

# BEL ✓ 2018

## RAPPORT ANNUEL



MEMBRE DE

**ETSON**

EUROPEAN  
TECHNICAL SAFETY  
ORGANISATIONS  
NETWORK

# Contenu

Message du président	3
Préambule	4
Éditorial	6

---

## 1

### Activités réglementaires en Belgique 8

Introduction	8
1.1 Aperçu des inspections dans les centrales nucléaires	11
1.2 Aperçu des inspections dans d'autres installations nucléaires	14
1.3 Capacité de réaction et intervention d'urgence	17

---

## 2

### Évaluations de sûreté et projets nationaux 20

Introduction	20
2.1 Analyse probabiliste de sûreté (PSA)	22
2.2 Réévaluations périodiques de sûreté (PSR)	23
2.3 Exploitation à long terme (LTO) – Tihange 1	23
2.4 Exploitation à long terme (LTO) – Doel 1/2	24
2.5 Projet BEST	24
2.6 Combustible usé et gestion des déchets radioactifs	25
2.7 MYRRHA	26
2.8 SF <sup>2</sup> – installations de stockage du combustible usé	27
2.9 RECUMO	28

---

## 3

### Activités et projets internationaux 30

3.1 Activités OCDE et AIEA	31
3.2 Collaboration avec les autorités de sûreté	32
3.3 Coopération avec les organisations techniques de sûreté	33
3.4 Projets d'assistance financés par la Commission européenne	36

---

## 4

### Gestion de l'expertise 38

4.1 Retour d'expérience en Belgique	39
4.2 Retour d'expérience à l'étranger	40
4.3 Gestion des connaissances	40
4.4 Recherche & Développement	41
4.5 Formation	50

---

Bilan financier	52
Liste d'abréviations	56

# Message du président



Didier MALHERBE  
Président du  
conseil d'administration

**Bel V est une Fondation de droit privé, créée par l'AFCN (Agence Fédérale de Contrôle Nucléaire), en tant que filiale, et qui lui délègue des activités dans le domaine du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Elle contribue à la protection des personnes et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants, sur la base d'une expérience qui remonte à plus de 50 ans.**

Le cadre réglementaire permettant d'ancrer le rôle de Bel V dans la mission de surveillance de l'autorité de sûreté nucléaire en Belgique, a enfin été officialisé par la publication de l'arrêté royal du 6 décembre 2018. Cette lacune avait été pointée du doigt lors de l'audit international IRRS (« Integrated Regulatory Review Service ») en 2013. Cet audit avait par ailleurs conclu que la disposition d'un appui technique (Bel V) distinct de l'autorité (l'AFCN) était conforme aux standards de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA).

L'arrêté royal du 6 décembre 2018 permet à l'AFCN de déléguer à Bel V les visites de contrôle et les évaluations de sûreté dans les établissements de classe I et IIA. Ce sont les établissements qui présentent le risque potentiel le plus élevé et qui comprennent les centrales nucléaires, les réacteurs de recherche, les dépôts de déchets radioactifs et les cyclotrons. Le programme des visites et des évaluations fait l'objet d'un plan annuel qui est communiqué aux exploitants après approbation par l'AFCN. Le contrat de gestion qui doit définir les modalités pratiques de la mise en œuvre du nouvel arrêté royal est en cours d'élaboration. Les conférences TSO (« Technical Safety Organisation ») de l'AIEA ont lieu tous les quatre ans. Lors de la précédente, en 2014 à Pékin, Bel V a proposé d'organiser la suivante à Bruxelles, ce qui a été accepté. Environ 250 participants

de 65 états membres de l'AIEA et de cinq organisations internationales se sont retrouvés à Bruxelles en octobre 2018 afin de passer en revue et de discuter les problèmes de sûreté nucléaire et les défis auxquels les TSO doivent faire face. Les équipes de Bel V se sont fortement impliquées dans l'organisation, aussi bien dans la logistique que dans le programme technique. La conférence a été rehaussée par la présence du Ministre de l'intérieur, Jan Jambon. Dans son allocution, le Ministre a souligné l'importance du rôle de Bel V, et en particulier la nécessité de pouvoir compter sur des experts passionnés par la sûreté nucléaire. De l'avis de tous, la conférence a été un grand succès et a contribué à l'image de marque de Bel V sur la scène internationale.

L'assemblée générale d'ETSON (le réseau des TSO européens) s'est tenue en marge de la conférence. Bel V, qui en assurait la présidence depuis 3 ans, a passé le flambeau à GRS, le TSO allemand. Bel V a été élue à la vice-présidence, ce qui montre une fois de plus l'appréciation du TSO belge parmi les collègues européens.

