

RAPPORT ANNUEL 2023



BEL ✓

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 les dangers des rayonnements ionisants.

Bel V a fêté son 15e anniversaire en 2023. Le chemin parcouru durant cette période a été impressionnant. Nous pouvons être fiers du résultat : une équipe multidisciplinaire d'experts de haut niveau en sûreté nucléaire et en radioprotection qui se consacre à la protection des travailleurs et du public contre les dangers potentiels des rayonnements ionisants, tant en Belgique qu'à l'étranger.

La mission IRRS (« Integrated Regulatory Review Service ») pour la Belgique s'est déroulée du 19 au 30 juin. Avec ses collègues de l'AFCN, Bel V a participé à des sessions de « review » spécifiques conformément à ses activités réglementaires. Dans l'ensemble, la mission IRRS s'est bien déroulée et un certain nombre de « recommandations », « suggestions », « good performances » et une « good practice » ont été formulées tant pour l'AFCN que pour Bel V.

En 2023, le gouvernement fédéral et ENGIE Electrabel ont conclu un accord de prolongation de dix ans de la durée d'exploitation des réacteurs nucléaires Doel 4 et Tihange 3. Afin de garantir la sécurité d'approvisionnement énergétique nucléaire pendant les hivers 2025-2026 et 2026-2027, les travaux d'amélioration nécessaires peuvent être réalisés de



Didier Malherbe
Président du conseil d'administration

La qualité de l'expertise technique de Bel V est internationalement reconnue.



manière progressive, sans porter atteinte à la sûreté nucléaire. Dans ce contexte, avec l'arrêt de l'exploitation des cinq autres réacteurs nucléaires, la direction de Bel V poursuit sans relâche la mise en œuvre du plan stratégique de Bel V. Bel V est également, en collaboration avec des partenaires internationaux, l'organisation technique de sécurité (TSO – « technical support organisation ») pour les autorités de sûreté néerlandaise (ANVS) et norvégienne (DSA).

En effet, la qualité de l'expertise technique de Bel V est internationalement reconnue. Ainsi, le directeur général de Bel V a été réélu président du Technical and Scientific Support Organization Forum (TSOF) de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), le réseau mondial des organisations qui fournissent un soutien technique à leurs autorités de sûreté nationales.

En 2023, le plan d'urgence nucléaire fédéral n'a pas été activé. Toutefois, en coopération avec l'AFCN, Bel V a continué à surveiller la situation en Ukraine, suite au lancement par la Russie d'une opération militaire spéciale au début de 2022, et son impact sur les sites et installations nucléaires sur le territoire ukrainien.

Bel V a également accueilli la Conférence 2023 du European Technical Safety Organisations Network (ETSON). La conférence s'est déroulée les 11 et 12 octobre dans les locaux de Bel V et a accueilli une cinquantaine de participants de diverses organisations techniques de sûreté européennes, ainsi qu'une représentation de l'organisation technique de sûreté japonaise NRA. La conférence a exploré la manière dont différentes décisions, orientations et contextes évolutifs peuvent avoir un impact sur les stratégies que les TSO devraient adopter pour se préparer et faire face aux menaces et aux défis à venir.

Au nom du conseil d'administration, je tiens à remercier l'équipe de direction et l'ensemble du personnel pour les résultats obtenus et pour le professionnalisme dont ils ont fait preuve dans l'exercice de leurs fonctions dans ces circonstances difficiles.

Didier Malherbe
Président du conseil d'administration



Contenu

| | | |
|----------|---|----|
| 1 | Activités réglementaires en Belgique | 6 |
| 2 | Évaluations de sûreté et projets nationaux | 22 |
| 3 | International activities and projects (<i>en anglais</i>) | 35 |
| 4 | Expertise management (<i>en anglais</i>) | 49 |
| 5 | Rapport financier | 64 |
| | Liste des abréviations | 69 |

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 2023, 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
- S. Vaneycken, membre du conseil d'administration de l'AFCN
- Ir M. Jurisse, membre



Éditorial

Cher lecteur,

Dans cette introduction, je me répéterai très probablement en écrivant que 2023 fut une année compliquée pour le secteur nucléaire belge, avec de nombreux moments captivants, mais aussi son lot d'incertitudes.

Il s'agit pourtant – pour faire bref – d'une description exacte de l'année écoulée.

Jusqu'à mi-2023, aucun accord formel n'a été signé sur le prolongement de dix ans de la durée de vie des deux centrales nucléaires les plus récentes (Doel 4 et Tihange 3). Cela n'a pas empêché Bel V, en concertation avec l'AFCN, de lancer dès fin 2022 des études préliminaires internes sur l'exploitation à long terme de ces deux centrales nucléaires. Ces études ont été poursuivies intensément en 2023. Dans ce cadre, Bel V a fourni l'appui technique nécessaire à l'AFCN afin d'élaborer un plan d'action comprenant des améliorations de conception.

Fin janvier, un deuxième réacteur belge a été définitivement mis à l'arrêt, lorsque Tihange 2 a définitivement cessé la production d'électricité le 31 janvier. Depuis le 23 février, le cœur du réacteur est entièrement déchargé. La combinaison de projets d'envergure et difficiles, dont le but était d'une part, d'allonger la durée de vie de Doel 4 et de Tihange 3, et démanteler d'autre part Doel 3 et Tihange 2, représente un défi particulier pour nos collaborateurs.

En 2023 également, une attention particulière a été portée à la problématique de la gestion des déchets radioactifs par les différents exploitants. En collaboration avec l'AFCN, Bel V a été impliquée dans les analyses de la demande d'autorisation concernant le futur site d'entreposage de déchets radioactifs de faible et de moyenne activité à courte durée de vie à Dessel.



Au cours du premier semestre de 2023, une autorisation a été délivrée pour cette installation. Dans le cadre des évaluations de sûreté à long terme, Bel V a poursuivi ses activités de vérification de sûreté indépendante (en utilisant sa propre capacité de modélisation).

Bel V a également été très active à l'échelle internationale. En effet, divers contacts internationaux ont montré que la nécessité d'un appui technique et scientifique pour les fonctions assurées par les autorités de sûreté est plus que jamais pertinente. Bel V souhaite donc anticiper cet intérêt international croissant.

Bel V a été en mesure d'accueillir de nouveaux collaborateurs en 2023. Des gens qui partagent notre conviction que notre organisation constitue toujours un livre dans lequel s'écriront les futurs chapitres du secteur nucléaire. Nous entendons développer continuellement les talents dont nous disposons en interne, attirer de nouveaux talents et faire grandir notre organisation grâce à une collaboration efficace. Avec motivation et passion pour la qualité.

Anticiper le contexte changeant et construire nos projets a énormément sollicité notre personnel en 2023. Agir de manière décisive signifie poser des choix et les mettre en œuvre de manière cohérente. Si chacun est conscient de l'urgence et de l'importance de notre mission, beaucoup de choses sont possibles.

Je suis fier du dévouement, de la persévérance et de la créativité de nos collègues. Ensemble, ils forment la « colonne vertébrale » de notre organisation. J'aimerais donc terminer cette introduction en adressant un mot de remerciement sincère à l'ensemble des collaborateurs de Bel V.

Michel Van haesendonck, Ir
Directeur général

1. Activités réglementaires en Belgique

1.1 Introduction

1.1.1 Les centrales nucléaires

En ce qui concerne le contrôle au sein de l'exploitation, il convient de mentionner la surveillance renforcée imposée le 18 octobre 2022 par l'Agence fédérale de Contrôle nucléaire (AFCN) sur le [site de Tihange](#), et qui n'a été clôturée que le 16 novembre 2023. Cette [surveillance renforcée](#) – initialement limitée aux activités opérationnelles, mais étendue par la suite à d'autres départements sur le site – a mené à une sensibilisation autour de l'exécution correcte des activités (à savoir conforme aux procédures). Bel V a mobilisé des moyens supplémentaires pour cette surveillance renforcée.



En 2023, un accord a été conclu entre ENGIE Electrabel et l'État belge sur la prolongation de la durée de vie (exploitation à long terme – LTO – « Long Term Operation ») de Doel 4 et de Tihange 3 de 10 ans. Cet accord contient une obligation de moyens pour produire de l'électricité pendant les hivers 2025/2026 et 2026/2027. Fin 2022, sur la base de l'exercice LTO précédent, une concertation avait déjà été menée avec ENGIE Electrabel sur les améliorations de conception. ENGIE Electrabel, l'AFCN et Bel V ont alors dressé ensemble une liste de préoccupations de sûreté qui pourraient donner lieu à des améliorations de conception nécessaires ou souhaitables. Faisant suite à une concertation intensive et à un arbitrage menés par un comité de l'AFCN et de Bel V, cette liste a été ramenée à un plan d'action présentant des améliorations de conception devant être mises en œuvre ou pour lesquelles des études de faisabilité ou de sûreté seront réalisées. En plus de ces améliorations de conception (sous-programme « Design »), les sous-programmes suivants ont également été relancés en 2023 : « Pre-conditions » (conditions préalables – autour de divers programmes de gestion qui doivent être présents avant que la centrale ne puisse redémarrer), « Ageing » (vieillesse – autour de la problématique du vieillissement), « Tests & Inspections » (essais et inspections – identification d'essais à grande échelle visant à confirmer le bon fonctionnement de l'installation avant le redémarrage), « Knowledge, Competence & Behaviour » (connaissances, compétences et comportement – autour des capacités humaines nécessaires pour pouvoir mener une LTO) et le Periodic Safety Review (PSR – réévaluation périodique de sûreté) ou révision décennale. Pour ces sous-programmes, les documents méthodologiques ont été analysés et commentés et les premiers documents ont déjà été traités.

Le projet DECOM, qui porte sur la préparation de l'arrêt définitif et du démantèlement des différentes unités, s'est poursuivi. L'accent de ce projet portait en 2023 sur la mise en œuvre de l'arrêt définitif de Doel 3 (septembre 2022) et Tihange 2 (janvier 2023), ainsi que la préparation de l'arrêt définitif de Doel 1 et 2 et de Tihange 1 en 2025. Pour Doel 3 et Tihange 2, la configuration du nouvel îlot nucléaire, qui assurera les fonctions de sûreté résiduelles de l'unité après son arrêt définitif, a été validée. Pour Doel 3, cette configuration est déjà mise en œuvre en grande partie sur le terrain, alors que pour Tihange 2, cela doit encore se faire. Dans le même temps, les activités préparatoires au démantèlement ont été préparées et, dans certains cas, déjà réalisées. L'activité principale pour Doel 3 était la décontamination chimique du circuit primaire. Pour les deux unités, les préparatifs en vue de l'élimination du combustible usé et des matériaux radioactifs pendant la phase postopérationnelle se sont poursuivis. Enfin, de nombreuses discussions ont eu lieu entre les autorités de sûreté, l'Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies (ONDRAF) et ENGIE Electrabel concernant les flux de déchets qui seront générés lors des activités d'arrêt définitif et de démantèlement, afin de préparer au mieux l'inventaire, la caractérisation et le stockage de ces déchets.

Les travaux pour la construction de bâtiments pour l'entreposage à sec de combustible usé ont été achevés pour le site de Tihange et se sont poursuivis pour le site de Doel.

En 2023 également, Bel V a 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, pour le site de Doel, également pour les concentrats, continuent d'être retirés. Un nouveau procédé pour le conditionnement des résines a été développé, pour lequel des essais sont toujours en cours.

1.1.2 Autres installations nucléaires

L'Institut National des Radioéléments (IRE) a entièrement converti son processus de purification pour la production de radio-isotopes médicaux, d'uranium hautement enrichi (HEU) en uranium faiblement enrichi (LEU). Fin mars, la production à l'aide de HEU a été définitivement arrêtée. Au cours de l'année 2023, la capacité et la fréquence de production à partir de LEU continuent à augmenter. La réévaluation périodique de sûreté de l'IRE a pu être clôturée.

Chez Belgoprocess, Bel V a accordé en 2023 une attention particulière au suivi de la construction de plusieurs nouveaux bâtiments : le nouveau bâtiment 167X (le « gelvatengebouw » pour l'entreposage de colis non conformes), les points restants pour l'installation destinée à la production de monolithes (IPM), et le bâtiment 170X (pour les travaux de démantèlement des cuves des bâtiments 105 et 122). Dans le cadre de la réévaluation périodique de sûreté du Site 1, le délai de mise en œuvre du plan d'action expirait le 30 juin. Belgoprocess a délivré toutes les actions, mais pour un certain nombre d'entre elles, les échanges Q&R se poursuivent encore. En ce qui concerne la réévaluation périodique de sûreté du Site 2 également, le délai a expiré et toutes les actions ont été délivrées, mais les échanges Q&R sont toujours en cours pour un certain nombre d'actions. Au T4, Bel V a également reçu le document méthodologique pour la nouvelle réévaluation périodique de sûreté du Site 2 (prévue pour 2026). L'analyse de ce document est en cours.

Au SCK CEN, un certain nombre d'événements ont été identifiés en rapport avec le transport et les conteneurs de transport : substitution de conteneurs, déchargement incomplet d'un conteneur (INES 1) et fixation insuffisante

de brides de sécurité (INES 1). Les responsabilités relatives à la maintenance des conteneurs ont donc été évaluées et ajustées.

Différents projets d'importance sont en cours du SCK CEN : pre-licensing du projet MYRRHA (phase préalable à l'autorisation du projet MYRRHA, pour laquelle l'évolution constatée en 2023 n'a été que minime), MINERVA (pour lequel une autorisation a été reçue et dont la construction commencera au T4 2024) et RECUMO (pour le recyclage de HEU et LEU issus de l'IRE, pour lequel les travaux de construction sont en cours et font l'objet d'un suivi par Bel V). En novembre, le SCK CEN a transmis le document méthodologique concernant la réévaluation périodique de sûreté de 2026 à l'AFCN et à Bel V. Bel V a commencé à analyser ce document fin 2023.

JRC-Geel dispose depuis septembre 2023 d'un nouveau Directeur du Site, ce qui a permis de résoudre un certain nombre de non-conformités et de problématiques de longue date. La phase d'évaluation dans le cadre de la réévaluation périodique de sûreté est achevée. Le plan d'action a été consolidé et la phase de mise en œuvre est en cours. Bel V suit cette phase et a constaté que certaines actions ont pris du retard.

Faisant suite à l'avis motivé favorable du Conseil scientifique de l'AFCN, l'ONDRAF a obtenu une autorisation au T2 2023. Au T4, deux inspections thématiques ont également été organisées sur les thèmes « gestion du changement/Service de contrôle physique » et « culture de sûreté/formation ». Des inspections seront également organisées en 2024, afin que Bel V puisse évaluer (dans l'intervalle) si l'ONDRAF est prêt sur le plan organisationnel à entamer les travaux de construction (prévus pour fin 2025/début 2026).



1.1.3 Stratégie intégrée d'inspection et de contrôle

La nouvelle stratégie intégrée d'inspection (par l'AFCN) et de contrôle (par Bel V) (GIC – « Geintegreerde Inspectie- en Controlestrategie »), 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 onstats de la mission IRRS (« Integrated Regulatory Review Service ») de 2013. En 2022, un programme d'inspection a été établi 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. Ce programme a été appliqué lors de la définition du programme

d'inspection pour 2024 et a été transmis fin 2023 aux exploitants. En 2023, un **GIC pour le démantèlement** a été établi, et l'établissement d'un GIC pour les installations de stockage (par ex. cAt) a été entamé (pour pouvoir réaliser des inspections du nouvel exploitant ONDRAF de l'installation cAt qui sera construite prochainement).

Au cours de l'année 2023, Bel V a également mené un **exercice REX** devant servir de **données pour l'établissement du GIC pour la période suivante (2024-2029)**. À cette fin, une concertation a été menée avec l'AFCN, au terme de laquelle une série d'adaptations ont été mises en œuvre au champ d'application des différents programmes d'inspection à exécuter par l'AFCN et Bel V, ainsi qu'à la vision les concernant.



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 rechargement. Pour Doel 1, cette période s'est étalée entre le 9 juin et le 7 juillet, et pour Doel 2, entre le 17 mars et le 16 avril.

Pour l'année 2023, les points suivants méritent d'être mentionnés :

- Lors de la phase de démarrage de Doel 2, il a été constaté qu'une partie du signal d'injection de sûreté n'était pas opérationnelle. Cet événement a été classé au niveau 1 de l'échelle INES (International Nuclear and Radiological Event Scale).
- Le 26 août, un arrêt d'urgence automatique de Doel 1 s'est produit à la suite de l'arrêt manuel d'une pompe d'eau alimentaire d'un générateur de vapeur. Le lendemain, l'unité a été reconnectée au réseau et la puissance a été portée à 49 %. Après le remplacement de la pompe, il a été à nouveau possible de revenir à la pleine puissance (30 août).
- Le 5 décembre, un arrêt d'urgence automatique de Doel 1 s'est produit à la suite d'une défaillance lors de tests de turbine. Après remplacement d'un module de survitesse, l'unité a été reconnectée au réseau le 8 décembre.

