des échanges constructifs concernant la sûreté de la gestion des déchets radioactifs entre différents acteurs (y compris la société civile).

Pour terminer, en raison de la pandémie de COVID-19, les activités de SITEX_Network se sont limitées en 2021 à quelques réunions. Par exemple, Bel V a participé à un benchmark de méthodes d'examen mises en place par plusieurs organisations techniques de sûreté lors de l'examen d'un dossier de sûreté pour une installation de stockage.

Plusieurs articles et documents techniques concernant ces activités R&D ont été produits en 2021.

Démantèlement et libération

Le projet SUDOQU a bien progressé en 2021, Bel V apportant de nouvelles améliorations au modèle SUDOQU afin de l'aligner aux dernières données sur la radioprotection et d'accélérer et d'automatiser la procédure de calcul. Cela a donné lieu à la dérivation d'un ensemble de niveaux de libération spécifiques à la surface et à une méthodologie pour publication dans le Journal of Radiological Protection.

Dans le cadre du développement d'aptitudes concernant la réalisation de mesures de conformité indépendantes, la routine d'analyse du logiciel AEGIS a été affûtée avec les résultats de l'intercomparaison gamma réalisée par Bel V pour les installations de Classe I. D'autres mesures d'échantillons ont été réalisées au sein du laboratoire Bel V pour gagner en assurance dans la méthode d'analyse. Ensuite, des mesures sur le terrain ont été réalisées au sein du département cyclotron de l'UZ Brussel, où des préparatifs pour le démantèlement du cyclotron sont en cours et différents composants, ainsi que la casemate, étaient disponibles pour des mesures de la spectrométrie gamma.

Dans le cadre du projet « End User Group of the new H2020/LD-SAFE (Laser Dismantling Environmental and Safety Assessment) », Bel V a répondu à un questionnaire du projet et a participé à l'atelier LD-SAFE organisé pendant la conférence World Nuclear Exhibition pour suivre l'avancement du projet.

4.4.4 R&D sur des sujets transversaux

Radioprotection

Les activités menées en 2021 ont consisté en calculs du taux de dosage et du blindage, qui ont permis d'avoir une référence pour les codes Dosimex et MCNP. Ce travail a permis de montrer que Dosimex peut être utilisé pour vérifier les résultats obtenus avec d'autres codes lorsque les géométries sont simples.

Évaluation de la culture de sûreté

Bel V maintient son attention sur une meilleure intégration de la culture de sûreté dans les pratiques de contrôle, le comportement du personnel et son système de gestion. En ce qui concerne les activités R&D, une surveillance technologique / réglementaire a été organisée pour maintenir et améliorer les processus mis en place. Bel V a également tenté de partager ses évolutions par le biais de différentes publications dans des journaux scientifiques.

De plus, Bel V a lancé, du point de vue d'un organisme réglementaire, un deuxième exercice d'évaluation de la culture de sûreté (« Safety Culture Self-Assessment » (SCSA)). Ce SCSA se composait d'un volet qualitatif et, en tant que nouvelle pratique, d'un volet quantitatif (enquête). Pour ce dernier, un questionnaire dédié aux enjeux de culture de sûreté a été mis au point et envoyé au personnel Bel V.

Cybersécurité

Les activités en 2021 étaient axées sur le développement de programmes de recherche pour les années à venir dédiés à la cybersécurité de systèmes de contrôle industriels. Le partenariat avec l'ULB a permis à Bel V de soutenir une demande pour un nouveau master européen, de rejoindre le projet CYPRESS et de participer au consortium qui a mis au point la proposition de projet « REsilient and cybersecure electric SYSTems » (RESYST) sur la cybersécurité et le transport d'électricité en réponse à l'appel pour le Horizon Europe Work Programme 2021-2022. Étant donné que ces activités ont pour finalité d'amorcer des activités R&D dans le domaine de la cybersécurité, il est considéré que ces avancées positives pourraient donner lieu à des solides fondations pour d'autres développements R&D dans la cybersécurité.