2018 a été une année de changement pour l'équipe dirigeante de Bel V. En effet, Benoît De Boeck, le Directeur général qui était à la tête de Bel V depuis son origine, ayant atteint l'âge de la retraite, a laissé la place à Michel Van haesendonck, nommé par le conseil d'administration à l'issue de la procédure de sélection. Vu d'autres départs à la retraite, c'est la moitié du comité de direction qui a été renouvelé. Ce rajeunissement a été l'occasion de mettre en place une nouvelle stratégie de développement afin de se préparer à une éventuelle sortie du nucléaire.

Enfin, je voudrais, au nom du conseil d'administration, féliciter et remercier l'équipe dirigeante et l'ensemble du personnel pour les résultats obtenus et le grand professionnalisme dont ils font preuve dans l'accomplissement de leurs missions.

# Préambule

---

Bel V, fondation dotée de la personnalité morale, a été créée par l'Agence Fédérale de Contrôle Nucléaire, le 7 septembre 2007.

Elle est régie par la loi du 27 juin 1921 sur les associations sans but lucratif, les associations internationales sans but lucratif et les fondations, et par ses statuts déposés au greffe du tribunal de première instance de Bruxelles.

Elle a comme finalité de contribuer sur les plans techniques et scientifiques, sans esprit de lucre, à la protection de la population et de l'environnement contre le danger résultant des rayonnements ionisants.





**Fin 2018, son conseil d'administration est composé de:**

**D. Malherbe** • président

**J. Annane** • présidente du conseil d'administration de l'AFCN

**F. Hardeman** • directeur général de l'AFCN

**J. Hens** • membre du conseil d'administration de l'AFCN

**J. Germis** • membre du conseil d'administration de l'AFCN

**S. Vaneycken** • membre du conseil d'administration de l'AFCN

**Ir M. Jurisse** • membre

**Michel VAN  
HAESENDONCK, Ir**  
Directeur général



**L'introduction d'un rapport annuel a pour but d'inviter le lecteur à découvrir ce qui a été réalisé au cours de l'année écoulée et d'attirer son attention sur certains faits marquants survenus au sein de l'organisation. C'est s'arrêter un instant pour ensuite reprendre le fil des choses et regarder vers l'avenir.**

L'année 2018 aura été marquée par un événement majeur : suite à une fuite au niveau de l'une des conduites UPI, Doel 1 et ensuite Doel 2 ont dû être arrêtés. Des recherches ayant mis au jour une fissure au niveau du matériau de base de la conduite, toutes les conduites UPI de Doel 1/2 ont été soumises à des inspections visuelles. Tant à Doel 1 qu'à Doel 2, une conduite UPI a été retirée suite à la constatation de fissures dans le matériau de base. Nos équipes ont procédé à un examen poussé du dossier de sécurité, qui étudie la cause profonde, la réparation et des actions supplémentaires et doit démontrer une exploitation sûre.

En 2018, il est également apparu que la grave dégradation du béton et de l'armement constatée à l'automne de 2017 dans le bunker de Doel 3 touchait également Doel 4, Tihange 2 et Tihange 3, toutefois dans des mesures différentes. Ces constatations ont donné lieu à l'arrêt et aux travaux de réparation requis pour toutes les unités réacteur mentionnées.

Ces problèmes inattendus dans les centrales nucléaires ont induit une paralysie de la majeure partie du parc nucléaire belge. Bel V a également dû actualiser son plan d'action en cas de black-out.

Le 7 septembre 2018, le gouvernement a décidé de prévoir un financement de 558 millions € pour l'étude et la réalisation des installations MYRRHA/Minerva. Cela induit

dans les années à venir un défi de taille pour l'exploitant de ces installations (le SCK•CEN) mais aussi pour Bel V. Le projet ne constitue en effet pas seulement un défi en termes d'ampleur, mais aussi en termes de technologie et de planification. L'installation MYRRHA, un système unique piloté par un accélérateur de particules, nécessite également que Bel V fasse l'acquisition d'une expertise spécifique dans plusieurs nouveaux domaines.

Au cours de ces dernières années, le mode de fonctionnement existant de Bel V a évolué vers un modèle mettant plus l'accent sur les processus et moins sur la structure hiérarchique. Le système de management de Bel V est composé d'une dizaine de processus qui couvrent les activités telles que : les contrôles, les analyses de sûreté, la gestion des projets, le développement de l'expertise, ainsi que les processus support (ressources humaines, finances, logistique, informatique). Ce système répond aux exigences des standards de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et de la norme ISO 9001. À l'été 2018, Bel V a renouvelé sa certification, conformément à la nouvelle norme ISO 9001-2015.