1.2.2 Doel 3

Doel 3 a été définitivement arrêté le 23 septembre 2022 et le cœur du réacteur est complètement déchargé depuis le 11 octobre 2022.

Pour l'année 2023, les points suivants méritent d'être mentionnés :

- La décontamination chimique (CSD – « chemical system decontamination ») du circuit primaire et circuits associés s'est déroulée sans problème notable du 9 mars au 12 avril. Après cinq cycles, un facteur de décontamination moyen de 154 a été atteint.
- La démolition des équipements dans la partie classique (salle des machines) est en cours.

1.2.3 Doel 4

Doel 4 a été exploité sans interruption et à pleine puissance jusqu'au 7 mars, après quoi une diminution de puissance a été entamée dans le cadre d'un stretch-out du combustible nucléaire jusqu'à la révision. Cette révision avec rechargement a eu lieu du 21 avril au 28 mai. Au redémarrage, un problème a été identifié sur le turbo-alternateur de sorte que la montée en puissance a été limitée à 85 %, et du 2 au 12 juin, un arrêt contrôlé a été intercalé pour réaliser la réparation. Ensuite, l'unité a à nouveau été exploitée sans interruption et à pleine puissance.



1.2.4 Doel commun (WAB)

Dans le cadre de la disponibilité des installations de traitement de l'eau et des déchets (WAB – « water- en afvalbehandelingsinstallaties ») pour le traitement des déchets après l'arrêt définitif des centrales nucléaires, plusieurs projets de remplacement ou d'amélioration de l'infrastructure WAB sont en cours. Afin de pouvoir traiter l'approvisionnement en eau pendant la décontamination chimique de Doel 3, des travaux sont effectués sur les cuves et évaporateurs LNA. Bel V a approuvé un dossier NFOA (activité peu fréquente – « niet frequent uitgeoefende activiteit ») concernant le prélèvement d'un échantillon des résines qui se trouvent dans DT/SW-RR0005.

Pour les concentrats, la rénovation et l'extension de la capacité de stockage se poursuivent, outre le développement de nouveaux procédés. Bel V suit cette question de près.

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 ont été organisées 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 ont été effectués pour traiter de sujets applicables à différentes unités (surveillance de la construction d'un nouveau bâtiment d'entreposage de combustible usé, retour d'expérience, etc.).

Bel V a fourni une assistance technique à l'AFCN dans le cadre de ses inspections, notamment concernant le management, la gestion du vieillissement et la maintenance, la gestion des sources radioactives, la gestion des déchets radioactifs, etc.

En 2023, une mission de suivi de WANO s'est tenue.



1.2.6 Tihange 1

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

- le 7 septembre, dans le cadre d'une intervention sur le circuit secondaire nécessitant une baisse de puissance partielle ;
- du 4 au 13 octobre, dans le cadre d'une intervention sur une pompe principale du circuit d'eau de circulation nécessitant une baisse de puissance partielle (arrêt d'un turbogroupe (50% de la puissance nominale)).

1.2.7 Tihange 2

L'unité s'est arrêté définitivement le 31 janvier 2023 à minuit. Le cœur du réacteur a été définitivement déchargé le 23 février.

Pour l'année 2023, les points suivants méritent d'être mentionnés :

- Les doigts de gants permettant de faire passer l'instrumentation de la cuve du réacteur ont été découpés et extraits le 15 mars.

- Les grappes de commandes ont été échantillonnées pour caractérisation.
- Le démantèlement des équipements non nucléaires (hall des machines) a commencé.
- La décontamination du circuit primaire est en cours de préparation et a été programmée pour fin 2024.

1.2.8 Tihange 3

L'unité a fonctionné à puissance nominale sans interruption, à l'exception de :

- la période d'arrêt de tranche pour rechargement du 19 août au 30 septembre – lors des opérations de redémarrage, un déclenchement turbine sans arrêt d'urgence a eu lieu le 13 octobre suite à une perte de vide au condenseur ;
- quelques modulations de puissance à la demande du réseau.



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 ont été organisées 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 ont été effectués 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.).
- Une attention particulière a été accordée 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 la compétence et au staffing, à la maintenance et au vieillissement, au management, etc.) et dans le cadre de la surveillance renforcée mise en place du 18 octobre 2022 au 16 novembre 2023.

Bel V a aussi continué à suivre de près la gestion des déchets radioactifs, notamment en ce qui concerne l'entreposage des concentrats radioactifs et résines, compte tenu de la suspension de l'agrément ONDRAF permettant l'évacuation de ce type de déchets.

Une mission OSART (« Operational Safety Review Team ») de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) s'est déroulée à Tihange du 17 avril au 4 mai. Cette mission a identifié des bonnes pratiques, mais aussi des suggestions et des recommandations en vue d'améliorer la sûreté opérationnelle et de se conformer aux exigences de l'AIEA.

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 2023 a consisté en six cycles et deux petits cycles de deux jours pour effectuer un transitoire sur un dispositif d'essai. Pendant le transitoire du cycle 02/2023B, le réacteur a été arrêté manuellement après défaillance du revêtement de l'aiguille combustible dans l'expérience.

Le 12 janvier, deux capsules radioactives ont été interverties. Les deux capsules étaient destinées au même destinataire en France. D'abord, une des deux capsules a été emballée et expédiée. Cependant, en raison de l'interversion, cette capsule a été livrée trop tôt. Extérieurement, les deux capsules sont identiques, à l'exception d'un code d'identification gravé sur la capsule. L'interversion était due à une mauvaise lecture de ce code d'identification. L'expédition de la première capsule a eu pour conséquence que des données erronées se trouvaient sur les étiquettes de transport et le document de transport. De plus, l'activité maximale autorisée de l'emballage utilisé a été dépassée, toutefois sans conséquences sur la radioprotection et la sûreté nucléaire, étant donné les marges disponibles. Cet événement a été classé au niveau 1 de l'échelle INES.

Le 22 février, un arrêt d'urgence du réacteur s'est produit en raison d'un signal de pression différentielle à travers le réacteur. Le signal n'a été que de courte durée. Aucune autre valeur anormale n'a été observée. Après analyse de la ligne d'arrêt automatique, les causes possibles ont été identifiées. Étant donné que la cause avait disparu et que la situation était sûre, le réacteur a été redémarré dans les 20 minutes. L'analyse INES a abouti à un niveau 0.

Le 12 mars, un transport nucléaire de cinq conteneurs de type A identiques est parti du réacteur BR2 à destination d'un client. Lors de la rédaction des lettres de transport et de l'application des étiquettes, les conteneurs ont été mal identifiés et, par conséquent, intervertis. L'erreur a été constatée par le client sur la base du bordereau d'expédition, sur lequel les numéros d'identification des conteneurs étaient correctement associés au contenu. Cet événement a été classé au niveau 1 de l'échelle INES.

Lors du déchargement d'un élément de combustible provenant d'un canal de réacteur après le cycle 02/2023A, un endommagement mécanique a été constaté. Le dessus de l'une des plaques extérieures est plié vers l'extérieur sur une largeur d'environ 20 mm. La cause la plus probable est un contact entre l'élément de combustible et la pièce-guide lors du déchargement.

Le 24 novembre, l'IRE a constaté que les opérateurs du réacteur BR2 n'avaient pas suffisamment serré les brides de sécurité d'un conteneur contenant des cibles irradiées. Cet événement a été classé au niveau 1 de l'échelle INES.

Le 5 décembre, lors de la réception de cibles LEU fraîches en provenance de la Compagnie pour l'étude et la réalisation de combustibles atomiques (CERCA), toutes les cibles n'ont pas été déchargées, et le conteneur de transport est reparti avec des cibles LEU. Cet événement a été classé au niveau 1 de l'échelle INES.

Dans le cadre de la problématique concernant la présence d'un corps étranger (un support à ressort) dans le circuit primaire, un certain nombre de paramètres ont été rapportés sur une base

hebdomadaire à l'AFCN et à Bel V pendant les cycles du réacteur. En outre, un plan d'action est en cours dans le cadre de l'étude de faisabilité pour la localisation et la récupération éventuelle du support à ressort et l'adaptation des bras des clapets anti-retour. Les bras des clapets anti-retour CVPC1 et CVPC2 avaient déjà été remplacés et pendant la période d'arrêt 06/2023A, un hydrophone a été installé au niveau du quai pour essayer de localiser le support à ressort.

En 2023, le réacteur VENUS n'a été démarré qu'à quelques reprises en mode sous-critique. Des expériences sont prévues avec le réacteur en mode sous-critique, mais avec une augmentation du courant de l'accélérateur et des ajustements au refroidissement de la cible.

Lors du démarrage du réacteur BR1 le 13 février, un arrêt s'est produit à basse puissance en raison d'une période basse sur la chaîne de mesure D. Un examen plus approfondi a révélé qu'une défaillance était apparue sur le signal en raison du fait que la mise à la terre de l'alimentation de la chaîne de mesure et la mise à la terre du circuit de mesure n'étaient pas entièrement séparées.

Dans le laboratoire tritium, dans la cellule C1, un nouveau dispositif a été installé dans le cadre du traitement d'un getter NaK contaminé au tritium. La première phase de l'expérience, qui consistait en la détritiation du tritium du NaK et en la capture sur le tamis moléculaire, s'est achevée.

Le démantèlement du réacteur BR3 est en cours. Une demande d'autorisation pour l'évacuation du béton activé du BR3 a été introduite auprès de l'AFCN.

La construction du nouveau bâtiment MaT a commencé.

L'AFCN a octroyé l'autorisation pour une nouvelle installation de classe IIA (installation CRF pour la production de lutécium-177). La construction a débuté fin 2023.

Fin 2023, un projet a été lancé pour l'installation d'un LINAC (LINear ACcelerator) dans la salle de radiothérapie de l'installation LNK (notamment pour la recherche dans le domaine de la caractérisation des déchets).

En mai, un transport de 27 fûts entre l'installation CBZ (zone tampon centrale) et Belgoprocess a été organisé. En raison d'une erreur humaine lors de la collecte des fûts, un fût erroné a été expédié.

Le 8 décembre, une opératrice d'un laboratoire du bâtiment SCH (bâtiment de chimie) a reçu une projection d'acide dans l'œil alors qu'elle nettoyait de la verrerie avec 2 % de HNO₃. Des traces d'Am et de Pu étaient peut-être présentes dans l'acide. Le service médical du SCK CEN en a été avisé et il a été décidé d'effectuer une mesure gamma d'un échantillon du rinçage oculaire. Le rapport d'analyse de la mesure gamma n'a montré aucune contamination. L'opératrice a été transférée au service d'urgence de l'hôpital de Mol, mais elle n'a pas subi de dommages irréversibles à l'œil.

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.

Après qu'une accumulation de pression a été constatée dans un certain nombre de fûts de 220 L de déchets contenant du radium conditionnés dans le bâtiment 280X, l'agrément du processus de conditionnement a été suspendu. Belgoprocess définira les actions nécessaires pour remédier à l'augmentation de pression dans les fûts et améliorer le processus de conditionnement.

En raison du réglage erroné de la correction du bruit de fond dans la mesure AQ2 utilisée pour les mesures de libération, Belgoprocess a libéré sept fûts pour lesquels la limite de libération n'avait pas été respectée. Toutefois, les dépassements étaient limités et cet événement n'a eu aucun impact sur l'environnement ou la population. Cet événement a été classé au niveau 1 de l'échelle INES.

À la suite d'un problème lors de l'évacuation d'une fuite dans un circuit de liquide, du liquide radioactif s'est retrouvé dans plusieurs locaux du bâtiment 108X via les avaloirs. Belgoprocess a pris les mesures de décontamination intensives requises. Il n'y a pas eu de radioactivité à l'extérieur du bâtiment. Cet événement a été classé au niveau 1 de l'échelle INES.

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 enrichi (HEU – « high-enriched uranium ») en uranium faiblement enrichi (LEU – « low-enriched uranium »).

Fin mars, la production à l'aide de HEU a été définitivement arrêtée. Les résidus HEU sont encore régulièrement transférés au SCK CEN, qui développe le projet RECUMO. La capacité et la fréquence de production à l'aide de LEU ont continué à augmenter tout au long de 2023.

En 2023, plus aucun retard n'a été observé pour le projet LTO pour le bâtiment B6. Les travaux se poursuivent à présent selon le nouveau calendrier. L'infrastructure de l'IRE continue d'être améliorée grâce au transfert d'équipements et d'installations anciennement exploités par MDS Nordion/BMB/NTPE/ONSF.

Il convient également de noter que la demande en produits radiopharmaceutiques continue d'augmenter. Le savoir-faire belge dans le secteur radiopharmaceutique est internationalement reconnu et l'IRE – comme sa filiale IRE ELiT – fait partie du réseau belge d'applications radiologiques dans le domaine de la santé (rad4med.be).

1.3.4 JRC-Geel

Dans l'installation de spectrométrie de masse, le remplacement de trois extracteurs de MS2 a été mis en œuvre et mis en service par le Service de contrôle physique (SCP) et confirmé par Bel V.

Au sein de l'installation GELINA (GEel LINear Accelerator), l'accélérateur est inactif depuis septembre 2023 après que deux fenêtres ont été brisées. Les actions requises pour réparer les éléments endommagés sont en cours.

Au sein de l'installation MONNET (MONo energetic NEutron Tower), l'ajout d'une nouvelle « beamline » a été mis en œuvre et mis en service par le Service de contrôle physique (SCP) et confirmé par Bel V.

Plusieurs événements liés à la perte de dépression dans une zone contrôlée ont été signalés aux autorités. Aucun de ces événements n'a eu d'impact sur les travailleurs, la population ou l'environnement.

En ce qui concerne la structure organisationnelle de JRC-Geel, un nouveau Directeur du Site est en fonction depuis septembre. En outre, la non-conformité concernant le nombre d'opérateurs dans l'installation MONNET a été résolue et les actions nécessaires ont été entreprises pour recruter une personne responsable de la gestion des déchets nucléaires et des activités de démantèlement. Un coordinateur Plan d'Urgence a également été recruté.



1.3.5 Autres installations (de classe IIA)

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

- Un expert classe IIA de Be.Sure a repris les tâches de contrôle physique pour Erasme suite au départ de l'expert interne. Un nouveau chef du service de contrôle physique a été nommé en interne.
- Les nouvelles autorisations pour séparer les activités classe IIA et classe III d'Ion Beam Applications (IBA) ont été délivrées.
- Le rechargement Cobalt a eu lieu chez Sterigenics. Plusieurs événements se sont produits lors de ce rechargement.
- Le non-respect de la procédure de consignation de GAMMIR II a été déclaré par Sterigenics le 15 juillet. Cet incident est dû à une erreur humaine. Un rejet non contrôlé de 500 litres d'eau (fuite de la fosse de la salle d'eau) a également été déclaré le 25 septembre. L'eau avait été mesurée non contaminée peu de temps auparavant. Le liner de la

fosse présente une dégradation nette probablement due aux produits corrosifs utilisés dans le processus de traitement des eaux.

- Un autre site sera choisi pour l'installation ProtonW. Une nouvelle demande d'autorisation sera introduite dans le futur.
- Les activités de CommScope ont cessé et l'autorisation de classe IIA a été levée.
- Le démantèlement du cyclotron de la Vrije Universiteit Brussel (VUB) se déroule selon le planning et sans difficultés spécifiques.
- Le projet visant l'installation d'un nouveau cyclotron (bâtiment IMAGINATION) a été présenté à l'AFCN et à Bel V.
- L'UZ Antwerpen a introduit une demande d'autorisation pour l'utilisation de nouveaux radio-isotopes. Le traitement de cette demande est en cours.
- La construction du nouveau bâtiment pour le CHU de Liège est en cours. L'arrivée du cyclotron était prévue mi-janvier 2024.
- Une nouvelle demande d'autorisation sera introduite par IRE ELiT à court terme afin d'augmenter le terme source.