Capacité de réaction et intervention d'urgence

Afin d'améliorer l'expertise et la compétence de Bel V en matière de capacité de réaction et d'intervention d'urgence, mais aussi pour consolider les capacités d'évaluation technique de la cellule d'évaluation CELEVAL, des initiatives ont été prises aux niveaux national et international.

En 2021, ces initiatives avaient pour principal objectif de mieux comprendre les méthodologies et outils mis au point par le Centre des Incidents et des Urgences (IEC – « Incident and Emergency Centre »),

et en particulier le « Reactor Assessment Tool » en vue de son intégration dans le processus d'évaluation

(au sein du « CELEVAL Technical Assessment Group »). Des essais pratiques ont été réalisés avec fruit lors des exercices nationaux belges (c'est-à-dire organisés et coordonnés par le Centre de crise national).

Réacteurs avancés

Un projet d'étudiant MSc portant sur la comparaison de technologies de petits réacteurs modulaires (SMR) existantes et les préoccupations de sûreté associées a été initié à l'ULB. Les différentes conceptions SMR actuellement disponibles sur le marché ont été identifiées et classifiées selon le type de technologie (LWR, REP, etc.).

Les principales technologies ont été identifiées. La prochaine étape consiste à en réaliser une analyse approfondie. Cette analyse portera sur les aspects de sûreté.

Sûreté de la fusion et autorisation

Bel V a participé à la rédaction de la proposition du projet HARMONISE dans le cadre de la réponse à l'appel pour le EURATOM Work Programme 2021-2022. Ce projet a pour but de contribuer au développement de méthodologies d'autorisation basées sur les performances distinctes pour une fission novatrice et des conceptions de fusion.

Systemes pilotés par accélérateur

En 2021, Bel V a principalement actualisé les informations disponibles, c'est-à-dire les données, publications, brevets et références sur le démantèlement d'accélérateurs. Ces références ont été analysées et abordées au cours des ateliers de l'AIEA sur le démantèlement de petit matériel médical, industriel et de recherche (MIRDEC) pendant la conférence EUROSAFE 2021 et avec l'un des principaux fournisseurs (IBA) de cyclotrons utilisés pour la production de radio-isotopes à des fins médicales.



4.4.5

Collaboration R&D

Plusieurs collaborations R&D ont été initiées en 2021 et lors des années précédentes avec des universités et instituts de recherche belges, ainsi qu'avec d'autres organisations, principalement dans le cadre d'initiatives de l'OCDE/EAN et de la Commission européenne. Certaines de ces collaborations ont pris fin en 2021.

Collaboration R&D avec des universités belges

Université de Gand

La recherche postdoctorale menée avec l'Université de Gand a été réorientée vers l'amélioration de la modélisation des effets transitoires d'incendies dans des espaces confinés à ventilation mécanique, dans le prolongement direct du travail de thèse mené précédemment. La recherche financée par Bel V à l'Université de Gand arrive au terme de la période de financement. Cependant, l'Université de Gand va poursuivre le travail de recherche l'année prochaine, à l'aide du budget restant et d'un financement propre.

von Karman Institute for Fluid Dynamics (VKI)

Bel V a poursuivi sa collaboration avec le VKI concernant l'utilisation du code OpenFOAM pour la modélisation de la migration des radionucléides dans des roches hôtes potentielles pour le stockage géologique de déchets de catégories B&C. Cet outil facilite et accélère considérablement (d'un facteur de 500 à 10 000) la modélisation de chaînes de désintégration dans des simulations de migration de radionucléides, permettant une réalisation plus efficace

d'évaluations de la sûreté à long terme et en particulier d'analyses d'incertitude/de sensibilité.

Université catholique de Louvain (UCL)

Deux thèses de doctorat ont été sponsorisées par Bel V à l'UCL :

- Une thèse de doctorat intitulée « Complexation / colloid formation of U(VI) with boom clay dissolved organic matter » est en cours.
- La thèse de doctorat intitulée « Evaporation-driven turbulent thermal convection in water pools » dans le cadre du projet DENOPI a été publiée en 2021. Une réunion a également été organisée pour discuter des futures collaborations dans le domaine de la sûreté de la piscine de désactivation.