Des actions d'amélioration continue de notre organisation ont été menées dans différents domaines. Elles sont résumées dans le corps du présent rapport.

Il est évident que dans les années à venir, Bel V sera confrontée à des défis divers. Grâce à l'équipe multidisciplinaire et dynamique sur laquelle je peux compter, il ne fait aucun doute que nous serons en mesure de relever ces défis, et je suis convaincu que Bel V peut aborder l'avenir en toute confiance.

Je vous souhaite bonne lecture de ce rapport annuel 2018 !

1

Activités réglementaires  
en Belgique

2

Évaluations  
de sûreté et  
projets nationaux

3

Activités et  
projets internationaux

4

Gestion de  
l'expertise



# Activités réglementaires en Belgique

## LES CENTRALES NUCLÉAIRES

Suite aux constats de ces dernières années qui ont suscité des questions concernant la culture de sûreté dans les centrales nucléaires belges, ENGIE Electrabel a appliqué un vaste plan d'action, qui s'est terminé mi-2018, conformément à ce qui avait été prévu. Dans le cadre du suivi des actions convenues, de nombreuses inspections spécifiques ont été organisées par Bel V en 2018 afin de pouvoir se faire une idée des progrès en matière de sûreté nucléaire et de culture de sûreté.

Des projets Long-Term Operation (LTO), assortis de vastes plans d'action, sont en cours aussi bien pour Doel 1/2 que pour Tihange 1. Des dossiers spécifiques ont été vérifiés et des inspections ont été effectuées dans le cadre du suivi de ces plans d'action. Dans le cadre spécifique de la révision LTO de Doel 1/2, une inspection FLITS (*Fast Limited Inspection with Thematic Scope*) a été réalisée sur initiative de l'AFCN.

Suite à une fuite au niveau de l'une des conduites UPI 1, Doel 1 a dû être arrêté. Des recherches ayant mis au jour une fissure au niveau du matériau de base de la conduite, toutes les conduites UPI de Doel 1/2 ont été soumises à des inspections visuelles. Tant à Doel 1 qu'à Doel 2, une conduite UPI a été retirée suite à la constatation de fissures dans le matériau de base. Sur la base de l'analyse destructive et non destructive, il a pu être conclu que la propagation de la fissure était la conséquence d'une fatigue thermique. La cause profonde de l'apparition de la fissure n'a toutefois pas pu être identifiée. Le dossier de sécurité qui étudie la cause profonde, la réparation et les actions supplémentaires et démontre une exploitation sûre a été analysé en profondeur.

Les réparations requises ont été suivies par Bel V à l'aide d'inspections spécifiques.

Après examen, il est apparu évident que la grave dégradation du béton et de l'armement constatée à l'automne de 2017 dans le bunker de Doel 3 touchait également Doel 4, Tihange 2 et Tihange 3, toutefois dans une mesure différente. Bel V a procédé à une analyse approfondie de tous les travaux de réparation proposés et a, lors des inspections, suivi de près le calendrier et la réalisation de ces réparations.

À la mi-2013, une substance gélatineuse a été découverte dans plusieurs fûts contenant des déchets radioactifs conditionnés, et ce tant chez Belgoprocess que sur le site de Doel. À la suite de cette découverte, une étroite collaboration a vu le jour et est encore en cours à l'heure de la publication de ce rapport annuel entre l'Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies (ONDRAF), l'AFCN et Bel V, dans le but d'analyser le problème en détail et d'y remédier.

En 2018, Bel V a également accordé une attention spécifique aux conditions et à la capacité de stockage 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, dans le cas du site de Doel, pour les concentrats, continuent d'être retirés.

1 *Upper Plenum Injection* : injection de sécurité (SI) qui injecte de l'eau directement au-dessus des éléments combustibles.

## AUTRES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES

Les activités de démantèlement se poursuivent chez Belgonucléaire et la FBFC, sans incident de contamination significatif.

Les défis du management de l'IRE (Institut National des Radioéléments) demeurent essentiels. Différents projets sont en cours : conversion de HEU (uranium fortement enrichi) en LEU (uranium faiblement enrichi) pour les cibles irradiées, étude de conception d'une nouvelle installation, etc. Divers plans d'action sont en train d'être mis en place, en ce compris l'élimination des déchets historiques.

En 2018, Bel V a accordé une attention spécifique à la capacité de stockage future sur le site de Belgoprocess.