- Les travaux pour la construction du bâtiment de l'Ikon-30 avancent correctement à l'IRE.
- Le démantèlement des installations reprises par l'ONSF à Fleurus se poursuit sans difficulté particulière. La cellule Y a finalement été découpée sur le site de l'ONSF. La cellule Sr sera envoyée à Belgoprocess pour traitement. Un événement a été déclaré pendant la période et concerne un fût de déchets ne respectant pas le critère de débit de dose au contact prescrit pour l'entreposage dans le bâtiment B8. Le fût a été déplacé dans le bâtiment B16.
- Le premier étage de l'injecteur pour MINERVA qui était testé à l'UCLouvain a été démonté pour transfert vers le SCK CEN.
- Les travaux de démantèlement à l'UGent (Campus Proeftuin) sont terminés. Le rapport final de démantèlement doit encore être transmis.
- Une nouvelle autorisation pour b+pharma pour l'augmentation du terme source a été réceptionnée.
- Full-Life Technology Europe a introduit une demande d'autorisation pour une nouvelle installation de production d'Actinium-225. La demande est en cours de traitement. Le dossier a été envoyé aux communes et les enquêtes publiques vont être lancées. Les conditions d'autorisation sont en cours de rédaction.
- PanTera a introduit une demande d'autorisation pour une nouvelle installation de production d'Actinium-225. Cette demande d'autorisation est en cours d'analyse.

Inspections réalisées

**173**

Installations de la centrale nucléaire de Doel

**130**

Installations de la centrale nucléaire de Tihange

**180**

Autres installations nucléaires de classe 1

**67**

Installations nucléaires de classe 2A

**9**

Exercices de capacité de réaction et d'intervention d'urgence

1.4 Capacité de réaction et intervention d'urgence

1.4.1 Introduction

Il n'y a **pas** eu d'**activation réelle** du plan d'urgence nucléaire fédéral en 2023. Toutefois, le **suivi de la situation en Ukraine** faisant suite à l'opération militaire spéciale menée par la Russie depuis début 2022 et son impact sur les sites et installations nucléaires situées en territoire ukrainien **s'est poursuivi** en concertation avec l'AFCN. À cet égard, Bel V pu compter sur le **soutien efficace de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire française (IRSN)** au travers de contacts individuels privilégiés et qui ont permis de compléter et conforter les informations et avis de Bel V.

1.4.2 Exercices d'intervention d'urgence

L'année 2023 a été marquée par un **grand nombre** d'exercices de capacité de réaction et d'intervention d'urgence auxquels Bel V a pris part : six organisés sous la supervision du Centre de crise national (NCCN) dépendant du Service Public Fédéral Intérieur (dont **un à portée transfrontalière**) et deux organisés conjointement par l'AFCN et Bel V :

- en mars, avril, juin et novembre pour respectivement la centrale nucléaire de Doel, le site de Belgoprocess, la centrale nucléaire de Tihange et le site de JRC-Geel – un 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 septembre pour le réacteur de recherche BR2 du SCK CEN – 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 et cellules d'évaluation, d'information et de mesure) ;

- en septembre pour le Centre nucléaire de production d'électricité de Chooz situé à proximité immédiate du territoire belge – un exercice organisé par les autorités françaises ;
- en novembre pour la cellule d'évaluation CELEVAL – deux exercices « drills » internes organisés par l'AFCN et Bel V.

Tous les exercices organisés sous la supervision du NCCN ont été 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. À ce titre, il ressort en particulier la nécessité d'un renfort structurel des modalités et **mécanismes d'alerte** et de mobilisation, l'importance de disposer des infrastructures (en ce compris les aspects ICT) **performantes** et maintenues à jour et la poursuite du développement des modalités à implémenter pour **pérenniser un fonctionnement hybride** (présentiel et distanciel) de la cellule d'évaluation.

1.4.3 Autres activités dans ce domaine

2023 a été marquée par les travaux d'actualisation de l'arrêté royal du 1er mars 2018 portant fixation du plan d'urgence nucléaire et radiologique pour le territoire belge menés par le NCCN et auxquels Bel V a été associée pour certains aspects. Les consultations sur cette version actualisée du plan d'urgence sont en cours en vue de la consolidation pour publication au Moniteur belge (attendue dans le courant du premier semestre 2024).

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 NCCN).
- Des exercices et tests limités de communication et de disponibilités ont été organisés tout au long de l'année, pour un total de 24 tests.
- Dans le cadre du soutien à l'autorité de sûreté des Pays-Bas (ANVS), l'IRSN et Bel V ont poursuivi le projet de soutien à la stratégie de protection au travers de discussions et de développement de scénarios de base concernant la centrale nucléaire de Borssele.



2. Évaluations de sûreté et projets nationaux



2.1 Analyses probabilistes de sûreté (PSA – « Probabilistic Safety Assessment »)

En 2023, Bel V a poursuivi son **évaluation technique** des analyses probabilistes de sûreté (PSA – « Probabilistic Safety Assessments ») des piscines de combustible usé développée et réalisée par ENGIE Electrabel et ENGIE Tractebel Engineering afin de se conformer à l'arrêté royal du 30 novembre 2011 portant prescriptions de sûreté des installations nucléaires (tel que modifié par l'arrêté royal du 19 février 2020) incorporant les Niveaux de référence de sûreté WENRA pour les réacteurs existants de septembre 2014 (voir section 2.9). Ces modèles incluent les événements et **dangers internes** ainsi que les **agressions externes** (à savoir les **événements sismiques et inondations externes**) et ont été utilisés par ENGIE Electrabel pour proposer un plan d'action pour la mise en œuvre d'améliorations sur site. Ces **améliorations sur site** ont également fait l'objet d'un **suivi attentif** par Bel V.

En raison de la décision de relancer la préparation pour l'**exploitation à long terme** des unités de **Doel 4** et de **Tihange 3**, le développement de **PSA sismique** (y compris les incendies et inondations induits sismiquement) pour ces deux réacteurs a été discuté et **relancé** par ENGIE Electrabel. Pour rappel, fin 2020, à la suite de la décision d'ENGIE Electrabel de ne plus cibler une exploitation à long terme après l'horizon 2025, le projet PSA sismique a été annulé pour le réacteur de chaque centrale nucléaire, et un certain nombre de « quick wins » identifiés lors des vérifications visuelles avaient été mis en œuvre à la fin de 2022.

La mise à niveau de l'étude Internal Fire PSA niveau 2 s'est également poursuivie en 2023, en particulier pour Tihange 3, pour laquelle un modèle full-scope est en cours d'élaboration.

Les applications et procédures PSA développées sur le site par ENGIE Electrabel ont également été suivies par Bel V.

En 2023, Bel V a également initié l'**évaluation** de la **PSA développée** pour la **phase post-opérationnelle** de Doel 3 et de Tihange 2 par suite du plan d'action développé dans le contexte de la réévaluation périodique de sûreté, et, plus spécifiquement, l'évaluation du Facteur de sûreté 6 (voir section 2.2).

Les activités internationales et R&D de Bel V sur la méthodologie et les applications des analyses PSA sont présentées à la section 4.4.

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

2.2.1 Les centrales nucléaires

La réalisation des réévaluations périodiques de sûreté est une exigence réglementaire en vertu de l'article 14 de l'Arrêté royal du 30 novembre 2011. Même s'ils ne sont pas directement applicables à une PSR pour une centrale nucléaire en passe d'entrer dans une phase post-opérationnelle (POP) dans un futur proche, le « Règlement technique de l'AFCN du 2 février 2021 précisant les modalités des révisions périodiques de sûreté des établissements de classe I, à l'exception des réacteurs de puissance » et le « Specific Safety Guide SSG-25 on PSR for nuclear power plants » de l'AIEA établissent le cadre de référence pour la réalisation pratique de ces réévaluations périodiques de sûreté.

Bel V a évalué la PSR des installations auxiliaires de Doel (installations WAB, SCG et GSG) et en a discuté avec l'AFCN. Cette PSR dédiée, appliquant une méthode systématique (réalisée par ENGIE Electrabel en évaluant 14 facteurs de sûreté sur la base du Specific Safety Guide SSG-25 de l'AIEA), a permis d'acquérir des connaissances intéressantes et d'identifier des améliorations spécifiques en matière de sûreté. Par le biais de ses analyses et des Rapports d'évaluation de sûreté (SER – « Safety Evaluation Report ») rédigés par Bel V pour l'ensemble des facteurs de sûreté, Bel V a également proposé des modifications aux plans d'action élaborés par ENGIE Electrabel. Ces modifications ont été intégrées.

Bel V a également suivi la mise en œuvre des plans d'action développés dans le cadre de la PSR de Tihange 2 (laquelle a été évaluée conjointement aux installations TEF, TEL et TDS) et de la PSR de Doel 3. Ces plans d'action contiennent des améliorations spécifiques (au niveau du matériel, des processus ou des procédures) qui seront développées dans

trois cadres différents (amélioration continue, mise à l'arrêt définitif ou la réévaluation périodique de sûreté proprement dite). Il convient également de noter un lien étroit avec le plan d'action développé dans le cadre du projet des niveaux de référence de sûreté WENRA 2014.

Enfin, Bel V a également examiné les documents sur la portée et la méthodologie proposés pour la PSR de Doel 1 et 2 et de Tihange 1 (dont l'arrêt définitif est prévu en 2025) et la PSR de Doel 4 et de Tihange 3 (pour lesquels une prolongation de la durée de vie de 10 ans est prévu). Cette dernière PSR comprend également le bâtiment DE. En outre, à la suite de cette exploitation à long terme, les PSR des installations TEF, TEL et TDS (initialement exécutées dans le cadre de la PSR pour Tihange 2) et des installations WAB, SCG et GSG (initialement exécutées dans le cadre d'une PSR dédiée) devront être réévaluées concernant une série d'aspects encore à définir par ENGIE Electrabel.

2.2.2 JRC-Geel

La phase d'évaluation dans le cadre de la réévaluation périodique de sûreté de JRC-Geel a été achevée. Bel V a analysé la version finale de l'évaluation de tous les facteurs de sûreté, ainsi que l'évaluation globale. Bel V a formulé 28 demandes sur le plan d'action soumis par JRC-Geel. En septembre, Bel V a présenté les résultats de son analyse au Conseil scientifique. Le plan d'action a ensuite été consolidé et est en cours de mise en œuvre. Bel V suit cette phase et a constaté que certaines actions ont pris du retard.

2.2.3 SCK CEN

En novembre, le SCK CEN a envoyé le document méthodologique concernant la réévaluation périodique de sûreté de 2026 à l'AFCN et à Bel V. Bel V a commencé à analyser ce document fin 2023.

2.2.4 Institut National des Radioéléments (IRE)

Dans le cadre de la réévaluation périodique de sûreté au sein de l'IRE, le délai de mise en œuvre du plan d'action expirait fin 2022. Toutefois, étant donné que les actions n'avaient pas encore toutes été finalisées, l'AFCN a accepté de reporter la fin de la réévaluation périodique de sûreté au 31 mars 2023. À la fin du T1 2023, toutes les actions étaient effectivement clôturées et le rapport de mise en œuvre transmis par l'IRE. Bel V a analysé ce rapport, et cette analyse a été transmise à l'AFCN par le biais d'un Safety Evaluation Report. L'évaluation a été transmise à l'IRE par l'AFCN et, après discussion avec l'IRE, la réévaluation périodique de sûreté a pu être clôturée.

2.2.5 Belgoprocess

Dans le cadre de la réévaluation périodique de sûreté du Site 1, le délai de mise en œuvre du plan d'action expirait le 30 juin 2023. Belgoprocess a délivré toutes les actions mais pour certaines d'entre elles, les échanges Q&R se poursuivent.

En ce qui concerne la réévaluation périodique de sûreté du Site 2 (2016), 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 mais pour certaines d'entre elles, les échanges Q&R se poursuivent.

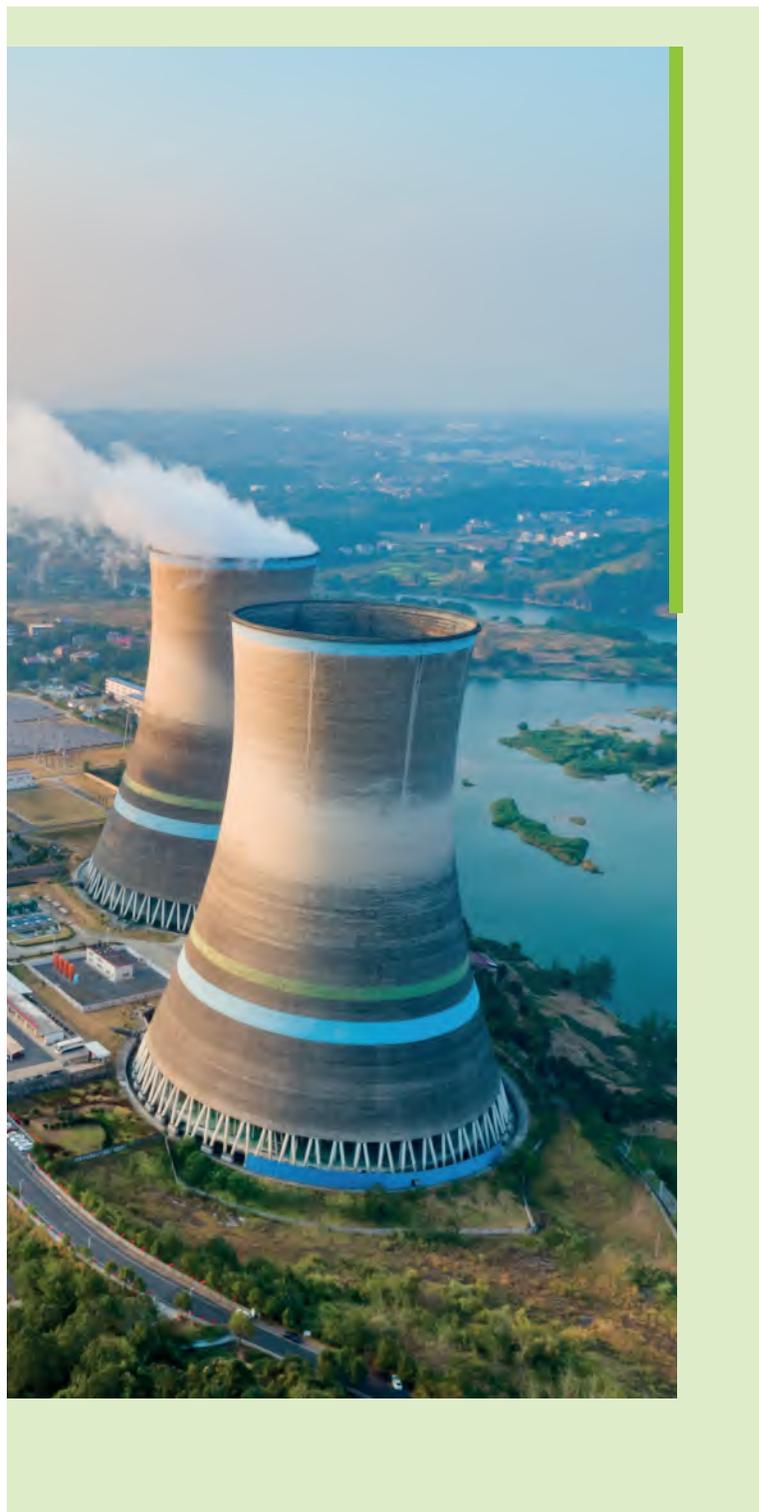
Au T4 2023, Bel V a également reçu le document méthodologique pour la nouvelle réévaluation périodique de sûreté du Site 2 (2026). L'analyse de ce document a été initiée au sein de Bel V.



Évaluations de sûreté
réalisées

> 470

2.3 Exploitation à long terme de Doel 4 / Tihange 3



L'année 2023 a marqué la relance du projet d'ENGIE Electrabel et de l'État belge visant à prolonger de 10 ans la durée de vie des réacteurs Doel 4 et Tihange 3. Ce projet a été découpé en plusieurs sous-programmes : « Pre-conditions » (conditions préalables – autour de divers programmes de gestion qui doivent être présents avant que la centrale ne puisse redémarrer), « Ageing » (vieillesse – autour de la problématique du vieillissement), « Design » (conception – identification des besoins et des possibilités d'améliorations de conception), « Tests & Inspections » (essais et inspections – identification d'essais à grande échelle visant à confirmer le bon fonctionnement de l'installation avant le redémarrage), « Knowledge, Competence & Behaviour » (connaissances, compétences et comportement – autour des capacités humaines nécessaires pour pouvoir mener une LTO) et le Periodic Safety Review (réévaluation périodique de sûreté) ou révision décennale.

Après « Design » en 2022, les autres sous-programmes ont été lancés en 2023. Bel V analyse et commente ainsi les documents méthodologiques de chaque sous-programme, et les premiers documents ont déjà été analysés.

Spécifiquement pour « Design », Bel V, en collaboration avec l'AFCN, a réalisé l'analyse des propositions d'améliorations de conception faites par ENGIE Electrabel. Le résultat de cette analyse, y compris la nécessité d'apporter quelques améliorations supplémentaires au plan, a été soumis à ENGIE Electrabel.