Université d'Anvers

La thèse de doctorat démarrée en 2018 s'est poursuivie en 2021. Le but est de déceler les signaux de radicalisation et les problèmes psychologiques, familiaux ou financiers et d'y réagir de manière adéquate. Ce travail est réalisé en coopération avec l'AFCN, ENGIE Electrabel, Elia, G4S et Brussels Airport.

La troisième année du doctorat était principalement dédiée à l'analyse d'une étude menée en 2020-2021 pour évaluer la sensibilisation aux menaces internes au sein de diverses organisations et au développement d'un modèle d'atténuation des menaces internes et la poursuite de son développement par le biais de l'étude Delphi. Des bonnes pratiques dans le domaine de l'atténuation des menaces internes

ont été identifiées. Une présentation a également été donnée à l'occasion de la Membership Meeting Food Security Conference. Citons parmi les conséquences pour les activités de Bel V l'identification de mesures pratiques pour atténuer la menace interne avec l'aide du modèle d'atténuation des menaces internes.

Université libre de Bruxelles (ULB)

Le projet d'étudiant MSc « Development of a tool to estimate the probability of exceeding radiological waste acceptance criteria for the safe disposal of radioactive waste » présentant un lien direct avec les besoins R&D de Bel V sur le stockage de déchets radioactifs a été supervisé et terminé en 2021.

Un autre projet d'étudiant MSc portant sur la comparaison de technologies de petits réacteurs modulaires (SMR) existantes et les préoccupations de sûreté associées a été initié en 2021.

En 2021, le partenariat avec l'ULB a permis à Bel V de soutenir une demande pour un nouveau master européen, de rejoindre le projet CYPRESS et de participer au consortium qui a soumis la proposition de projet RESYST sur la cybersécurité et le transport d'électricité en réponse à l'appel pour le Horizon Europe Work Programme 2021-2022.

Université de Liège (ULg)

En 2021, en collaboration avec l'AFCN, Bel V a mis en place une collaboration avec l'Université de Liège (ULiège) sur les interactions avec la société civile dans le cadre des programmes de gestion des déchets radioactifs.

Cette collaboration a conduit à l'organisation de sessions PEP (Pathway Evaluation Process) impliquant des étudiants de l'ULiège. Le PEP est un exercice sérieux mis au point par SITEX_Network pour structurer des échanges constructifs concernant la sûreté de la gestion des déchets radioactifs entre différents acteurs (y compris la société civile).

Collaboration R&D avec d'autres organisations techniques de sûreté, entités de recherche et organismes de réglementation

Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)

Bel V collabore avec l'IRSN dans le cadre des activités suivantes :

- Bel V participe au projet ODOBA, une étude expérimentale sur les mécanismes de vieillissement et de dégradation du béton menée par l'IRSN à Cadarache (France), dont le but est de mettre au point un outil prévisionnel pour estimer la durabilité de l'enceinte de confinement du bâtiment du réacteur des centrales nucléaires ou des installations de dépôt des déchets.
- Bel V participe au projet DENOPI géré par l'IRSN. Le but de ce projet est de collecter des données expérimentales sur les phénomènes physiques liés à des accidents de perte de refroidissement et de perte de réfrigérant dans une piscine de désactivation du combustible usé. Le projet se compose de plusieurs

expériences, dont les résultats serviront de base au développement d'un modèle et à la validation d'outils de simulation numériques.

- L'IRSN, le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) français et Bel V ont lancé des essais de traction biaxiale et de flexion sur des échantillons pour essai contenant des défauts dus à l'hydrogène. Le but de ces essais est de tester davantage la robustesse de la démonstration de sûreté effectuée par ENGIE Electrabel et ENGIE Tractebel, qui a donné lieu au redémarrage en 2015 des réacteurs nucléaires de Doel 3 et de Tihange 2. En 2021, les premiers résultats des essais ont été obtenus sur un matériau sain. Le CEA a ensuite préparé des coupons-témoins avec flocons, et leur essai est prévu pour le début de 2022.