## STRATÉGIE INTÉGRÉE D'INSPECTION ET DE CONTRÔLE

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

Le programme des contrôles pour 2018 a été envoyé aux installations à la fin de 2017. Lors de la mise en œuvre du programme, suivie à l'aide d'indicateurs de performance, une attention particulière a été consacrée aux nombreux plans d'action, au traitement des déchets, aux facteurs humains et à la performance humaine, à la gestion de la sûreté et au développement de la culture de sûreté.

# Activités réglementaires en Belgique



## 1.1 Aperçu des inspections dans les centrales nucléaires

### 1.1.1 Doel 1/2

- Suite à une fuite non localisée accrue, Doel 1 a dû être arrêté le 23 avril, provoquant le démarrage de la révision de Doel 1 un mois plus tôt que prévu. Après une campagne de recherche, la fuite a été localisée au niveau de l'une des conduites UPI. Des études ont démontré qu'une fissure du matériau de base était survenue au niveau de la conduite, plus particulièrement dans la partie entre la paroi en béton et la cuve du réacteur. Des inspections visuelles de toutes les conduites UPI (2 par unité) ont été réalisées avec un robot. Sur chaque unité, une conduite UPI a été retirée suite à la constatation de fissures dans le matériau de base. Les deux conduites retirées ont été confiées à un laboratoire externe en vue d'une analyse destructive et non destructive poussée. Sur la base de l'ensemble des résultats de l'analyse destructive et non destructive, il a pu être conclu que la propagation de la fissure était la conséquence d'une fatigue thermique. La cause profonde de l'apparition de la fissure n'a cependant pas pu être identifiée. Le dossier de sécurité qui étudie la cause profonde, la réparation et les actions supplémentaires et garantit une exploitation sûre est en cours d'analyse par Bel V.  
Suite aux inspections de la soudure au niveau de la cuve de Doel 1, le coude d'une conduite UPI a été retiré en plus de la partie de conduite endommagée. Des actions ont été entreprises en vue de leur remplacement (début 2019).
- Fin mai, Doel 2 est, conformément au planning, entré en révision pour la partie 1 de la mise en œuvre du

programme Long Term Operation (LTO). Les principaux travaux avaient trait au remplacement de tableaux électriques, pour lesquels deux des quatre polarités électriques ont dû être mises une à une hors tension.

- Suite au problème UPI susmentionné, un léger retard enregistré dans l'exécution des travaux dans les différentes polarités électriques et un programme de requalification plus étendu, les dates de redémarrage des deux unités ont été reportées à plusieurs reprises. Fin 2018, le redémarrage de Doel 1 était prévu pour le 15 mars 2019 et celui de Doel 2 pour le 4 février 2019.
- En raison d'un travail mal planifié, une petite fuite primaire a été créée à Doel 2. La conduite fuitarde a été fermée mécaniquement.
- Deux événements ont été classés au Niveau 1 sur l'Échelle internationale des événements nucléaires (INES) :
  - un problème avec un disjoncteur d'un diesel de secours ;
  - redondance réduite des pompes SC (*shutdown cooling*) de Doel 1.

### 1.1.2 Doel 3

Doel 3 a été exploité en arrêt à froid du 22 septembre 2017 à la mi-2018. Pendant cette période, il a été procédé aux travaux de réparation du toit du bunker après la constatation de dommages en 2017. Lorsque des études ont révélé que (même après réparation) la solidité structurelle était insuffisante pour garantir l'intégrité en cas de crash d'avion, il a été décidé de placer une plaque de béton supplémentaire sur le toit du bunker afin que le bâtiment soit à nouveau conforme à la conception de sûreté. Ces travaux ont pris fin à la mi-juillet 2018, après quoi l'unité a été redémarrée et à nouveau exploitée à pleine capacité, sauf dans la période

entre le 29 juillet et le 4 août, lorsque l'unité a été arrêtée à froid pour la réparation d'une fuite de vapeur dans la partie non classée du circuit secondaire.

L'absence physique d'un câble d'instrumentation d'un signal de bunker dans trois trains a été classée au Niveau 1 de l'échelle INES.

### 1.1.3 Doel 4

Doel 4 a fonctionné sans interruption et à la puissance nominale, sauf :

- lors d'un arrêt non planifié du 9 au 12 juin à la suite d'un arrêt d'urgence automatique du réacteur dû à un problème avec le réglage de la turbine à vapeur ;
- lors d'un arrêt planifié du 6 août au 16 décembre pour la rénovation des locaux abritant les buses de sortie des soupapes d'échappements vapeurs dans le bâtiment bunkérisé de l'installation et incluant l'arrêt planifié (du 22 octobre au 13 décembre) pour rechargement et maintenance ;
- le 21 décembre, lorsque Doel 4 est passé en arrêt à chaud pour cause de problèmes avec la qualité de l'eau dans le circuit secondaire. L'unité a été redémarrée le 27 décembre et n'a retrouvé sa pleine capacité que le 7 janvier 2019.