2.4 DECOM

Le projet DECOM a pour objectif la préparation de la mise à l'arrêt définitif et le démantèlement des réacteurs nucléaires de Doel et Tihange. Le focus du projet en 2023 était l'implémentation de la mise à l'arrêt définitif de Doel 3 (en septembre 2022) et de Tihange 2 (en janvier 2023), ainsi que la préparation de la mise à l'arrêt définitif de Doel 1 et 2 et de Tihange 1 en 2025.

Au niveau de la mise à l'arrêt définitif de Doel 3 et Tihange 2, de nombreuses activités ont été menées en 2023. À Doel 3, après avoir validé la configuration du nouvel îlot nucléaire (qui assure les fonctions de sûreté résiduelles de l'unité depuis son arrêt définitif en 2022), l'attention a été portée sur la mise en œuvre pratique de cet îlot nucléaire en reclassant d'abord administrativement, puis techniquement sur le terrain, l'ensemble des Systèmes, Structures et Composants (SSC) de l'unité afin de maintenir les SSCs contribuant à la sûreté de l'unité pleinement opérationnels pendant la période d'évacuation du combustible usé. À Tihange 2, après la validation des bases de l'îlot nucléaire, l'attention a été portée à finaliser l'identification des SSC contribuant encore à la sûreté de l'unité en phase post-opérationnelle et à débiter le déclassement administratif de ceux-ci. Des échanges continuent afin de mettre à jour le rapport de sûreté et les spécifications techniques conformément aux fonctions de sûreté résiduelles à assurer.

L'année 2023 a aussi été marquée par le début de la préparation de la mise à l'arrêt définitif de Doel 1 et 2 avec la définition des bases de conception de leur îlot nucléaire en phase post-opérationnelle, que Bel V a suivi avec attention. Alors que cette activité était aussi prévue pour Tihange 1, ENGIE Electrabel a finalement décidé de ne pas modifier les bases de conception de l'îlot nucléaire de cette unité, de sorte qu'aucune activité n'a été réalisée en 2023.

En parallèle, les activités préparatoires au démantèlement ont été préparées et parfois déjà exécutées. La principale activité à Doel 3 a été la décontamination chimique du circuit primaire. L'évacuation de la salle des machines a aussi débuté à Doel 3. À Tihange 2, ces activités sont encore en cours de préparation. Pour cette unité, une activité importante a été la découpe des doigts de gant du réacteur.

Dans les deux unités, la préparation de l'évacuation, durant la phase post-opérationnelle, du combustible usé et des substances radioactives se poursuit. L'ensemble de ces activités devait être décrit dans les notifications de cessation d'activité de ces unités, analysées en 2022. En 2023, une activité importante a été le suivi des conditions associées par l'autorité de sûreté à l'approbation de notifications de ces mises à l'arrêt définitif.

La décontamination chimique du système primaire est l'une des principales activités réalisées après la mise à l'arrêt définitif et l'évacuation du combustible hors du bâtiment du réacteur et vise à réduire les risques radiologiques pour les dernières étapes de la vie du réacteur. En 2023, Bel V a suivi de manière approfondie la réalisation de ces activités à Doel 3 et a suivi la préparation de la réalisation de ces activités à Tihange 2, ainsi que le début de la préparation pour Doel 1 et 2.

Tant à Doel 3 qu'à Tihange 2, de nombreux échanges ont continué visant à préparer l'évacuation du combustible usé et des substances radioactives présentes dans les piscines. La réparation des crayons endommagés, le licensing des conteneurs pour ces substances et ces combustibles usés, la construction des nouveaux bâtiments... ont fait l'objet de nombreuses analyses de Bel V en 2023, pour que les premiers assemblages puissent être évacués fin 2024.

Au-delà de cette phase intensive d'analyses techniques, les discussions d'ordre stratégiques ont continué en 2023 afin de préparer au mieux la transition de l'autorisation d'exploitation vers l'autorisation de démantèlement de Doel 3 et Tihange 2. Des avancées sur plusieurs aspects stratégiques et des discussions sur les futures installations de traitement des déchets du démantèlement ont ainsi été réalisées. L'année 2023 s'est aussi marquée par la préanalyse des rapports de sûreté préparés par ENGIE Electrabel pour soutenir la demande d'autorisation de démantèlement de Doel 3 et la demande de construction des nouvelles installations de traitement des déchets (WMU).

Finalement, de nombreux échanges ont eu lieu en tripartite entre l'autorité de sûreté, l'ONDRAF et ENGIE Electrabel sur les flux de déchets qui seront produits pendant les activités de mise à l'arrêt et de démantèlement afin de préparer au mieux l'inventaire, la caractérisation et l'évacuation de ces déchets.



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 la séance du 24 février 2023, le Conseil scientifique de l'AFCN a émis un avis favorable, notamment sur la base d'un rapport d'évaluation établi par Bel V. Dans ce rapport, Bel V a indiqué estimer que l'ONDRAF avait fourni une réponse satisfaisante à tous les éléments demandés préalablement à la deuxième séance du Conseil scientifique, à l'exception de la question de la détermination du facteur de transfert à la géosphère pour le puits et les zones d'infiltration du tumulus ouest. L'ONDRAF n'est pas en mesure de répondre à cette question pour le moment, mais, selon Bel V, cela ne constitue pas un obstacle au planning du projet prévu actuellement, puisque l'exploitation du tumulus ouest n'est pas prévue avant 2040. En outre, le rapport d'évaluation a identifié plusieurs éléments qui doivent encore être réalisés et/ou transmis par l'ONDRAF, notamment concernant le remaniement du rapport de sûreté et le point d'arrêt « ready for construction ».

Faisant suite à l'avis motivé favorable du Conseil scientifique, l'ONDRAF a obtenu une autorisation au T2 2023. Aux T3/T4, les premiers chapitres remaniés du rapport de sûreté ont été transmis et analysés par Bel V. Au T4, deux inspections thématiques ont également été organisées sur les thèmes « gestion du changement/SCP » et « culture de sûreté/formation ». Ces inspections seront également organisées au T4 2024 et devraient permettre à Bel V d'évaluer (dans l'intervalle) si l'ONDRAF est prêt sur le plan organisationnel à entamer la construction (prévue pour fin 2025/début 2026).

Dans le cadre de l'examen de l'autorisation de mise en dépôt, la « bergbaarheid », des déchets destinés à un stockage en surface, Bel V a analysé en 2023 plusieurs dossiers de conformité et les a soumis à l'ONDRAF pour mise à jour. 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. Ces dossiers sont rédigés en plusieurs étapes, chacune d'elle nécessitant l'approbation de Bel V pour passer à la suivante.

En 2023, Bel V a également participé à l'analyse de la proposition de l'ONDRAF pour deux nouveaux ACRIA (un document qui décrit les critères d'acceptation de l'ONDRAF pour un type de déchets donné). Après la publication de l'Arrêté royal concerné, ces ACRIA doivent être approuvés par l'AFCN. Dans ce cadre, l'AFCN a demandé à Bel V de vérifier si les ACRIA respectent les conditions d'autorisation (y compris les spécifications du rapport de sûreté) des différentes installations où les déchets se retrouveront dans la suite du parcours de gestion.

En 2014, l'AFCN et Bel V ont initié une collaboration concernant les activités 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). Ces activités concernent l'évaluation des études de sûreté par l'ONDRAF, la concertation autour des aspects de sûreté avec l'AFCN et l'ONDRAF et le développement de l'expertise (notamment par la coopération avec d'autres TSO, voir la section 3.3.3).

2.6 MYRRHA / MINERVA

2.6.1 MYRRHA

MYRRHA (Multi-purpose hYbrid Research Reactor for High-tech Applications) 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 2023.

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 ayant visé à fournir début 2024 l'ensemble des documents requis pour que l'autorité de sûreté donne cet avis, peu de documents ont été fournis et donc analysés en 2023. Le travail s'est porté sur la préparation de certains workshops visant à préciser certaines de ces orientations de sûreté et sur l'analyse de documents supports.

2.6.2 MINERVA

MINERVA (« Myrrha Isotopes productionN coupling the linEar acceleRator to the Versatile proton target fAcility ») est un accélérateur LINAC (« LINear ACcelerator ») caractérisé par une énergie maximale du faisceau de protons de 100 MeV et une intensité du faisceau de 4 mA. En 2022, MINERVA a reçu de l'AFCN une autorisation de Classe IIA. La construction de l'installation MINERVA est prévue pour le T4 2024, la mise en service étant prévue en 2026. Le SCK CEN a recruté l'ensemble du personnel nécessaire à la construction, à la mise en service et à l'exploitation de l'installation MINERVA, et des discussions avec l'AFCN et Bel V sur la phase de construction ont été initiées.



2.7 SF² – installations d'entreposage du combustible usé

Les installations d'entreposage temporaires actuelles pour combustible irradié de Doel et de Tihange seront saturées à court terme. 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.

Les autorisations pour le SF² ont été obtenues le 26 janvier 2020 pour le site de Tihange et le 1er juillet 2021 pour le site de Doel. En 2023, les réunions techniques se sont poursuivies entre l'AFCN/Bel V et l'exploitant ENGIE Electrabel pour discuter de la réalisation des différentes conditions d'autorisation. Bel V a continué à suivre la phase de construction à travers les « hold points » et « witness points » définis. ENGIE Electrabel vise une livraison au T2 2024 pour Tihange et au T4 2025 pour Doel.

2.8 RECUMO

Les travaux de construction pour le projet RECUMO (REcovery and Conversion of Uranium from Molybdenum production) du SCK CEN sont en cours et sont suivis par Bel V.

L'AFCN, en concertation avec Bel V, a défini des « hold points » et « witness points », qui ont été inclus dans le programme de construction de l'installation RECUMO. Le SCK CEN élabore actuellement la liste des « hold points » et « witness points » pour la « fine enveloppe » (processus), avec une série de critères de sécurité en lien avec le processus RECUMO.

Fin 2023, l'AFCN et Bel V ont été avisés d'une non-conformité en ce qui concerne la résistance du béton. Le service Contrôle physique a fait interrompre les travaux de génie civil pendant la durée de l'enquête. L'enquête a montré que les carottes forées satisfont aux critères d'acceptation. Le service de Contrôle physique a alors émis un avis favorable à la reprise des travaux de génie civil et cet avis favorable a été approuvé par l'AFCN et Bel V.



2.9 Niveaux de référence en matière de sûreté de WENRA (2014)

Les niveaux de référence de sûreté WENRA 2014 ont été intégrés (par le biais de l'arrêté royal du 19 février 2020) en tant que prescriptions de sûreté supplémentaires dans l'arrêté royal du 30 novembre 2011 portant prescriptions de sûreté des installations nucléaires. Le projet RL2014 WENRA, initié en 2016, a pour but d'assurer la mise en œuvre en temps utile de ces exigences de sûreté, lesquelles sont basées sur les niveaux de référence de sûreté WENRA 2014, dans les centrales nucléaires belges sur les sites de Doel et de Tihange.

Dans le cadre du projet RL2014 WENRA, ENGIE Electrabel a procédé à un grand nombre d'études de sûreté, en particulier en ce qui concerne les conditions d'extension de conception (DEC) tant pour les réacteurs que pour les piscines de combustible usé, les catastrophes naturelles (principalement tremblements de terre, inondations externes, risques météorologiques et combinaisons de risques), les « Postulated Initiating Events for Spent Fuel Pools » (SFP PIE) et la Spent Fuel Pool PSA (SFP PSA), y compris les risques externes.

À la suite de ces études de sûreté, plusieurs améliorations de sûreté (essentiellement des modifications au niveau du matériel ou des procédures existants, plusieurs nouveaux systèmes fixes ou mobiles, etc.) ont été recommandées et sont actuellement déployées dans les centrales nucléaires belges. Les études relatives à ces améliorations de sûreté et à leur mise en œuvre dans les centrales se sont poursuivies en 2023 et sont suivies par Bel V d'un point de vue technique.

Depuis le début du projet jusqu'à la fin de 2023, plus de 1 000 documents, représentant l'ensemble des études de sûreté et un nombre considérable d'améliorations de sûreté, ont été soumis et évalués par Bel V. En 2023, Bel V a discuté avec ENGIE Electrabel et l'AFCN d'un certain nombre de problèmes subsistants ayant été identifiés lors de ces évaluations, et a commencé à rédiger des rapports d'évaluation de sûreté afin de résumer les principales réalisations du projet RL2014 WENRA et l'évaluation par Bel V des études de sûreté et des actions d'amélioration d'ENGIE Electrabel.

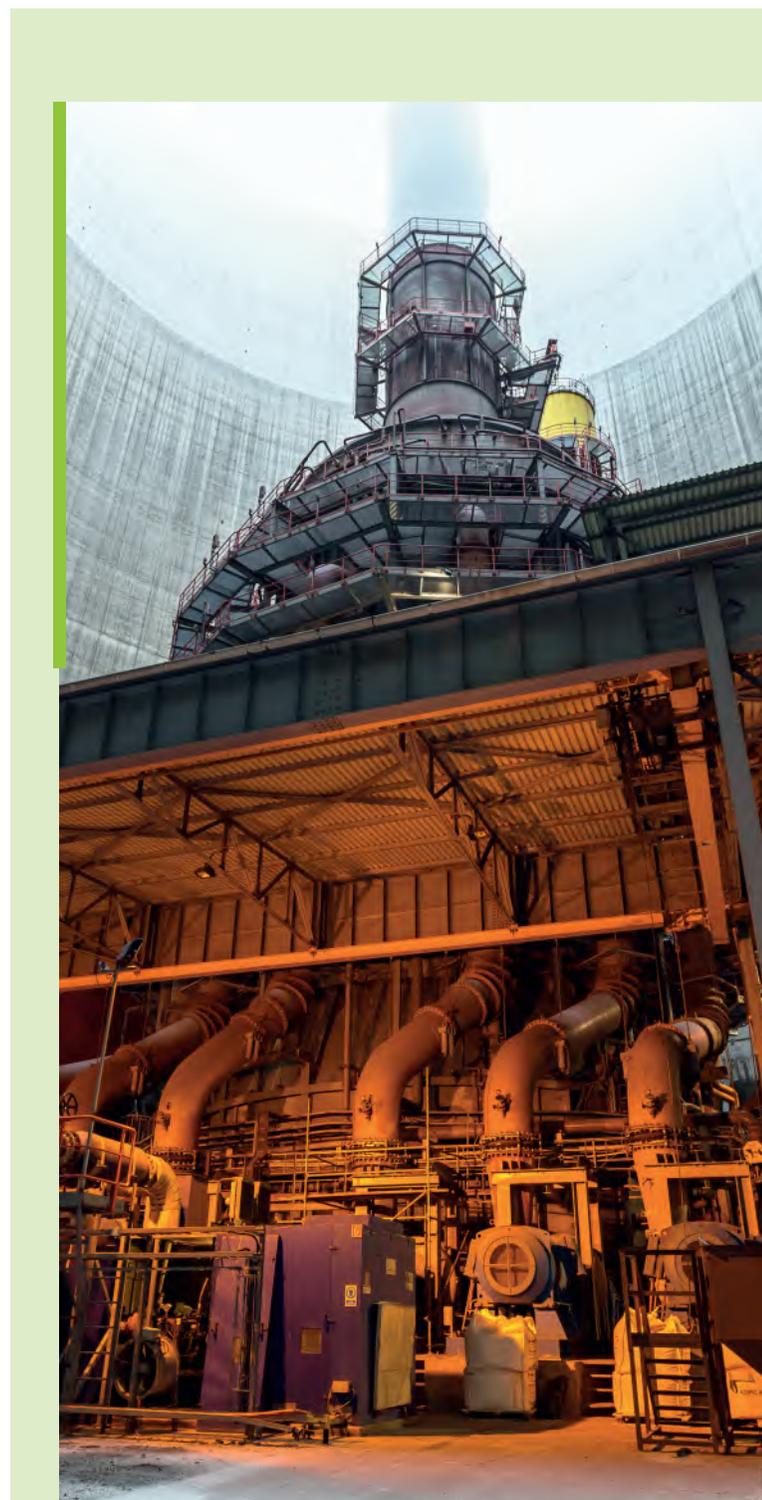
2.10 Projets de construction Belgoprocess

La construction du bâtiment 167X et 170X et de l'installation pour la production des monolithes (IPM) est en cours et est suivie par Bel V à travers des « hold points » et des « witness points ».

Pour le bâtiment 167X, les travaux de génie civil sont terminés et la réalisation des différentes techniques (ponts roulants, ventilation, radiation monitoring, skids) est en cours. Dans ce cadre, Bel V a effectué cinq inspections en 2023. La réception de l'installation est prévue pour 2024.