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)

Bel V collabore avec l'institut national néerlandais pour la santé publique et l'environnement RIVM dans le cadre du développement du modèle « Surface DOse QUantification » (SUDOQU).

Sustainable Nuclear Energy Technology Platform (SNETP)

Bel V collabore avec d'autres acteurs R&D de la communauté nucléaire européenne par le biais de son partenariat avec la « Sustainable Nuclear Energy Technology Platform » (SNETP) et NUGENIA (désormais intégrée dans SNETP). Le but de NUGENIA

est de favoriser un fonctionnement sûr, fiable et efficace de centrales nucléaires en facilitant la collaboration entre ses membres pour l'activité R&D appliquée dans la communauté nucléaire. En 2021, Bel V a participé aux différentes sessions du SNETP Forum, ainsi qu'à l'Assemblée générale.

Bel V a également été activement impliqué dans les discussions organisées au sein de « Technical Area 2 » (accidents graves) concernant des propositions de projet en préparation en réponse à l'appel pour le « EURATOM Work Programme 2021-2022 ».

Collaboration ETSON et groupes d'experts

À l'instar des années précédentes, et malgré les défis posés par la pandémie de COVID-19, des représentants de Bel V ont continué de contribuer aux activités du « Technical Board on Reactor Safety » (TBRS) et autres groupes d'experts ETSON, dans le but d'échanger des points de vue et expériences avec des collègues d'autres organisations techniques de sûreté. Les activités et réalisations suivantes peuvent être mises en avant :

- Finalisation, publication et partage avec d'autres parties prenantes (ENSREG, AIEA etc.) du plan de travail ETSON TBRS pour 2020-2025 ;
- Préparation de deux ateliers à organiser en 2022 : un concernant les problèmes de sûreté pendant les dernières années du fonctionnement du réacteur de puissance avant l'arrêt final et un

autre concernant la science des données et l'intelligence artificielle pour améliorations de la sûreté nucléaire ;

- Initiation des premières réflexions sur l'élaboration d'un rapport sur les « Challenges and opportunities for licensing process and safety assessment of small modular reactors (SMR) » dont la publication est prévue en 2022 ;
- Contribution continue aux initiatives et tâches du « ETSO Communication Group » (ETSON News, etc.) ;
- Participation active à la préparation et à l'organisation du « concours ETSO Award » organisé par le « ETSO Junior Staff Programme » (à l'occasion du forum- organisé en novembre 2021).

SITEX_Network

Bel V est activement impliqué dans les activités et la direction de SITEX_Network (« Sustainable network for Independent Technical Expertise of radioactive waste disposal »). SITEX_Network a pour but d'améliorer et d'encourager la coopération à l'échelle internationale afin d'atteindre une expertise de pointe dans le domaine de la sûreté de la gestion des déchets radioactifs (indépendamment des organisations responsables de la mise en œuvre de programmes de gestion des déchets et des producteurs de déchets), afin de soutenir les organes réglementaires nucléaires ainsi que la société civile. SITEX_Network est ouvert à toute institution ou organisme ayant un intérêt dans une évaluation réglementaire indépendante d'activités de gestion des déchets radioactifs (organisations techniques de sûreté, organismes de réglementation et organisations de la société civile).

European Joint Programme on Radioactive Waste Management (EURAD)

Bel V est activement impliqué dans les activités et la direction d'EURAD, le programme commun européen sur la gestion de déchets radioactifs, sous la forme notamment d'une participation au bureau et à l'assemblée générale du programme, ainsi qu'à plusieurs projets. Le but d'EURAD est de mettre en œuvre un programme stratégique commun d'activités de recherche et de gestion des connaissances au niveau européen. Ce programme réunit et complète des programmes d'États membres de l'UE afin d'assurer la création de connaissances de pointe et leur préservation en vue de fournir des solutions sûres, durables et publiquement acceptables pour la gestion des déchets radioactifs en Europe, aujourd'hui et à l'avenir. EURAD réunit des organisations de gestion des déchets, des organisations techniques de sûreté et des entités de recherche d'États membres de l'UE et de pays associés.