### 1.1.4 Doel commun (WAB, SCG)

#### **WAB :**

Dans son rapport d'évaluation de 2017, Bel V a insisté pour que des améliorations soient apportées au niveau de l'organisation et de l'état des installations du WAB. L'exploitant a établi un plan d'action WAB 2018-2020, qui se compose de trois volets :

- **Operations & Maintenance :** La structure organisationnelle d'Operations et de Maintenance du WAB a été adaptée pour améliorer le « work management » pour le WAB au sein de ces équipes.

- **Installations WAB :** Un portefeuille des projets et modifications en vue de l'amélioration de la disponibilité des installations du WAB a été établi, sous la houlette d'un gestionnaire de portefeuille au sein d'Engineering.
- **Agréments :** Pour les résines et concentrats, le développement de nouveaux procédés en collaboration avec ENGIE Electrabel Corporate se poursuit. L'agrément radiologique pour les déchets combustibles et compactables a été prolongé. Dans ce cadre, la centrale nucléaire de Doel a d'une part travaillé à l'élimination du backlog pour les déchets pour lesquels un nouvel agrément a été obtenu et d'autre part à la création d'un stockage tampon supplémentaire pour les résines et concentrats.

Bel V estime que ce plan d'action répond aux inquiétudes ayant donné lieu au message de 2017. Bel V va suivre ce plan d'action de près.

#### **SCG :**

Suite au nouvel arrêté royal concernant le transport de marchandises dangereuses de classe 7 (du 22 octobre 2017), l'exploitant a, en concertation avec Bel V, établi les modalités pour la mise en œuvre (à partir de 2019) du Référentiel de transport interne de combustible usé.

### 1.1.5 Site de Doel

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

- des réunions ont eu lieu avec les chefs des différents départements (Maintenance, Operations, Care, Engineering) et services, afin d'évaluer leur organisation et la gestion des différents processus liés à la sûreté nucléaire ou à la radioprotection ;
- une plus grande attention au fonctionnement du plan d'urgence, à la chimie, à l'incendie, au vieillissement et à l'obsolescence, etc., en mettant l'accent sur l'importance de la pérennité des actions d'amélioration ;
- des inspections spécifiques afin d'aborder des sujets spécifiques applicables à différentes unités (vieillessement

# Activités réglementaires en Belgique

du béton, suivi de la construction du « Containment Filtered Venting System », réparation du bâtiment bunkérisé, etc.).

Bel V a assisté l'AFCN durant ses inspections, en particulier celle relative au Management et les inspections portant sur le Contrôle physique, l'Impact radiologique, la Gestion des déchets, le Vieillessement (suivi) et la Gestion du combustible irradié. En ce qui concerne l'évaluation de l'avancement en termes de sûreté nucléaire et de culture de sûreté, un support a également été fourni à l'Agence fédérale de Contrôle nucléaire (AFCN). À côté de cela, un support a été offert à la Fast Limited Inspection with Thematic Scope (FLITS) de l'AFCN concernant la gestion des révisions pour la révision LTO de Doel 1/2.

Mentionnons également le suivi du plan d'action découlant de la révision décennale commune clôturée fin 2011 et du plan d'action mis en œuvre dans le cadre de la réévaluation de sûreté périodique de Doel 3 et Doel 4 (et Doel 1/2, repris dans le plan d'action LTO), qui se traduisent par des modifications au niveau des installations, des procédures et du rapport de sûreté.

## 1.1.6 Tihange 1

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

- un arrêt à chaud les 17 et 18 mars, afin de faire un appoint d'huile à une pompe du circuit primaire ;
- du 21 au 22 juillet, où la puissance a été réduite à 50 % afin de pouvoir réparer une fuite vapeur qui était apparue en salle des machines ;
- du 13 octobre au 12 novembre, en raison de l'arrêt pour rechargement et maintenance. Il est à noter que cet arrêt a été anticipé d'une semaine et réduit au strict minimum afin de remettre l'unité le plus vite possible sur le réseau électrique et réduire la probabilité de black-out durant l'hiver.