Pour l'IPM, les travaux de construction étaient déjà achevés en 2022, les essais de mise en service semi-industriel (SIBS) nécessaires ayant également été réalisés. En 2023, Bel V a effectué deux inspections, à l'occasion desquelles les points résiduels des SIBS, le rapport de sûreté final et les conditions d'autorisation ont notamment été discutés. Ces aspects sont nécessaires pour la réception finale de l'installation.

La construction du bâtiment 170X (pour les travaux de démantèlement des cuves des bâtiments 105 et 122) est conforme au schéma et Bel V suit les « hold points » et « witness points ». Bel V a approuvé les programmes d'essai des systèmes de ventilation et de radiation monitoring.



2.11 Mise en indépendance du bâtiment DE

Lancé en 2021 suite à la décision d'ENGIE Electrabel de mettre un terme aux études d'exploitation à long terme (LTO G2) de Tihange 3, le projet de mise en indépendance du bâtiment DE de Tihange (MIB.DE) a pour objectif de rendre le bâtiment DE indépendant de Tihange 3. L'objectif est de pouvoir exploiter de manière autonome les piscines d'entreposage de combustible usé du bâtiment DE dès la mise à l'arrêt définitif des derniers systèmes supports de Tihange 3, actuellement prévue en 2030, et ce, jusque 2075 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).

Dans le cadre du processus de concertation établi par l'AFCN pour ce projet, les dernières études de faisabilité et les concepts envisagés pour le MIB.DE ont été présentés plus en détails par ENGIE Electrabel à l'autorité de sûreté. En parallèle, des réunions techniques ont été organisées pour approfondir ou clarifier certains points (concept de protection contre l'inondation, classification mécanique et sismique des nouveaux circuits de refroidissement (ZEB et ZRI), définitions et modalités d'application de classification pour le projet MIB.DE, etc.).

L'ensemble des notes reçues au cours du projet ainsi que les dernières révisions du NSRD (Nuclear Safety Reference Document) et de la note d'orientations de sûreté pour les propositions de configurations techniques du bâtiment DE indépendant ont finalement fait l'objet d'un rapport d'évaluation de sûreté de Bel V avec l'évaluation finale du concept global du projet MIB.DE.

Dans ce cadre, Bel V a estimé que le choix de conserver et rendre indépendant le bâtiment DE est globalement une solution adéquate et adaptée dans le cadre de la stratégie globale de gestion du combustible usé à long terme d'ENGIE Electrabel et n'a pas émis d'objections majeures pour cette modification. Cependant, Bel V a identifié dans son rapport d'évaluation de sûreté un point bloquant (nécessité d'envisager une conception sismique des structures abritant les nouveaux systèmes ZEB / ZRI) et différents points d'attention (importance du programme de gestion du vieillissement pour la durée de vie du DE indépendant (et particulièrement pour le liner), études encore à réaliser pour la Salle de Commande, évaluation du risque de recirculation dans le circuit de ventilation, qualification des capteurs de niveau et de température des piscines, évaluation du risque d'explosion par l'hydrogène (radiolyse), scope et profondeur de l'étude de combinaison d'évènements, etc.).

Ce rapport d'évaluation de sûreté a été joint à l'avis final de l'AFCN de concertation préalable du projet MIB.DE pour finalement être présenté en juillet 2023 à ENGIE Electrabel lors d'une réunion de clôture du projet. En conclusion, ENGIE Electrabel a mentionné qu'il tiendrait compte des commentaires de l'autorité de sûreté, même si aucune action immédiate n'est requise à court terme, compte tenu finalement de la confirmation de l'exploitation à long terme de Tihange 3 et de la mise « on hold » du projet MIB.DE.

3. International activities and projects

CE CHAPITRE EST UNIQUEMENT DISPONIBLE EN ANGLAIS.

3.1 Cooperation with international organisations

OECD and IAEA activities

Bel V continued to participate in the activities of the **various committees**, working groups and meetings organised by the Organisation for Economic Co-operation and Development (**OECD**):

- the Committee on Nuclear Regulatory Activities (CNRA);
- the Committee on the Safety of Nuclear Installations (CSNI);
- the Nuclear Science Committee (NSC);
- the CNRA Working Group on Reactor Oversight (WGRO);
- the CNRA Expert Group on Operating Experience (EGOE);
- the CNRA Working Group on Leadership & Safety Culture (WGLSC);
- the CNRA Working Group on the Safety of Advanced Reactors (WGSAR);
- the CSNI Working Group on Fuel Cycle Safety (WGFCS);
- the CSNI Working Group on Fuel Safety (WGFS);
- the CSNI Working Group on Risk Assessment (WGRISK);
- the CSNI Working Group on Analysis and Management of Accidents (WGAMA);

- the CSNI Working Group on the Integrity and Ageing of Components and Structures (IAGE), and its subgroups on the integrity of metal components and structures and on the ageing of concrete structures;
- the CSNI Working Group on Human and Organisational Factors (WGHOFF);
- the CSNI Working Group on Electrical Power Systems (WGELEC);
- the CSNI Working Group on External Events (WGEV);
- the RWMC Integration Group for the Safety Case (IGSC);
- the CDLM Committee on Decommissioning of Nuclear Installations and Legacy Management (CDLM);
- the Incident Reporting System Coordinators' activities (IRS, IRSRR, FINAS).

For more information on the participation of Bel V in specific OECD projects, please refer to Section 4.4 on research and development.

Bel V's activities in relation to the International Atomic Energy Agency (IAEA) cover a number of standing committees as well as specific events.

Concerning the standing committees:

- The General Manager of Bel V, elected in 2020 as chair of the Technical and Scientific Support Organization Forum (TSOF) of the IAEA, participated in the activities of the Steering Committee of the TSOF.
- A Bel V representative is a member of the Steering Committee on Regulatory Capacity Building and Knowledge Management (coordinated by the IAEA) and he continued his activities in this committee.
- Bel V participated in the meetings of the Steering Committee of the Regulatory Cooperation Forum and support meetings with the European Commission.

Concerning the specific events, Bel V experts participated in several IAEA conferences, workshops, technical committee meetings and webinars, mainly on the following subjects:

- systematic assessment of regulatory competence needs;
- effective operating experience and continuous performance improvement programmes at nuclear power plants;
- Integrated Regulatory Review Service (IRRS) missions;
- reliability assessment of passive heat removal systems used in advanced reactor designs;
- computer security in the nuclear world;
- geotechnical aspects in site evaluation and design of nuclear installations;
- deep geological repository programme;
- safety implications of the use of artificial intelligence in nuclear power plants;
- safety of radioactive waste management, decommissioning, environmental protection and remediation: ensuring safety and enabling sustainability;
- probabilistic safety assessment of nuclear installations in relation to external events and their combinations.

3.2 Cooperation with safety authorities

3.2.1 Western European Nuclear Regulators Association (WENRA)

Reactor Harmonization Working Group (RHWG)

Bel V participated, in support of the FANC, in the three RHWG meetings held in 2023.

The RHWG continued the **benchmark study** on the **implementation** of 2014 **Safety Reference Levels (SRL)** and reasonably practicable safety improvements for **design extension conditions** (Issue F) at the nuclear power plants. Bel V provided the requested additional information for the Belgian nuclear power plants and contributed to the benchmarking of country responses. At the end of 2023, the RHWG finalised the summary report of this benchmark study.

With regard to the **next update** of the WENRA Safety Reference Levels for existing nuclear power plants, the RHWG identified the Issues for which an SRL update is needed and started updating Issues A, B and C.

For the 2023 **Topical Peer Review (TPR)** on '**Fire Protection**', the RHWG discussed the experiences with the technical specifications and the reporting in national reports.

Bel V also participated in RHWG discussions on safety objectives and potential RHWG activities related to new reactors and small modular reactors (SMR), and on experiences for high-quality industrial grade items.

Working Group on Waste and Decommissioning (WGWD)

The 49th WGWD meeting was held in Cologne (Germany) from 20 to 24 March. Bel V participated in support of the FANC.

Among other things, the WGWD discussed the current status of benchmarking progress (on storage, disposal and decommissioning), as well as the status of the guidelines for harmonising the nuclear regulatory systems of the WENRA countries using the Safety Reference Levels.

3.2.2 French-Belgian Working Group on the safety of nuclear installations

This working group is composed of the regulatory authorities of France and Belgium (respectively ASN and IRSN, and the FANC and Bel V). One or two meetings are held each year, alternately in Paris and in Brussels (the latter chaired by Bel V). The working group meetings cover a large range of topics on nuclear safety.

An online meeting was held on 7 April, in which the following topics were discussed:

- Regulatory aspects and projects
 - France
 - Revival of nuclear power with six new European pressurised reactors (EPR)
 - Periodic Safety Review of the 900 and 1300 MWe nuclear power plants
 - Start-up of the Flamanville EPR
 - Small modular reactors
 - Operation after 60 years
 - Stress corrosion cracking in several nuclear power plants
 - The French government's plan to bring ASN and IRSN closer together
 - Belgium
 - Status of the long-term operation of Doel 4 and Tihange 3



- Myrrha project and financing of SMR research by the Belgian government
 - Definitive shutdown of Doel 3 and Tihange 2 and results of the chemical system decontamination of Doel 3
 - Overview of events in nuclear facilities
 - Emergency exercises and post-accident management of nuclear accidents
 - Bel V / FANC – situation / review of the 2022 crisis exercises and outlook for 2023
 - Validation of the reviewed Terms of Reference of the French-Belgian working group on 'Installations nucléaires de base' (WG-INB)
- 3.2.3 Belgian-Swiss Working Group**
- This working group is composed of the regulatory authorities of Switzerland and Belgium (respectively ENSI, and the FANC and Bel V). One meeting is held each year, alternately in Brugg and in Brussels.
- In 2023, the meeting was held online, on 19 October. The following topics were discussed:
- Exchange of information
 - Situation of the nuclear facilities
 - Changes in the regulatory framework
 - Overview of recent events
 - Long-term operation
 - Back-fitting projects
 - Ageing
 - Impact on the regulator
 - Update on decommissioning projects
 - Dismantling Mühleberg – current situation – experience feedback
 - Definitive shutdown of Doel 3 and Tihange 2
 - Chemical system decontamination of Doel 3
 - Status of disposal projects in Belgium and Switzerland – update
 - Peer review missions
 - Integrated Regulatory Review Service (IRRS) Belgium – results

3.2.4 Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS – Netherlands)

This working group is composed of the regulatory authorities of the Netherlands and Belgium (respectively ANVS, and the FANC and Bel V). One meeting is held each year, alternately in The Hague and in Brussels.

In 2023, the meeting was held in Brussels on 26 October. The following topics were discussed:

- Recent developments in both countries
 - Regulatory developments
 - Safety situation of nuclear power plants and nuclear facilities
 - New organisational structure at ANVS
 - Current topics at ANVS and the FANC
- Inspections / exercises / communications: evaluation of last year and planning
 - Joint inspections
 - Crisis preparation and emergency plan exercises
 - Cross-border information in licensing procedures
 - Communication and exchange of information
- Peer reviews
 - IAEA missions: IRRS, ARTEMIS, IPPAS, OSART and INSARR
 - TPR-II (Topical Peer Review)

3.2.5 Deutsch-Belgische Nuklearkommission (DBNK)

The 2023 meeting, which was held on 10 May, was the seventh meeting of the German-Belgian Nuclear Commission (Deutsch-Belgische Nuklearkommission – DBNK) as provided for in the bilateral agreement concluded between Belgian Minister for Security and the Interior Jambon and German Minister of the Environment Dr Hendricks on 19 December 2016.

The following topics were discussed:

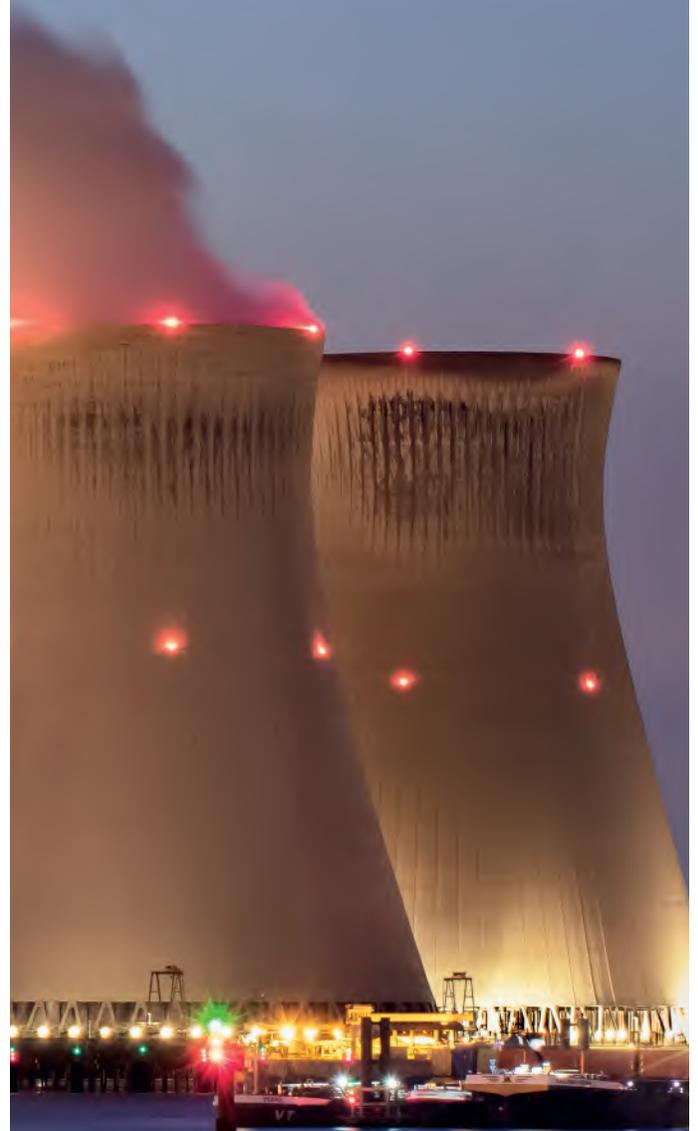
- General exchange of information regarding recent regulatory topics
 - Belgium
 - Overview of changes in the regulatory framework
 - Status of decommissioning
 - Current status of long-term operation in Belgium
 - IRRS mission to Belgium
 - Germany
 - Overview of organisational changes
 - Extended operation of German nuclear power plants
 - Next steps for the last three nuclear power plants
 - Update on decommissioning and dismantling
 - Maintaining competence and research
 - IAEA missions to Germany
 - Update on the selection of a disposal site

- Exchange of information on facilities (status, operational experience, current safety topics, projects and licensing)
 - Belgium
 - Events and operational experience
 - Projects, licensing...
 - North Rhine-Westphalia
 - Overview of organisational changes
 - Status report of the nuclear facilities in North Rhine-Westphalia
 - Rhineland-Palatinate
 - Overview of organisational changes
 - Status report of the nuclear facilities in Rhineland-Palatinate
 - Germany
 - General operational experience and information notices ('Weiterleitungsnachrichte' - WLN)



**Participation in
(inter)national
workshops and
conferences**

57



3.3 Collaboration with technical safety organisations

3.3.1 ETSO Conference 2023 on TSO challenges in a rapidly moving environment

Bel V hosted the 2023 conference of the European Technical Safety Organisations Network (ETSON). The conference was held on 11 and 12 October at Bel V's offices and welcomed around **50 participants** from different European technical safety organisations (TSO), as well as a representation on behalf of the Japanese technical safety organisation NRA.

Building on the 2022 conference organised by GRS, and following on from the IAEA conference held in February in Abu Dhabi and the ETSO Board's statement of 22 February on renewed interest and initiatives in nuclear energy, the 2023 conference **examined how** different decisions, orientations and evolving **contexts** might **impact** the strategies **TSOs** need to adopt to prepare themselves for and address the threats and challenges ahead.

The conference was kicked off by an **impulse speech** from OECD/NEA on 'Nuclear renaissance (with special focus on SMR): issues & challenges', followed by a round-table discussion and a Q&A session. The conference also included **four dedicated sessions** on 'Competence & expertise management and capacity-building', 'ETSON Common Safety Research project', 'Interaction & dialogue with stakeholders'

and 'Interaction & collaboration with international organisations and groups'. As is customary for the ETSO conferences, the first day ended with the **ETSON Award Science Slam** organised by the **ETSON Junior Staff Program**, followed by the award distribution ceremony. The first prize went to a young colleague from GRS for the topic 'Joint Modelling of VVER-1000/320 Containment Specifics for Simulating Pressure Build-Up: A COCOSYS Study'.