Projets conjoints de l'OCDE/AEN

En 2021, Bel V a participé aux projets expérimentaux suivants de l'OCDE/AEN :

- ETHARINUS ;
- ATLAS3 ;
- « Rod Bundle Heat Transfer » (RBHT) ;
- « Fire Propagation in Elementary, Multi-room Scenarios » (PRISME-3) ;
- « Fire Incidents Records Exchange » (FIRE) ;
- « High Energy Arcing Fault Events » (HEAF-2) ;
- « Experiments and Analysis for the Reduction of Severe Accident Uncertainties » (ROSAU) ;

- « THAI Experiments on Mitigation measures, and source term issues to support analysis and further Improvement of Severe accident management measures » (THEMIS).

Projets H2020 de la Commission européenne

En 2021, Bel V a participé aux projets CE/H2020 suivants :

- « Reduction of Radiological Consequences of design basis and design extension Accidents » (R2CA) ;
- « Management and Uncertainties of Severe Accidents » (MUSA) ;
- Projets EURAD :
 - « Uncertainty Management Multi-Actor Network » (UMAN) (Bel V est le leader de ce projet) ;
 - « Assessment of Chemical Evolution of Intermediate Level Waste (ILW) and High Level Waste (HLW) Disposal Cells » (ACED) ;
 - « Waste management routes in Europe from cradle to grave » (ROUTES).

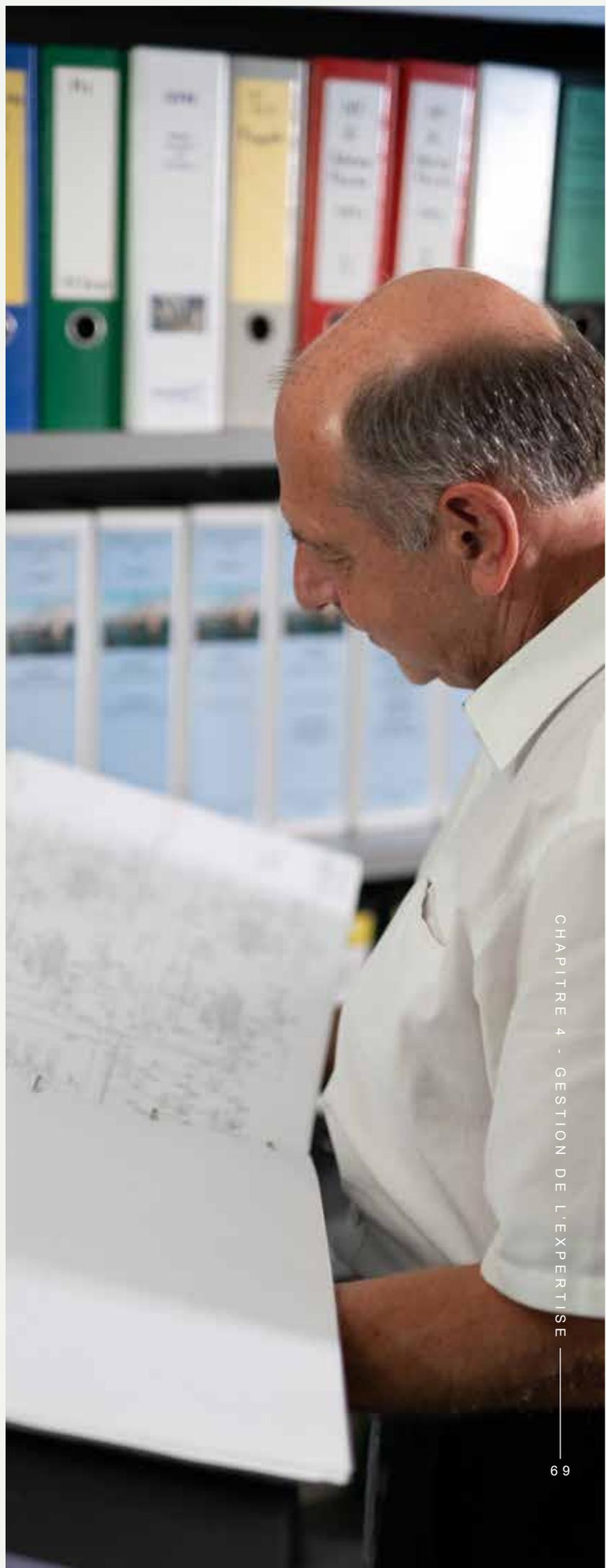
Bel V a rejoint ou a poursuivi sa participation dans le « Advisory Board », le « End User Group » et le « Support Group » des projets H2020 suivants cofinancés par la Commission européenne :