## 1.1.7 Tihange 2

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

- du dimanche 28 janvier au soir au mercredi 31 janvier, en raison d'une baisse de charge volontaire de 100 MWe en vue d'une intervention programmée sur un circuit non nucléaire ;
- du 14 avril au 15 avril, en raison d'une baisse de charge volontaire jusqu'à un minimum de 15 % de la puissance nominale en vue d'une intervention de fiabilisation d'un équipement un circuit du secondaire ;
- le 23 juillet, suite à un arrêt d'urgence du réacteur ; la centrale nucléaire est remontée et restée à environ 50 % de la puissance nominale entre le 26 et le 27 juillet, pour ensuite être remontée à 100 % de la puissance nominale en fin d'après-midi le 27 juillet ;
- depuis l'arrêt pour rechargement ayant débuté le 18 août. En effet, le 22 août, l'exploitant de la centrale de Tihange a communiqué à Bel V avoir observé des dégradations du béton du plafond des locaux d'échappement des soupapes vapeur (constituant également la toiture du bâtiment) lors d'une inspection visuelle périodique réalisée après le passage à l'arrêt. L'unité est en arrêt de tranche prolongé dans l'attente d'une remise en conformité ou d'une justification.

## 1.1.8 Tihange 3

L'unité a été arrêtée conformément au planning le 31 mars pour son rechargement. Cet arrêt a été prolongé suite à la problématique de dégradation du béton des locaux d'échappement vapeur (bunker). L'accord pour le redémarrage de l'unité a été donné par l'AFCN le 24 décembre.

### 1.1.9 Site de Tihange

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

- des réunions avec la direction et les chefs des différents départements (Maintenance, Operations, Care, Engineering) et services, afin d'évaluer leur organisation et la gestion de différents processus liés à la sûreté nucléaire ou à la radioprotection ;
- une attention toute particulière pour les facteurs humains et organisationnels (voir ci-dessous) ;
- des inspections spécifiques pour traiter entre autres des sujets particuliers applicables à plusieurs unités (qualification de matériels spécifiques, ventilation, etc.).

Après une analyse des causes profondes ayant conduit l'AFCN à devoir établir un pro justitia en 2015, l'exploitant a mis en œuvre un plan d'actions visant à renforcer sa sûreté et sa culture de sûreté. Les actions prévues (adaptations d'organisation, formations, etc.) ont été menées à bien selon le planning prévu et le plan d'actions a été officiellement clôturé en 2018. Il a été converti en une démarche plus structurelle dénommée « projet de site » s'inscrivant dans une vision « Transition 25+ » élaborée au niveau d'ENGIE Electrabel. Bel V a apporté son support technique à l'AFCN pour le suivi de l'implémentation du plan d'actions et pour l'évaluation des progrès en matière de sûreté et de culture de sûreté de l'exploitant.

Un audit mené par l'ONDRAF en 2016 a donné un résultat négatif, ce qui a conduit cet organisme à suspendre tous les agréments délivrés pour les déchets non conditionnés. Par ailleurs, l'agrément pour le transport de déchets conditionnés était également suspendu. Bel V a vérifié avec attention que ces suspensions n'entraînaient pas des menaces pour la sûreté de l'exploitation par accumulation de déchets dans les installations (par l'augmentation d'un risque d'incendie, etc.). L'exploitant a entrepris des actions qui ont permis de récupérer la quasi-totalité de ces agréments.

Par ailleurs, un nouveau procédé de conditionnement des résines usées est en développement.

## 1.2 Aperçu des inspections dans d'autres installations nucléaires

### 1.2.1 Centre d'étude de l'énergie nucléaire (SCK•CEN)

Le régime d'exploitation du réacteur BR2 en 2018 a consisté en trois cycles de trois semaines et trois cycles de quatre semaines.

À la fin du cycle 01/2018, le réacteur a été arrêté manuellement suite à une augmentation de I-131 dans l'eau primaire. Les résultats des tests de « wet sipping » ont démontré que la contamination était due aux plaques combustibles d'une expérience. Le rejet de produits de fission était dû à des erreurs de calcul dans la modélisation de l'expérience, exposant les plaques à une puissance supérieure à ce qui avait été prévu.

Lors du cycle 02/2018, une augmentation du taux de fuite du circuit primaire a été mesurée. Cette augmentation était due à une fuite dans le banc nord des échangeurs thermiques primaires. Le banc nord a été isolé et l'exploitation du réacteur s'est poursuivie à l'aide des deux autres échangeurs thermiques.

Lors du cycle 03/2018, un Reverse (baisse de capacité du réacteur) du réacteur est survenu suite à une action automatique d'une expérience. L'expérience a été déchargée du réacteur et le réacteur a été redémarré après l'empoisonnement au xénon.

La pompe d'aspiration des systèmes de surveillance de la radioactivité sur la ventilation est tombée en panne

# Activités réglementaires en Belgique

lors du cycle 04/2018, rendant les chaînes de mesure temporairement (pendant 4 heures environ) hors service.