During the closing remarks, the following main **outcomes** of the 2023 conference were highlighted:

- the challenge regarding **attracting** (and especially retaining) **new talents**, and associated factors (e.g. education and training, funding and rapid development of technologies like AI);
- the **importance of data science and AI**, including the need to connect with the (non-nuclear) data science community;
- **ETSON's roles and initiatives** regarding the assessment and licensing of **small and advanced modular reactors (SMR and AMR)**, actually combining the two previous challenges. This also includes the need and the importance for ETSO to **interact**, communicate and collaborate with various **stakeholders** (R&D, academic, civil society, regulator networks...).



3.3.2 European Technical Safety Organisations Network (ETSON)

The European Technical Safety Organisations Network (ETSON), which was founded in 2006 (among others by Bel V), serves as a shared platform for its member organisations:

- to provide a suitable forum for voluntary exchanges on safety analyses and R&D in the field of nuclear safety by sharing experiences and exchanging technical and scientific opinions;
- to contribute to fostering the convergence of technical nuclear safety practices within the European Union and beyond;
- to further the planning of nuclear safety research programmes and facilitate their implementation;
- to facilitate the application of the European Nuclear Safety Directive;
- to work together in safety assessment and research projects funded separately and organised by the respective members in dedicated consortia.

From 2015 to October 2018, the then General Manager of Bel V was President of ETSON. Since October 2019, the present General Manager of Bel V is Vice-President of ETSON.



To pursue its objectives, ETSO established the **Technical Board on Reactor Safety (TBR)** and its supporting **Expert Groups**. Bel V representatives took an active part in these groups, where experts from member organisations exchange information and work together on **various topics** of nuclear safety assessment and research, ranging from generic aspects (e.g. safety concepts or emergency preparedness and response) to specific technical fields (e.g. safety fluid systems, mechanical and electrical systems or data science). A major output of the Expert Groups' activities are the so-called **Technical Safety Assessment Guides (TSAG)**, which are part of ETSO's publications (available at <http://www.etso.eu/publications>). In addition, workshops on specific technical and scientific issues are organised by individual member organisations on behalf of the network.

At the request of the ETSO Board, the TBRS and its Expert Groups are drafting a **technical report** on the challenges and opportunities for safety assessment of light water-cooled **small modular reactors** from the point of view of technical safety organisations. A first draft of this report was used to support presentations and discussions at the ETSO Conference 2023 mentioned in the previous section.

Bel V also takes an active part in the **ETSO Research Group (ERG)** and has chaired the ERG since 2018. For more information, please refer to Section 4.4.2.

A **Junior Staff Programme (JSP) Summer Workshop** on 'Small modular reactor technology' was held in Manchester (UK) in October. Bel V presented a general overview of the different types of small modular reactors and the associated designs. Bel V also chaired a dedicated session on modelling.

The exchanges and collaboration with the TSO peers during these activities allow Bel V's staff to strengthen their technical and scientific expertise and to consolidate the quality of their safety assessments and positions.

3.3.3 Collaboration with technical safety organisations on waste management

Bel V collaborates closely with other technical safety organisations, among others within the **SITEX.Network** association (mainly aimed at strengthening TSO expertise in the field of radioactive waste management and currently chaired by Bel V) and through its active involvement in the **European Joint Programme on Radioactive Waste Management (EURAD)** (focusing on R&D, strategic studies and knowledge management-related activities). The first implementation phase of EURAD started in 2019 and is scheduled to be completed in 2024. In 2023, Bel V contributed to the submission of a proposal for a second implementation phase, which should start in 2024.

Finally, Bel V is also involved in the **TENOR** partnership led by IRSN, aimed at fostering TSO collaboration in its experimental underground research laboratory at Tournemire (France).



3.4 International assistance projects

As part of a consortium, Bel V offers its technical support services to safety authorities in a number of Western countries, including the Netherlands (ANVS), France (ASN), Norway (DSA) and the UK (ONR). The most significant activities in 2023 are described here.

3.4.1 Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS)

Bel V, as leading entity of a consortium with IRSN and Bureau Veritas, supports the Dutch safety authority ANVS as a technical safety organisation. A contract for at least five years was signed, starting at the beginning of 2022.

The contract consists of three lots:

- Lot 1 – Assessments
- Lot 2 – Inspections
- Lot 3 – Information gathering and advice for new developments

Bel V contributed among others to the following activities that were completed in 2023:



Lot 1

- P1-2022-002 – Safety and security culture
- P1-2022-004 – Overview of the regulatory supervision of waste management by IRSN and Bel V
- P1-2022-006 – Qualification of operators
- P1-2022-007 – Review of the planning for the construction of a new installation related to HOF matters
- P1-2022-011 – Assessment 'explosie veiligheidsdocument' and inspection
- P1-2022-012 – Knowledge transfer from ANVS and COVRA to CSN about HABOG
- P1-2022-013 – Ageing management programme
- P1-2022-016 – Regulatory framework for decommissioning
- P1-2022-017 – Assessment 'wijzigingsvoorstel vernieuwing regelementen EPZ'
- P1-2023-005 – Feedback from Bel V and IRSN on operational experience feedback
- P1-2023-006 – EPZ – 'jaarrapport vermoeding'

Lot 2

- P2-2022-004 – Aiding regulatory oversight and enforcement during the construction of PALLAS
- P2-2023-004 – Knowledge exchange – tactical level

Lot 3

- P3-2022-001 – Research on SMR
- P3-2022-002 – Research on ATF
- P3-2022-003 – Research on Gen IV reactors
- P3-2022-004 – Theme-oriented knowledge exchange – 'Plan van Aanpak'
- P3-2022-005 – Lecture on nuclear safety
- P3-2022-006 – Exchange about methodology safety culture within regulatory body
- P3-2023-001 – Seclore platform for sharing and protecting data within the consortium
- P3-2023-004 – State-of-the-art radioactive discharge monitoring at storage facilities

3.4.2 Autorité de sûreté nucléaire (ASN)

Bel V was selected to assist the French safety authority ASN for the project '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'. Bel V was awarded **four subcontracting tenders** (one at the end of 2021, two in 2022 and one in 2023). The third of those subcontracts was completed in February 2023, and the fourth in December 2023.

3.4.3 Assistance projects of the European Commission

The objective of the European Instrument for International Nuclear Safety Cooperation (INSC) is to support the promotion of a high level of nuclear safety, radiation protection, the safe management of spent nuclear fuel and radioactive waste, and the application of effective and efficient safeguards of nuclear materials in third countries.

This is achieved by **cooperating** with key stakeholders and in particular **with the nuclear regulatory authorities** in charge, with the aim of **transferring EU expertise**.

The nuclear safety programme is implemented through projects that are contracted after international calls for tenders in restricted and negotiated procedures managed by the European Commission based on specific technical expertise.

For Bel V, it is a clear opportunity to share and apply its experience and practices at the international level.



Ukraine

In 2023, Bel V was involved in two INSC projects to **support the regulator (SNRIU) and its technical safety organisation (SSTC-NRS)**.

The INSC project in which Bel V participated was reoriented following the Russian invasion of Ukraine. In this reoriented project, Bel V (as task leader) was accompanied by IRSN in working on a task aimed at supporting the Ukrainian authorities in their **authorisation process for medical facilities** using radiation sources and at comparing these practices with the Belgian and French practices in particular, and European practices in general. This project was ended in May 2023.

In September, a new 42-month project started, in which Bel V participates in a task related to ageing and fire safety in Ukrainian nuclear power plants.

Serbia

Bel V is engaged in a three-year project, in a consortium led by ENCO. The beneficiaries are the **Serbian safety authority SRBATOM** and PCNFS, the operator of the Vinča site, which houses radioactive material storage and former nuclear facilities of the Vinča Institute of Nuclear Sciences (VINS).

Bel V contributed in supporting SRBATOM in the **transposition of EU acquis** in the field of **radiation protection and nuclear safety** into Serbian national legislation.

The 36-month project will end in May 2024.

Nigeria

A new 24-month project to support the **Nigerian Nuclear Regulatory Authority (NNRA)** started in September 2023.

Bel V is involved (as project manager) in **supporting human resources management** within the NNRA, with the aim of improving resource development and the training plan for nuclear safety regulation and of moving closer to European best practices.

4. Expertise management

CE CHAPITRE EST UNIQUEMENT DISPONIBLE EN ANGLAIS.





Reports of national
events analysed
and documented

50

4.1 Domestic experience feedback

Bel V performs a systematic screening of events at all Belgian nuclear facilities, as well as an in-depth analysis of a number of events with emphasis on root causes, corrective actions and lessons learned. In 2023, about 70 events were registered into the domestic experience feedback database.

For a number of events, a more detailed event analysis was performed with the aim of identifying lessons learned which are potentially applicable to a wider range of nuclear facilities. In 2023, these analyses resulted in the publication of one IRS report (IRS 9178) regarding the significant loss of material on bodies of bypass valves of the main feedwater system due to flow-induced erosion at Tihange 1.

2023 was marked by several events in particular, which were analysed in depth by Bel V and for which appropriate analysis, regulatory inspection and follow-up of corrective actions were carried out.

From these events, some lessons learned were identified, among others for the following topics:

- correct application of human performance tools;
- importance of carrying out cross-checks;
- proper communication within the organisation during the lockout-tagout process;
- clear and complete operation-related procedures;
- adaptation of the work when events do not go to plan;
- for a unit in definitive shutdown, upholding, in the teams in question, the quality of the monitoring of parameters and of the identification of the risks inherent in their activities, particularly the risks associated with lineage due to the absence of fuel in the reactor building;
- need of rigorous and formalised monitoring of waste packages in the storage areas;
- appropriate knowledge of the operation of regulators and their requalification when testing/replacing;
- importance of adhering to the work schedule.

4.2 Foreign operating experience feedback

In addition to screening domestic events, Bel V also performs a screening of events at foreign nuclear facilities as well as potential generic issues that are safety-significant, require technical resolution by licensees or require generic communication to the licensees.

In this context, the analysis by Bel V of selected events may result in formal Operating Experience Examination Request Letters (OEERL) or Operating Experience Information Letters (OEIL) or requests to provide clarification on the extent to which the operating experience was taken into consideration by licensees, or in the conduct of specific inspections.

The licensee of the Belgian nuclear power plants was invited to provide answers to specific questions after analysis of the following reports:

- IRS 9126 – 03/03/2023 – Anomalies in programmable multi-functional protection relays (universal protection relays) – closed after a satisfactory answer from the licensee;
- Counterfeit, Fraudulent and Suspect Items (CFSI): feedback from IAEA training on IRS for national coordinators (23-26/10/2023) + IRS 9194 and IRS 9203 – Bel V will monitor the topic of CFSI through a dedicated inspection program – closed;
- IRS 9198 – 30/11/2023 – Non-compliance with technical specifications due to incorrect procedural guidance for radiation monitors – IAEA Event Review Group requested a feedback about possible measures taken with regard to this event – Bel V is analysing the report and plans to send an answer;
- IRS 9100 – 30/11/2023 – Unintentional manual shutdown of detector surfaces of whole body contamination monitors – closed after a satisfactory answer from the licensee.

Based on the exchanges mentioned below, a further follow-up was performed for:

- IRS 8725 – 10/11/2018 – Inadequate emergency operating procedure guidance for asymmetric natural circulation cooldown – The licensee provided a complete answer about the work performed – Bel V is analysing the answer;
- OEF ASN – SCC France 28/01/2022 – Stress corrosion cracking (SCC) in pipes of the Emergency Core Cooling System – A task force has been set up within ENGIE Electrabel to examine the issue. Based on the information gathered, no significant risk of SCC has been identified so far. Additional inspections during 2022 and 2023 outages did not reveal any SCC – Bel V continues to closely monitor this topic;
- REVE PORC – 01/07/2022 to 26/10/2022 – Tihange 1 – IAEA IRS report 9178 was released: 'Significant loss of material on bodies of bypass valves of the main feedwater system' – closed;
- Japan Steel Works, CFSI – 22/12/2022 – Several cases of 'misconduct' in the quality inspections of products, data falsification and counterfeits at the Murooran plant (JSW M&E Inc branch) – closed after a satisfactory answer from the licensee.



**Reports of
international
events analysed
and documented**

103

4.3 Knowledge management

For several reasons (one of them being that over the next few years several experienced Bel V staff members will retire), Bel V is attaching great importance to knowledge management. Various tools are used to generate, capture, transfer, use and store knowledge.

The Technical Responsibility Centres (TRC) continue to play a key role in knowledge management within Bel V. There are about 20 Technical Responsibility Centres, acting as 'centres of competence' for all important fields of expertise of Bel V. Whenever needed to keep up with developments in nuclear issues, new Technical Responsibility Centres are set up (the latest examples concern decommissioning or security). Moreover, TRC management and operation are fully embedded in Bel V's Quality System.

In 2023, several new engineers were recruited. This requires considerable efforts on the part of the more experienced engineers to ensure an adequate transfer of knowledge. A coach is assigned to every newly recruited person, to facilitate their integration. This knowledge transfer approach is combined with, among other things, on-the-job training and cross-functional activities. The recruitment of a high number of new people also requires customised training (see Section 4.5).

Mention should also be made of Bel V's focus on knowledge transfer from retiring experts to younger staff. A Knowledge Transfer Form is used for this purpose. In addition, we also use a Knowledge Critical Grid, which aims to identify and reduce the risk of knowledge loss. Other knowledge transfer tools (such as the Knowledge Books) have been developed.

Knowledge management is also closely linked to the R&D programme aimed at generating new skills, better ideas or more efficient processes (see Section 4.4).

The continuous implementation of the Bel V adapted Electronic Documentation Management software (KOLIBRI, based on Hummingbird DM) is an important tool for efficient retrieval of information, good knowledge sharing and easier integration of new members of staff. To this end, a specific committee known as the DOCumentation USers group (DOCUS) focuses on user needs analysis and on improvements. In 2020, Bel V also reinforced its capacity to retrieve documents by acquiring and implementing a more powerful search tool.

4.4 Research and development

4.4.1 Introduction

Research and development (R&D) activities are fundamental for the development of independent and informed safety positions. Continuous efforts are made to develop, enhance and consolidate the expertise of Bel V's technical team in relevant technical domains of nuclear safety, radiation protection and security. In addition, R&D activities performed or supported by Bel V are becoming increasingly important in supporting the business development strategy. In the following sections, you will find an overview of the main results of R&D activities carried out in 2023.

The total effort in R&D activities in 2023 amounted to 8,776 hours, which represent 7.4% of the total working time of Bel V's technical staff.

In accordance with the R&D strategy, the following actions were taken:

- Bel V participated actively in the OECD/NEA ETHARINUS, ATLAS3, FIRE, HEAF2, FAIR, ROSAU and THEMIS projects.
- Bel V participated actively in the EURATOM projects MUSA, ASSAS, HARPERS, HARMONISE and R2CA, as well as in the management and various activities of the European Joint Programme on Radioactive Waste Management (EURAD).
- Bel V joined the EU consortium aimed at proposing an EU/H2027 EASI_SMR project related to the safety and design of light water small modular reactors.
- Bel V hosted the ETSON conference, during which a number of R&D topics and cooperation issues were addressed.

A number of presentations were given at various conferences and many papers were published in international journals.

In addition, Bel V continued its collaboration with a number of European organisations in the context of different consortiums for joint projects. Interaction with IRSN, universities and research institutes also continued.



4.4.2 R&D on nuclear installation safety

Thermal hydraulic phenomena

Most of the thermal-hydraulic R&D activities scheduled in 2023 were carried out successfully. Firstly, these activities concerned the OECD/NEA ETHARINUS project, in which accidental scenarios are experimentally investigated in PKL and PACTEL test facilities. A Bel V proposal to carry out an experimental test related to the impact of a delayed main coolant pump trip during a small break loss of coolant accident (SBLOCA) on the peak cladding temperature was scheduled in 2023. Secondly, Bel V participated also in the OECD/NEA ATLAS3 project related to experiments performed in the ATLAS/CUBE test facilities. In 2023, the joint ATLAS3/ETHARINUS analytical workshop was held and a Bel V member was designated to the organising committee. Bel V presented the CATHARE code predictions of the ETHARINUS experiment J6.1 related to the impact of a pump trip on the cladding temperature during a small break loss of coolant accident.

Within the framework of the H2020/R2CA European project, the CATHARE radioactivity transport model was used to assess the radioactivity release to the environment under Design Basis and Design Extended SGTR accident scenarios. The CATHARE calculation results were documented in dedicated project deliverables. Two additional deliverables were achieved by Bel V: a synthesis about the use of the CATHARE radioelement transport model and its impact on the prediction of radioactivity release, and a general synthesis of the work done for the project.