- « Characterisation of Conditioned Nuclear Waste for its Safe Disposal in Europe » (CHANCE) ;
- « Methods and Tools' Innovation for Seismic safety assessment » (METIS) ;
- « Laser Dismantling Environmental and Safety Assessment » (LD-SAFE) ;

- « Organisation of the European Research Community on Nuclear Materials » (ORIENT-NM) ;
- « Jules Horowitz Operation Plan 2040 » (JHOP2040) ;
- « Spent Fuel characterisation and evolution until disposal » (SFC (EURAD)) ;
- « Cement-Organic-Radionuclide interactions » (CORI (EURAD)) ;
- « Improved assessment of NPP concrete structures toward ageing » (ACES).

Bel V a contribué au développement des propositions de projet suivantes qui ont été soumises à la Commission européenne dans le cadre des appels pour EURATOM et le Horizon Europe Work Programme 2021-2022 :

- « Towards Harmonisation in Licensing of Future Nuclear Power Technologies in Europe » (HARMONISE) ;
- « Harmonized Practices, Regulations and Standards (in waste management and decommissioning) » (HARPERS) ;
- « Artificial intelligence for the Simulation of Severe AccidentS » (ASSAS) ;
- « REsilient and cybersecure electric SYSTems » (RESYST).







4.5 Formation

Une approche de formation structurée a été adoptée, sur la base du « Systematic Approach to Training » (SAT) de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). Des programmes de formation sont élaborés pour tous les membres du personnel, et en particulier pour les nouvelles recrues, sur la base des descriptions de fonctions et des compétences requises associées. À cet égard, Bel V a implémenté le modèle SARCoN de l'AIEA afin d'évaluer correctement le niveau de compétence des nouveaux membres du personnel et d'affiner notre analyse des besoins en compétence. À cet égard, Bel V joue un rôle de premier plan dans le domaine de la gestion des compétences, offrant régulièrement son aide à d'autres organismes de réglementation par le biais des canaux de l'AIEA.

L'implémentation de ces programmes de formation se fait par plusieurs méthodes qui dépendent de la disponibilité du matériel de formation et l'adéquation des formations externes : formation en autodidacte (« self-study »), sessions de formation interne, formations externes ou en « on-the-job training ».

Un élément clé dans la formation initiale des nouvelles recrues est le programme de sessions de formation interne, implémenté par le responsable de la formation technique avec l'aide d'experts expérimentés (principalement de Bel V) en tant que formateurs. Ce programme comprend 35 modules de formation. 7 sessions ont eu lieu en 2018, 8 en 2019, 6 en 2020 et 7 en 2021 (principalement des sessions virtuelles en 2020 et 2021);

- Q2-NS-11 Analyse des risques (HAZOP, Bow tie...);
- Q1-REG-4 Système de gestion de la qualité ;
- Q2-SPE-2 Vieillesse et analyse mécanique (obsolescence et qualification) ;
- Q3-RB-6 Protection physique et interfaces avec la sûreté ;
- Q2-NS-9 INES ;
- Q2-RP-1 Radioprotection – bases (voir Art. 25) ;
- Q3-RB-9 Gestion des déchets.