Après le test d'étanchéité du bâtiment du réacteur le 21 septembre, les vannes d'isolement de la ventilation ont été verrouillées en position ouverte pendant trois jours, rendant l'isolement automatique du bâtiment du réacteur indisponible.

Le programme expérimental du réacteur VENUS chargé avec des assemblages combustibles contenant des barres de bismuth et du plomb s'est poursuivi afin d'effectuer des mesures pour MYRRHA.

Le 20 septembre, il a été signalé à Bel V que les spécifications techniques du réacteur VENUS n'avaient pas été respectées. Le point de rosée du système de rétention du tritium était de 1°C, dépassant le critère des spécifications techniques de -20°C. Il ressort de la surveillance hors ligne des rejets HTO que cette déviation n'a eu aucune influence sur le rejet.

Pour le réacteur BRI, il a été procédé le 20 août à un arrêt d'urgence du réacteur en raison d'une panne de la haute tension de la chaîne de mesure D. Une fois le potentiomètre remplacé, la chaîne de mesure D est redevenue opérationnelle.

Aucun événement majeur n'est survenu dans les autres installations du SCK•CEN en 2018.

## 1.2.2 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. Les travaux logistiques en rapport avec le déplacement et les inspections des fûts dans le bâtiment 151X sont pratiquement terminés. Lors de la constatation de la fuite de gel pendant le tri, les

fûts sont emballés dans du plastique et stockés séparément pour suivi ultérieur.

Début novembre 2017, à la demande de l'ONDRAF, le supercompacteur de CILVA a été mis à l'arrêt suite à la constatation de déformations dans le fond de certains fûts finaux. Après une campagne de test fructueuse sur 50 fûts finaux, le supercompacteur de CILVA a été redémarré en mai 2018.

La campagne de concentration par évaporation des liquides riches en nitrate de la cuve 540-12 du bâtiment 124X de l'évaporateur NCP est arrêtée depuis août 2018 pour cause de défaut de l'élément de chauffe. Environ 70 % du contenu de la cuve a été traité.

Sur le site 2, le remballage des colis Na/NaK primaires s'est terminé en mai 2018.

La construction de l'installation pour la production de monolithes et du bâtiment 170X est en cours, conformément au programme de construction et Bel V suit les points « hold » et « witness ».

Dans l'installation du bâtiment 102X pour la collecte de liquides de rinçage, la présence de liquide dans le bac de récupération de la cuve 266-6 a été constatée en date du 11 janvier. Il a en premier lieu été songé à une fuite dans la cuve, mais après examen approfondi, il est apparu que la survenue de liquide dans le bac de récupération était due à l'infiltration d'eau de pluie par le biais du caniveau du bâtiment 102X.

Lors de l'exécution d'un test de nettoyage de la conduite de la Nèthe sur le site 2 le 20 août, une fuite est apparue au niveau du « grijze loods » (270A), car l'exploitant n'avait pas réalisé qu'un clapet antiretour avait été placé sur la conduite existante. La partie démolie de la conduite a été remplacée et la conduite de la Nèthe est à nouveau opérationnelle pour les rejets.

Le 8 novembre, une contamination est survenue dans le local des filtres d'extraction du bâtiment 123Y pendant les travaux de démantèlement. Les filtres d'extraction ont brièvement fait l'objet d'une surpression, induisant la diffusion de la contamination présente dans ces filtres dans le local. Le local a été décontaminé et la conception des filtres d'extraction améliorée.

### 1.2.3 Belonucléaire

La libération du bâtiment A s'est faite local par local, avec un dossier de libération correspondant par local. Les résultats ont été approuvés par Bel V et l'AFCN. Sur demande de l'AFCN, Bel V a procédé régulièrement à des mesures de contrôle (indépendantes) dans les locaux libérés.

Belonucléaire a travaillé en parallèle sur le démantèlement des conduites souterraines et des systèmes de ventilation et a documenté les résultats dans des notes techniques.

La méthodologie pour la libération du bâtiment A a été systématiquement appliquée lors de la libération des locaux et couloirs du bâtiment et a donné lieu à une libération complète du bâtiment. La démolition conventionnelle du bâtiment a ensuite été initiée. Le bâtiment administratif non nucléaire C a été démoli plus tôt en 2018.

La méthodologie pour la libération du site est en cours de préparation et fait l'objet de discussions entre l'AFCN et Bel V. La méthodologie repose sur une « historical site assessment » et prévoit des prélèvements d'échantillons sur le terrain.