Bel V continued its participation in the OECD/NEA WGFS/WGAMA working group related to drafting a technical report about 'Technical Bases and Guidance

for Analyses of Design Extension Condition without Significant Fuel Degradation (DEC-A)'. Within this working group, Bel V has the lead for the drafting of Chapter 3 of the report.

Bel V participated in the ICAPP 2023 conference in Korea with two presentations and two related papers. At this conference, the participating member of Bel V chaired one technical session.

Bel V participated in the IAEA Technical Meeting on Reliability Assessment of Passive Heat Removal Systems Used in Advanced Reactor Designs. At this conference, Bel V presented the R&D activity related to the code capabilities in performing assessments of passive systems. A related paper was also submitted and accepted for publication in a dedicated IAEA TECDOC.

In 2023, a number of international papers and deliverables as well as internal reports were also produced.

Mechanical safety

Bel V actively participated in the In-Vessel Melt Retention (IVMR) working group of the OECD, attended several of its meetings, and was the main contributor of Chapter 2 of the report, related to the application of the Finite Elements Methods on the study of IVMR.

A first section of this chapter discusses a number of important aspects to be considered in the analysis of IVMR applied to large nuclear power plants. A second section identifies the main parameters to consider in the numerical analysis. A third section discusses the importance of performing parametrical studies, and the need to determine the safety margins. Finally, a fourth section provides conclusions as well as a number of recommendations when deciding to investigate IVMR.

In 2023, Bel V was also involved in the Leak Before Break working group of the OECD, attending several progress meetings. In preparation of its participation, Bel V performed several test cases with the ABAQUS code. However, at the end of the year, Bel V scaled back its involvement in the working group given the current priorities for the licensing aspects related mainly to long-term operation.

Finally, Bel V participated in the ORIENT-NM progress meetings to remain informed about the activities that will be carried out in the context of this project.

Fuel and neutronics aspects

The Halden activities are continuing, albeit with some delay. In 2023, a Halden Program Group (HPG) meeting was held in Prague. An Enlarged Halden Program Group meeting is scheduled in Loën in May 2024 to officially close the project. A Belgian invited paper (SCK CEN, Tractebel Engineering, and Bel V) has been drafted to be presented at this Enlarged HPG meeting.

Fire protection

Bel V continued its involvement in the OECD/NEA projects that address topics related to fire issues. In this context, Bel V participated actively in several PRG/MB annual meetings within the framework of the OECD/NEA:

- Fire risk Assessment through Innovative Research (FAIR) project: an Analytical Working Group (AWG), Program Review Group (PRG) and Management Board (MB) were set up during the meetings held at IRSN, and further activities will start in 2024.
- FIRE Database project: Bel V contributed to inputting past events in the database, which has been released with 602 fire events.

- HEAF2 project: the experimental programme was finalised and the final work meeting was held at the US NRC premises. In 2024, the activities will be limited to finalising the project's final report.

Probabilistic Safety Assessment (PSA)

In 2023, Bel V's R&D activities related to PSA issues were limited to participation in international meetings and events such as:

- 25th meeting on probabilistic safety assessment event analysis hosted by US NRC;
- 24th WGRISK meeting hosted by the OECD;
- plenary meeting of the METIS project;
- PSA conference in Knoxville (US);
- workshop on combination of external hazards in Paris (at the IRSN premises);
- technical meeting on PSA in relation to external events and their combinations at IAEA;
- METIS workshop on site-specific seismic hazard assessment in Bergamo (Italy).

Severe accidents

The efforts in developing and improving severe accident expertise and simulation capabilities with the MELCOR code at Bel V continued in 2023, aimed at strengthening Bel V's capabilities for independent severe accident safety assessment of the Belgian nuclear facilities, as well as increasing international visibility and experience. In 2023, significant progress was made on the severe accident simulations, with a focus on uncertainty quantification within the H2020 MUSA project. Bel V used its MELCOR input deck for a generic three-loop pressurised water reactor in order to perform, for the first time, the full plant uncertainty quantification, focused on uncertain parameters associated with fission product release and transport. Statistical analysis of the obtained results was performed, including the analysis of correlation between figures of merits and uncertain parameters.

The knowledge gained from the use of MELCOR, as well as the results of its calculations, is fundamental in support of the evaluations of the licensees' studies.

The Cooperative Severe Accident Research Program (CSARP) agreement between the US Nuclear Regulatory Commission and Bel V was renewed in 2023 and continued to support the development of Bel V expertise. Bel V contributed to the CSARP meeting held in 2023, and also participated in the MELCOR Code Assessment Program (MCAP) meeting and the 14th European MELCOR User Group (EMUG) meeting. This provided valuable support to Bel V's severe accident modelling activities, including information on the capabilities of the MELCOR and SNAP codes.

Bel V continued its involvement in the H2020/MUSA, H2020/R2CA and Horizon Europe ASSAS projects funded by the European Commission, as well as the OECD/NEA ROSAU and THEMIS joint projects. Following the completion of the H2020/MUSA project in 2023, Bel V joined another consortium for the follow-up of this project, called INNOMUSA.

Finally, Bel V also joined the End User Group of the H2020 AMHYCO project and participated in its first open workshop.



Concrete ageing

Within the framework of the ODOBA project, the following activities were carried out:

- The last 'ODOBA natural ageing test report' regarding the natural ageing of ODOBA full-size concrete blocks affected by delayed ettringite formation was received. This report mentions that UA1 (dedicated to the investigation of one of the concretes used in the Belgian surface waste disposal facility) concrete containing calcareous filler behaves normally at early age and natural ageing.
- Participation in the 8th ODOBA Technical Group (OTG) meeting in Tournemire (France), which provided a global overview of the status of the DEF and ASR experiments performed on the ODE platform (Cadarache) on different concrete blocks with dimensions from 2 to 4 m³ under natural or accelerated ageing. The presentations at the meeting allowed Bel V to get an update on the progress of the experiments and the latest outcomes.

In 2023, Bel V participated in the third ACES End User Group meeting.

ETSON Collaboration and Expert Groups

In 2023, Bel V continued its activities for and contributions to the Technical Board on Reactor Safety (TBRS) and related ETSON Expert Groups, aimed at sharing views and experiences with colleagues from other technical safety organisations. The following activities and achievements can be highlighted:

- preparation of and active participation in the second edition of the ETSON conference hosted by Bel V in October, including preparing and actively participating in the ETSON Award contest organised by the ETSON Junior Staff Programme. The conference welcomed about 50 participants from different European technical safety organisations, as well as representatives of the Japanese technical safety organisation NRA;
- together with the other ETSON members, organisation of the 2023 ETSON conference, which – building on the 2022 ETSON conference organised by GRS, as well as the IAEA conference held in February

in Abu Dhabi and the ETSON Board's statement on renewed interest and initiatives in nuclear energy – examined how different decisions, orientations and evolving contexts might impact the strategies TSOs need to adopt to prepare themselves for and address the threats and challenges ahead. The following main outcomes were identified:

- the challenge regarding attracting (and especially retaining) new talents, and associated factors (education and training, funding and rapid development of technologies like AI);
 - the importance of data science and AI, including the need to connect with the (non-nuclear) data science community;
 - ETSON's roles and initiatives regarding the assessment and licensing of light water small modular reactors and later on advanced modular reactors as well, actually combining the two previous outcomes/challenges. This includes the need and the importance for ETSON to interact, communicate and collaborate with various communities (academic, civil society, regulator networks...).
- further contributing to the development of the TBRS report on challenges and opportunities for the licensing process and safety assessment of small modular reactors;
 - continuation of Bel V's contribution to ETSON News;
 - active participation in the TBRS meetings and contribution to the implementation of the TBRS work plan 2020-2025 through active involvement in the dedicated Expert Groups and their outcomes and activities (development of Technical Safety Assessment Guides, workshops, and other publications).

MYRRHA

In 2023, Bel V mainly investigated the possibility of using the TRACE code to simulate transients, both in MYRRHA and in relevant test facilities (e.g. E-SCAPE and COMLOT), while a number of tests were performed to assess the possibility of using the CATHARE code to simulate those transients.

4.4.3 R&D on waste and decommissioning

Near-surface disposal of category A waste

The R&D activities in this context mainly concerned the following:

- With respect to the 'bergbaarheid' aspect, Bel V participated in the events performed within the framework of EURAD, e.g. the EURAD course on uncertainty management (UMAN) (for which Bel V delivered a presentation) and the UMAN workshop dedicated to the management options and preferences of different actors regarding near-field uncertainties.
- With respect to the impact of cellulose on sorption in cementitious materials issue, Bel V participated in the third annual EURAD event, where the latest results of the ongoing experiments in CORI were presented.

Geological disposal of category B&C waste

The R&D activities related to EURAD were carried out mainly to execute the Bel V contractual issues. This included leading a task related to the UMAN project, as well as contributing to the ACED project. Contributions to the strategic development within the framework of EURAD and SITEX.Network were also planned. In 2023, the following activities were carried out:

- Bel V followed up the ACED project. The first results of the BACUCE experiment (evolution of a concrete/metal interface at 80°C), in which Bel V participates with IRSN, were obtained and discussed among the

partners. The interpretation of these results is in progress.

- Bel V organised two UMAN events at its premises: a course on uncertainty management in waste management activities in Bel V, and a seminar on near-field uncertainty management.
- Bel V played a key role in EURAD's strategic development by coordinating (as Chair of the EURAD Bureau) the final steps of the update process for the EURAD Strategic Research Agenda. As Chair of SITEX.Network, Bel V also played a key role in coordinating TSO input into strategic EURAD decisions and the preparation of EURAD-2.
- Within the framework of the SITEX.Network activities, Bel V contributed in the development, together with IRSN, of a benchmark activity regarding modelling tools for radionuclide transport, including the IRSN code MELODIE and the Bel V code based on OPENFOAM. The benchmark preparation was finalised, presented to the SITEX.Network partners, and included in the SITEX.Network programme of activities for 2024.

In 2023, several international papers and deliverables as well as internal reports were produced.

Decommissioning and clearance

In 2020, Bel V acquired a gamma spectrometer (AEGIS) to perform non-destructive analyses and strengthen Bel V's clearance oversight by performing additional independent non-destructive measurements. To prepare for the operational deployment of these controls with the AEGIS, the following activities were carried out:

Percentage of total working time dedicated to R&D

| Q1 | Q2 | Q3 | Q4 |
|-------|-------|-------|-----|
| 3.68% | 4.85% | 4.75% | 16% |

- A measurement campaign was organised at Tihange to compare the characterisation of radioactive material by the licensee with a characterisation performed by Bel V with AEGIS.
- A guideline for clearance inspections possibly using the AEGIS was drafted.
- Bel V participated with its AEGIS in an inter-comparison exercise of radioactive sample characterisation by class I facilities.
- At the end of 2023, the objectives of the R&D programme devoted to the use of the AEGIS were achieved and Bel V initiated the roll-out of its inspection programme with the AEGIS.
- With regard to the EU HARPERS project, aimed at harmonising practices, regulations and standards in waste management and decommissioning, Bel V's contribution concerned the following two phases:
 - Bel V participated in two online workshops for phase 1, devoted to addressing the main conditions and opportunities for promoting circular economy approaches when managing materials and waste arising from nuclear decommissioning across Europe.
 - For phase 2, Bel V, together with UJV and ENEA, developed a questionnaire related to the criteria used by the EU Member States for recovering materials from nuclear installations that are being decommissioned and that meet the conditions for being reused or recycled. The goal is to identify regulatory discrepancies and differences in practices between the EU Member States in order to assess the benefits of better aligning regulations and practices and thus optimising the use of resources in the context of circular economy.

4.4.4 R&D on cross-cutting issues

Safety culture assessment

A technology / regulatory monitoring has been set up to maintain and improve processes related to the integration of the safety culture within the oversight practices, staff behaviour and the management system. On that basis, Bel V tried to share its developments through a number of publications in scientific journals. In this context, a paper entitled 'Responsive Regulation, Trust and Intrinsic Motivation within the Nuclear Industry: Impacts of a Safety Culture Tool' was drafted and submitted for publication to the Regulator-Regulate Relationship in High-Hazard Industry Sectors.

Cybersecurity

2023 saw the important start of the development of a laboratory for industrial network based on a hybrid environment (virtual and physical). Most testing environments are entirely modelled and require simulating the physical conditions. Such simulations are computing-intensive with results sometimes far from real constraints. For this reason, Bel V started building a hybrid environment integrating simulated and real industrial components.

The first internship in cybersecurity took place, providing initial positive results by allowing the manipulation of Modbus frames bypassing physical security into a simplified environment containing two programmable logic controllers (PLC). The collaboration between the CYBERUS authorities, the Université Libre de Bruxelles (ULB) and Bel V is strengthening, and it was proposed to duplicate the environment at the ULB to continue progressing on the research subjects even when there are no internships. The collaboration should continue in 2024 because the master thesis is scheduled to be completed in 2024. The purpose of the activity is to increase the number of PLCs, to use the new protocol prototype and to create human-machine interfaces (HMI) in order to simplify the simulated process control.



Small modular reactors

The R&D activities in this context mainly concerned the following:

- development of a working document related to the applicability of the Belgian regulatory framework for SMRs;
- presentation for the ETSON JSP summer workshop in Manchester about the technology and issues related to SMRs;
- development and presentation of a Bel V internal training session on SMRs;

- participation in a number of international events and working groups such as NEA-OECD EGSMR, ETSON EG, TANDEM SMRs and the WENRA Reactor Harmonization Working Group (RHWG).

Fusion safety and licensing

With regard to the EU HARMONISE project, aimed at harmonising the licensing of future nuclear power technologies in Europe, Bel V performed a review of the use of risk insights (RI) and the application of performance-based (PB) requirements in the regulatory processes in order to license nuclear installations and oversee their operation, maintenance, and equipment configuration changes. The work was completed on the deliverable for Sub-Task 3.1 as envisaged in the project work programme:

- analysis of EU experience in the use of risk insights in the regulatory framework for nuclear reactors,
- analysis of EU experience in the use of performance-based activities in the regulatory framework for nuclear reactors.

A draft report was completed and sent for review to the relevant HARMONISE project participants.

Accelerator-driven systems

In 2023, Bel V participated in the 2023 MIRDEC Group meeting (Decommissioning Small Medical, Industrial and Research Facilities) held in Copenhagen. A chapter of the MIRDEC programme on the regulatory framework is currently being drafted by the project partners.

4.4.5 R&D collaboration

2023 saw the continuation of a number of R&D collaborations with Belgian universities and research institutes as well as other organisations within the framework of ETSON and the OECD/NEA and European Commission projects. Some of these collaborations ended in 2023, such as the EURATOM R2CA project.

R&D collaboration with Belgian universities

Ghent University

Bel V continued its supervision of a PhD research at Ghent University about improving the modelling of transient effects of fires in confined and mechanically ventilated enclosures. The research funded by Bel V at Ghent University ended in 2022. The research work will be defended in 2024.

Université catholique de Louvain (UCL)

Bel V continued its collaboration with the UCL by proposing research subjects for PhD and/or Bachelor students. The subjects mainly concern issues related to cooling aspects under accidental conditions in the spent fuel storage pools.

Université Libre de Bruxelles (ULB)

The first internship in cybersecurity took place without any issues and the collaboration between the CYBERUS authorities, the ULB and Bel V is intensifying. This collaboration will continue in 2024.

R&D collaboration with other technical safety organisations, research entities and regulatory bodies

Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)

Bel V collaborates with the French technical safety organisation IRSN within the framework of the ODOBA project aimed at performing experiments on concrete ageing and degradation mechanisms conducted by IRSN in Cadarache (France). The aim is to develop a predictive tool to estimate the durability of reactor containment buildings of nuclear power plants or waste repository facilities.

European Technical Safety Organizations Network (ETSON)

As in previous years, Bel V continued its activities in the Technical Board on Reactor Safety (TBRS) and related ETSON Expert Groups (EG), aimed at sharing views and experiences with colleagues from other technical safety organisations.

Sustainable Nuclear Energy Technology Platform (SNETP)

Bel V collaborates with other R&D actors of the European nuclear community through its membership of the Sustainable Nuclear Energy Technology Platform (SNETP) and NUGENIA (which is now embedded in SNETP). The purpose of NUGENIA is to advance the safe, reliable and efficient operation of nuclear power plants by facilitating collaboration among its members for applied R&D of the nuclear community.

SITEX.Network

Bel V is actively involved in the activities and management of SITEX.Network (Sustainable network for Independent Technical Expertise of radioactive waste disposal). The purpose of SITEX.Network is to enhance and foster cooperation at the international level in order to achieve a high-quality expertise function in the field of safety of radioactive waste management.