De plus, Bel V organise des sessions techniques internes dans le but de diffuser les résultats R&D aux centres de responsabilité technique. En 2021, 3 sessions techniques internes ont été organisées.

Des formations non techniques ont également été organisées selon les besoins (langues, informatique, compétences personnelles, leadership, etc.).

On peut également mentionner la participation des membres du personnel de Bel V à de nombreuses activités de formation spécialisées ou de remise à niveau, ainsi qu'à plusieurs groupes de travail, séminaires et conférences au niveau international.

Au total, plus de 27 activités de formation ont eu lieu en 2021. Globalement, le temps consacré à la formation représente environ 66 heures par personne par an.



Bilan financier

Bilan au 31 décembre 2021

(montants en 1 000 €)

	2021		2020	
ACTIFS		15925		15322
ACTIFS IMMOBILISÉS		4339		4388
II. Immobilisations incorporelles		0		13
III. Immobilisations corporelles		4336		4373
A. Terrains et constructions	3819		3981	
B. Installations, machines et outillage	396		261	
C. Mobilier et matériel roulant	121		131	
IV. Immobilisations financières		2		2
ACTIFS CIRCULANTS		11586		10935
VII. Créances à un an au plus		3293		3176
A. Créances commerciales	3174		3062	
B. Autres créances	119		114	
IX. Valeurs disponibles		8073		7597
X. Comptes de régularisation		220		161

	2021		2020	
PASSIFS		15925		15322

CAPITAUX PROPRES	13254		12679	
I. Fonds de l'association	4732		4732	
IV. Réserves	2868		2868	
V. Résultat reporté	5654		5079	

DETTES	2671		2643	
VII. Dettes à plus d'un an				
IX. Dettes à un an au plus		2667		2643
A. Dettes échéant dans l'année				
B. Dettes commerciales	441		381	
D. Acomptes reçus sur commande	200			
E. Dettes fiscales	2026		1348	
F. Autres dettes				
X. Comptes de régularisation		4		0

Comptes de pertes et profits au 31 décembre 2021

(montants en 1 000 €)

	2021	2020
Chiffre d'affaires	12941	14022
Autres produits	290	252
Total produits d'exploitation	13231	14274
Services et biens divers	1491	1862
Rémunérations et charges sociales	10735	10463
Amortissements	306	294
Réductions de valeurs sur créances commerciales		
Autres charges d'exploitation	102	111
Total charges d'exploitation	12634	12730
Résultat d'exploitation	597	1544
Charges et produits financiers	-22	-4
Résultat courant	575	1540
Résultat de l'exercice	575	1540

Compte de pertes et profits : commentaires

Produits

Les revenus de 2021 affichaient 7 % de moins qu'en 2020. Ce repli s'explique principalement par la réduction des activités après la décision prise par ENGIE Electrabel fin 2020 de mettre un terme à tous les projets concernant la prolongation de la durée de vie de deux centrales nucléaires. Les frais sont stables par rapport à l'exercice précédent.

Chiffre d'affaires

La plus grande partie du chiffre d'affaires de Bel V (95 %) est liée aux prestations de contrôle réglementaire dans les établissements de classe 1 qui sont facturées aux exploitants sur base d'un tarif fixe défini par la loi. Cette année a été marquée par les contrôles habituels effectués dans le cadre de l'exploitation, la préparation de l'éventuel arrêt des sept centrales nucléaires, les travaux menés dans le cadre de l'entreposage temporaire sur site de combustible usé (projet SF²), les contrôles et analyses dans le cadre de la demande d'autorisation pour l'installation de stockage en surface, les activités dans le cadre du plan d'action WENRA RL2014 et les activités pour le projet MYRRHA/Minerva.

Une faible proportion du chiffre d'affaires résultait des contrats conclus avec la Commission européenne dans le cadre de l'appui fourni aux autorités de sûreté nucléaire des pays émergents ainsi que des contrôles réglementaires effectués au sein des établissements particuliers de la classe IIa.

Autres produits

Les autres produits ne sont pas de véritables revenus, ce sont des participations du personnel pour l'utilisation privée de voitures de société et pour l'octroi de chèques repas. Une partie du précompte professionnel est également récupérée dans le cadre des activités R&D.

Charges

Services et biens divers

Les services et biens divers représentaient 11 % des charges totales. Les frais de transport sont restés similaires à ceux de 2020, la première année de la pandémie de coronavirus.

Plusieurs facteurs expliquent le repli de ces coûts. Citons en premier lieu la réduction des dépenses pour assurances et honoraires, mais aussi une diminution des dépenses consenties dans le cadre d'activités R&D par rapport à 2020 (elles représentaient encore 1,9 % des charges en 2021).

Rémunérations et charges sociales

Les dépenses liées au personnel représentaient 83 % de nos charges, y compris les dépenses de formation. Il s'agit proportionnellement d'une légère augmentation par rapport à 2020, mais la valeur absolue des frais du personnel était en 2021 en légère augmentation par rapport à l'exercice précédent.

Résultats

Les résultats de l'exercice sont affectés en résultat reporté.

Liste d'abréviations

AEN	Agence pour l'énergie nucléaire (OCDE)
AFCN	Agence fédérale de contrôle nucléaire
AIEA	Agence internationale de l'énergie atomique
ANVS	Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (Pays-Bas)
APAVE	Association des propriétaires d'appareils à vapeur et électriques (France)
ARPANSA	Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (Australie)
ASN	Autorité de sûreté nucléaire (France)
CEA	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (France)
CNRA	Committee on Nuclear Regulatory Activities (OCDE)
CSNI	Committee on the Safety of Nuclear Installations (OCDE)
DECOM	Decommissioning – déclassement
ENSREG	European Nuclear Safety Regulators Group
ETSON	European Technical Safety Organisations Network
EURAD	European Joint Programme on Radioactive Waste Management
FBFC	Franco-Belge de Fabrication de Combustible
FINAS	Fuel Incident Notification and Analysis System
GIC	Geïntegreerde Inspectie- en Controlestrategie – stratégie intégrée d'inspection et de contrôle
GRS	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (Allemagne)
HERCA	Heads of European Radiological Protection Competent Authorities
ICSN	Instrument relatif à la coopération en matière de sûreté nucléaire (Commission européenne)
INES	International Nuclear and Radiological Event Scale
IRE	Institut National des Radioéléments
IRS	Incident Reporting System
IRSN	Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (France)
IRSRR	Incident Reporting System for Research Reactors
LTO	Long-Term Operation – exploitation à long terme
NCCN	Centre de crise du Service Public Fédéral Intérieur
NRC	Nuclear Regulatory Commission (É.-U.)
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
ONDRAF	Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies
POP	Post-Operational Phase – phase post-opérationnelle
PSA	Probabilistic Safety Assessment – analyse probabiliste de sûreté
PSAR	Preliminary Safety Analysis Report – rapport préliminaire d'analyse de sûreté
PSR	Periodic Safety Review – réévaluation périodique de sûreté
R&D	Recherche & développement
RECUMO	Recovery and Conversion of Uranium from Molybdenum Production
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (Pays-Bas)
SAR	Safety Analysis Report – rapport d'analyse de sûreté
SCK CEN	Studie Centrum voor Kernenergie – Centre d'études d'Énergie Nucléaire
SER	Safety Evaluation Report – rapport d'évaluation de sûreté
SMART	Source of Medical Radioisotopes
SRL	Safety Reference Levels – niveaux de référence en matière de sûreté
TBRS	Technical Board for Reactor Safety (ETSON)
TRC	Technical Responsibility Centre (Bel V)
TSAR	Topical Safety Assessment Report
TSO	Technical Safety Organisation – organisation technique de sûreté
TSOF	Technical and Scientific Support Organization Forum (AIEA)
VKI	von Karman Institute for Fluid Dynamics
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association



Rapport annuel 2021