SCK CEN

Bel V continued its collaboration with SCK CEN within the framework of the MYRRHA project. This relates to the simulation of experiments performed in the SCK CEN test facilities (e.g. E-SCAPE and COMLOT) using RELAP3D and CATHARE code.

OECD/NEA working groups

Bel V participated in a number of OECD/NEA working groups such as:

- the WGFS/WGAMA working group aimed at drafting a technical report about 'Technical Bases and Guidance for Analyses of Design Extension Condition without Significant Fuel Degradation (DEC-A)'. In this working group, Bel V contributes to drafting several chapters of the report;
- the WGAMA working group related to In-Vessel Melt Retention (IVMR), for which Bel V is a task leader member;
- the WGIAGE working group related to Leak Before Break (LBB);
- the WGRISK working group on risk assessment and PSA for singular reactors;
- the EGSMR Expert Group on small modular reactors.

OECD/NEA joint projects

In 2023, Bel V participated in the following OECD/NEA projects:

- 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).

European Commission projects

In 2023, Bel V participated in the following EC/H2020 projects:

- Reduction of Radiological Consequences of DBA and DEC-A (R2CA);
- Management and Uncertainties of Severe Accidents (MUSA);
- EURAD projects:
 - Uncertainty Management Multi-Actor Network (MAN) (Bel V acts as Lead of this project);
 - 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).

- Towards Harmonisation in Licensing of Future Nuclear Power Plant Technologies in Europe (HARMONISE);
- Harmonized Practices, Regulations and Standards (HARPERS);
- Artificial intelligence for the Simulation of Severe AccidentS (ASSAS).

Bel V continued its participation in the Advisory Board, the End User Group or the Support Group of the following H2020 projects co-funded by the European Commission:

- Methods and Tools Innovation for Seismic safety assessment (METIS);
- Organisation of the European Research Community on Nuclear Materials (ORIENT-NM);
- Investigating the possible severe accidents associated with small modular reactors (SASPAM-SA);
- LD-SAFE related to decommissioning and dismantling with a laser cutting solution;
- AMHYCO related to hydrogen combustion, safety and recombination, from a micro-scale level to a plant containment level;
- Towards Improved Assessment of Safety Performance for Long-Term Operation of Nuclear Civil Engineering Structures (ACES).

R&D deliverables

9
papers

3
abstracts

11
reports

25
presentations

4.5 Training

A structured training approach has been adopted on the basis of the Systematic Approach to Training (SAT) of the International Atomic Energy Agency (IAEA). Training programmes are developed for all staff members, and in particular for new hires, on the basis of the job descriptions and the relevant competencies needed. In this respect, Bel V has implemented the IAEA SARCoN model in order to properly assess the competence level of new members of staff and therefore to fine-tune our competence needs analysis. In this regard, Bel V plays a leading role in the field of competence management, regularly providing support to other regulatory bodies through IAEA channels.

The training programmes are implemented using different methods, depending on the availability of training materials and the adequacy of external courses: self-study, internal training sessions, external courses or on-the-job training.

A key element of the initial training of new members of staff is the programme of internal training sessions conducted by the Technical Training Manager with the help of experienced experts (mainly from Bel V) as lecturers. This programme comprises 35 training modules: 6 sessions took place in 2020, 7 in 2021, 7 in 2022 and 10 in 2023:

- Q2-INST-1 Class I installations (nuclear power plants);
- Q2-INST-2 Class I installations other than nuclear power plants;
- Q1-REG-1 Belgian legal and regulatory framework: evolution of rules (Art. 11 / 12 ARBIS/RGPRI);
- Q1-REG-4 Quality management system;
- Q2-NS-1 Basic safety concepts;
- Q2-NS-2 Deterministic safety analysis;
- Q2-RP-1 Radiation protection basics (Art. 25);
- Q3-RB-8 Decommissioning and dismantling
- Q4-FUND-1 Bel V fundamentals;
- Q1-REG-1 Belgian legal and regulatory framework: libération-vrijgave.

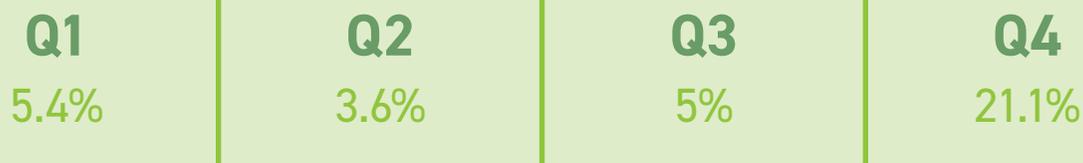
In addition, Bel V organises so-called 'Internal Technical Sessions' aimed at disseminating the R&D results to the Technical Responsibility Centres. In 2023, 4 Internal Technical Sessions were held.

Non-technical training is offered on an as needed basis (languages, IT, soft skills, leadership, etc.).

Also worth mentioning is the participation of Bel V members of staff in numerous specialised or refresher training activities, and in several working groups, seminars and conferences at the international level.

In total, approximately 50 training activities took place in 2023. Overall, the time dedicated to training represents approximately 85 hours per individual (member of technical staff) per year.

Percentage of total working time dedicated to staff training



5. Bilan financier



Bilan au 31 décembre 2023

(montants en 1 000 €)

| | 2023 | | 2022 | |
|--|-------|---------------|-------|---------------|
| ACTIFS | | 18 508 | | 17 159 |
| | | | | |
| ACTIFS IMMOBILISÉS | | 3 985 | | 4 126 |
| II. Immobilisations incorporelles | | 13 | | 15 |
| III. Immobilisations corporelles | | 3 970 | | 4 109 |
| A. Terrains et constructions | 3 495 | | 3 657 | |
| B. Installations, machines et outillage | 352 | | 360 | |
| C. Mobilier et matériel roulant | 80 | | 92 | |
| F. Immobilisations en cours et acomptes versés | 43 | | 0 | |
| IV. Immobilisations financières | | 2 | | 2 |
| | | | | |
| ACTIFS CIRCULANTS | | 14 523 | | 13 033 |
| VII. Créances à un an au plus | | 4 050 | | 4 028 |
| A. Créances commerciales | 3 994 | | 3 884 | |
| B. Autres créances | 56 | | 144 | |
| IX. Valeurs disponibles | | 10 282 | | 8 847 |
| X. Comptes de régularisation | | 191 | | 158 |

| | 2023 | | 2022 | |
|--|-------|---------------|-------|---------------|
| PASSIFS | | 18 508 | | 17 159 |
| | | | | |
| CAPITAUX PROPRES | | 15 596 | | 13 769 |
| I. Fonds de l'association | 4 732 | | 4 732 | |
| IV. Réserves | 2 868 | | 2 868 | |
| V. Résultat reporté | 7 996 | | 6 169 | |
| | | | | |
| DETTES | | 2 912 | | 3 390 |
| VII. Dettes à plus d'un an | | | | |
| IX. Dettes à un an au plus | | 2 912 | | 3 386 |
| A. Dettes échéant dans l'année | | | | |
| B. Dettes commerciales | 366 | | 680 | |
| D. Acomptes reçus sur commande | 283 | | 483 | |
| E. Dettes fiscales | 2 263 | | 2 223 | |
| F. Other amounts payable | | | | |
| X. Deferred charges and accrued income | | 0 | | 4 |

Comptes de pertes et profits au 31 décembre 2023

(montants en 1 000 €)

| | 2023 | 2022 |
|---|---------------|---------------|
| Chiffre d'affaires | 15 866 | 13 676 |
| Autres produits d'exploitation | 280 | 264 |
| Total produits d'exploitation | 16 146 | 13 940 |
| Services et biens divers | 2 135 | 2 109 |
| Rémunérations et charges sociales | 11 848 | 10 862 |
| Amortissements | 289 | 309 |
| Réductions de valeurs sur créances commerciales | | |
| Autres charges d'exploitation | 145 | 124 |
| Total charges d'exploitation | 14 417 | 13 404 |
| Résultat d'exploitation | 1 729 | 536 |
| Charges et produits financiers | 148 | -22 |
| Résultat courant | 1 877 | 515 |
| Impôts sur le résultat | -50 | 0 |
| Résultat de l'exercice | 1 827 | 515 |

Compte de pertes et profits : commentaires

Produits d'exploitation

Les produits de 2023 affichaient 16 % de plus qu'en 2022. Cette hausse est d'une part la conséquence de l'indexation des prix et d'autre part de l'augmentation des activités réglementaires et non réglementaires.

Chiffre d'affaires

La plus grande partie du chiffre d'affaires de Bel V (90 %) est liée aux prestations de contrôle réglementaire et d'analyse de sûreté dans les établissements de classe I, qui sont facturées aux exploitants sur base d'un tarif fixe et statutaire. L'année 2023 a été marquée par les contrôles habituels effectués dans le cadre de l'exploitation et la préparation de l'arrêt des cinq centrales nucléaires et notamment la prolongation d'exploitation de deux centrales nucléaires, les travaux menés dans le cadre de l'entreposage temporaire sur site de matière fissile usée (projet SF²), les contrôles et analyses dans le cadre de la demande d'autorisation pour l'installation de stockage en surface et les activités pour le projet MYRRHA/Minerva.

2023 a également été caractérisée par une augmentation des activités non réglementaires. En vue de la fermeture de plusieurs centrales nucléaires belges, Bel V diversifie ses activités, notamment en faisant office de TSO pour des instances de sécurité étrangères, et plus particulièrement ANVS aux Pays-Bas.

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

Autres produits d'exploitation

Les autres produits d'exploitation sont des contributions du personnel pour l'utilisation privée des voitures de société et pour les chèques-repas. En outre, une partie du précompte professionnel est également récupérée dans le cadre des activités R&D.

Charges d'exploitation

Services et biens divers

Les services et biens divers représentaient 15 % des charges d'exploitation totales. Une partie des activités pour clients non réglementaires est sous-traitée. Cela explique la part non négligeable de « Services et biens divers » dans le total des charges d'exploitation. Les frais de transport et de déplacement reflètent un niveau d'activité comparable aux années antérieures à la pandémie de coronavirus.

Rémunérations et charges sociales

Les dépenses liées au personnel représentaient 82 % des charges, y compris les dépenses de formation. Ce qui se traduit proportionnellement par un léger repli par rapport à 2022. Cependant, la valeur absolue des dépenses liées au personnel en 2023 était à peine supérieure à celle de l'exercice précédent.

Résultat d'exploitation

Le résultat d'exploitation de l'exercice a été affecté en résultat reporté.

Liste d'abréviations

| | |
|---------------|---|
| ACRIA | Acceptance criteria – critères d'acceptation |
| AEN | Agence pour l'énergie nucléaire (OCDE) |
| AFCN..... | Agence fédérale de contrôle nucléaire |
| AI | Intelligence artificielle |
| AIEA..... | Agence internationale de l'énergie atomique |
| ANVS | Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (Pays-Bas) |
| ASN..... | Autorité de sûreté nucléaire (France) |
| BR | Bâtiment réacteur |
| CATHARE | Code Avancé de ThermoHydraulique pour les Accidents de Réacteurs à Eau |
| CDLM | Committee on Decommissioning of Nuclear Installations and Legacy Management (NEA) |
| CE..... | Commission européenne |
| CEA | Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (France) |
| CELEVAL | Cellule d'évaluation du centre de crise national |
| CNRA | Committee on Nuclear Regulatory Activities (OCDE) |
| CSARP | Cooperative Severe Accident Research Program |
| CSD | Chemical system decontamination – décontamination chimique |
| CSNI..... | Committee on the Safety of Nuclear Installations (OCDE) |
| DBNK..... | Deutsch-Belgische Nuklearkommission |
| DE..... | Bâtiment d'entreposage de combustible usé en piscines (Tihange) |
| DECOM | Decommissioning – déclassement |
| DSA | Direktoratet for strålevern og atomtryggleik (Norvège) |
| EPR | European pressurised reactor – réacteur pressurisé européen |
| ERG | ETSON Research Group |
| ETSON | European Technical Safety Organisations Network |
| EURAD..... | Programme commun européen pour la gestion des déchets radioactifs |
| FANC..... | Federal Agency for Nuclear Control – voir 'AFCN' |
| FINAS..... | Fuel Incident Notification and Analysis System |
| GELINA | GEel LINear Accelerator |
| GIC | 'Geïntegreerde inspectie- en controlestrategie' – stratégie intégrée d'inspection et de contrôle |
| GRS | Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (Allemagne) |
| GSG | Gebouw Stoomgeneratoren – bâtiment générateurs de vapeur (Doel) |
| HEU..... | High-enriched uranium – uranium hautement enrichi |
| IAEA..... | International Atomic Energy Agency – voir 'AIEA' |
| INES | International Nuclear and Radiological Event Scale |
| INSC..... | Instrument for Nuclear Safety Cooperation – Instrument relatif à la coopération en matière de sûreté nucléaire (ICSN) (Commission européenne) |

| | |
|--------------------|---|
| IPM..... | Installatie voor de Productie van Monolieten – installation destinée à la production de monolithes (ONDRAF) |
| IRE..... | Institut national des radioéléments |
| IRRS..... | Integrated Regulatory Review Service |
| IRS..... | Incident Reporting System |
| IRSN..... | Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (France) |
| IRSRR..... | Incident Reporting System for Research Reactors |
| JSP..... | Junior Staff Programme (ETSON) |
| LEU..... | Low-enriched uranium – uranium faiblement enrichi |
| LINAC..... | Linear accelerator – lineaire versneller |
| LTO..... | Long-Term Operation – exploitation à long terme |
| MAD..... | Mise à l'arrêt définitif |
| MELCOR..... | Multi-physics engineering-level computer code |
| MIB.DE..... | Mise en indépendance du bâtiment DE (Tihange) |
| MINERVA..... | Myrrha Isotopes production coupling the linEar acceleRator to the Versatile proton target fAcility |
| MONNET..... | MONo energetic NEutron Tower |
| MYRRHA..... | Multi-purpose hYbrid Research Reactor for High-tech Applications |
| NCCN..... | Centre de crise du Service Public Fédéral Intérieur |
| NEA..... | Nuclear Energy Agency (OCDE) – voir 'AEN' |
| NIRAS..... | Nationale Instelling voor Radioactief Afval en Verrijkte Splijtstoffen |
| NRC..... | Nuclear Regulatory Commission (É.-U.) |
| OCDE..... | Organisation de coopération et de développement économiques |
| OECD..... | Organization for Economic Cooperation and Development – voir 'OCDE' |
| ONDRAF..... | Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies |
| ONDRAF/NIRAS..... | Agency for Radioactive Waste and Enriched Fissile Materials – voir 'ONDRAF' |
| ONR..... | Office for Nuclear Regulation (Royaume-Uni) |
| OSART..... | Operational Safety Review Team (AIEA) |
| PSA..... | Probabilistic Safety Assessment – analyse probabiliste de sûreté |
| PSR..... | Periodic Safety Review – réévaluation périodique de sûreté |
| R&D..... | Recherche & développement |
| RECUMO..... | REcovery and Conversion of Uranium from MOlybdenum production |
| RHWG..... | Reactor Harmonization Working Group (WENRA) |
| RWMC..... | Radioactive Waste Management Committee (NEA) |
| SCG..... | Splijtstof Container Gebouw – bâtiment des conteneurs de combustible (Doel) |
| SCK CEN..... | Studie Centrum voor Kernenergie – Centre d'études d'Energie Nucléaire |
| SER..... | Safety Evaluation Report – rapport d'évaluation de sûreté |
| SITEX.Network..... | Sustainable network for Independent Technical EXpertise of radioactive waste disposal |
| SMR..... | Small modular reactor – petit réacteur modulaire |
| SNETP..... | Sustainable Nuclear Energy Technology Platform |
| SRL..... | Safety Reference Levels – niveaux de référence en matière de sûreté |

| | |
|-------------|--|
| TBRS..... | Technical Board for Reactor Safety (ETSON) |
| TDS | Traitement des déchets solides (Tihange) |
| TEF..... | Traitement des effluents (Tihange) |
| TEL..... | Traitement des effluents liquides (Tihange) |
| TENOR | TournemirE coNsORTium |
| TRC | Technical Responsibility Centre (Bel V) |
| TSO | Technical Safety Organisation – organisation technique de sûreté |
| TSOF..... | Technical and Scientific Support Organization Forum (AIEA) |
| UE | Union européenne |
| WAB | Water- en afvalbehandeling – traitement de l'eau et des déchets (Doel) |
| WANO | World Association of Nuclear Operators |
| WENRA..... | Western European Nuclear Regulators Association |
| WGWD | Working Group on Waste and Decommissioning (WENRA) |
| WMU..... | Waste management unit – installation de traitement des déchets |



RAPPORT ANNUEL 2023

BEL ✓