### 1.2.4 Institut National des Radioéléments (IRE)

L'Institut National des Radioéléments poursuit son programme de conversion de la purification de radio-isotopes à partir d'uranium peu enrichi (LEU) dans le but d'abandonner l'utilisation d'uranium fortement enrichi (HEU). L'AFCN a autorisé cette conversion. Ce nouveau

processus doit encore être approuvé par Bel V une fois tous les problèmes techniques résolus.

Le 30 novembre, un événement (une fuite à l'intérieur d'une cellule chaude lors de la production d'iode à partir de HEU) sans conséquence pour la santé humaine ou l'environnement a été déclaré au régulateur (INES niveau 1).

En parallèle, une nouvelle méthode de production pour la génération de molybdène-99 avec un accélérateur est toujours en cours d'examen.

Certains résidus issus du processus mis au point par l'IRE seront probablement traités par le SCK•CEN à l'avenir, à l'aide d'un dérivé du processus PUREX appelé RECUMO.

La deuxième Réévaluation périodique de sûreté de l'IRE s'est terminée. Un plan d'action découlant de cette réévaluation périodique et prenant en compte des marges conceptuelles afin de consolider la conception de l'installation a été présenté au Conseil scientifique de l'AFCN et approuvé par ce dernier en décembre 2018.

IRE-Elit, une filiale de l'IRE, continue d'étendre la production du générateur Ga/Ge et de stimuler de nouvelles activités, plus particulièrement pour le développement de nouveaux produits radiopharmaceutiques.

### 1.2.5 JRC-Geel

L'exploitation de l'installation GELINA, le service de spectrométrie de masse, du bâtiment principal, du bâtiment des déchets et des appareils à rayons X s'est déroulée sans problème majeur.

En 2018, plusieurs événements significatifs ont été signalés par l'exploitant (découverte d'une source dans un coffre-fort, dommages à des conduites ou câbles lors de travaux d'excavation/routiers, violation du principe des quatre yeux lors d'un transport interne, coupure accidentelle d'une main, etc.).

# Activités réglementaires en Belgique

Ces événements ont été analysés par JRC-Geel et le service de contrôle physique et des actions correctives ont été définies.

Un avancement significatif a été enregistré dans le plan d'action PSR. Par exemple, fin 2018, le Safety Analysis Report (SAR) de JRC-Geel a été soumis pour approbation au régulateur. Les autres actions de la réévaluation périodique sont suivies de près.

En 2018, JRC-Geel a poursuivi la mise en œuvre d'un Système de gestion intégré. Il reste cependant un certain nombre de défis, tels que la mise en conformité avec le nouvel arrêté royal sur la capacité de réaction et intervention d'urgence ou la finalisation de plusieurs modifications en cours (installation d'un nouvel accélérateur Tandem, démantèlement de la station d'effluents centrale, etc.).

L'ONDRAF a approuvé la certification de JRC-Geel pour la caractérisation des déchets et l'évacuation des déchets a repris.

## 1.2.6 Franco-Belgian Fuel Fabrication (FBFC)

Le démantèlement du bâtiment 5 s'est poursuivi en 2018. La démolition contrôlée du bâtiment 2 a été achevée.

Les notes de méthodologie pour le bâtiment 5 et les canaux ainsi que le dossier de libération pour le bâtiment 5 (phase 1) de Franco-Belgian Fuel Fabrication ont été approuvés en 2018.

La réception de l'installation de tri (FREMES) a été exécutée début 2018.

## 1.2.7 Autres installations (de classe II et III)

Bel V a procédé à plus de 100 inspections des services de contrôle physique dans des installations de classes IIA, II et III en 2018. De nouveaux cyclotrons ont été ajoutés à la liste des machines non utilisées et non démantelées. Les déchets

radioactifs stockés sur place, et parfois dans des institutions publiques comme des universités, sont restés un point d'attention pour Bel V. De nouveaux projets font également leur apparition, nécessitant l'octroi d'une licence d'exploitation ou sa modification : nouveaux systèmes de protonthérapie, agrandissement des installations, nouvelle conception pour la production de radio-isotopes, etc. Fin 2018, une modification de l'arrêté royal du 20 juillet 2001 est entrée en vigueur, affectant l'organisation de la supervision des services de contrôle physique, notamment pour les classes II et III.

## 1.3 Capacité de réaction et intervention d'urgence

### 1.3.1 Activation réelle d'une réponse externe d'urgence

Le 30 novembre 2018, un incident s'est produit en cours de processus de production de radioisotopes à l'IRE (voir §1.2.4). Cet incident, déclaré par l'exploitant selon la classe d'urgence « Alerte », n'a pas conduit à l'activation du plan d'urgence nucléaire et radiologique belge (PUNRB) et des structures de réponse associées. Toutefois, l'AFCN a décidé d'activer en milieu de matinée la cellule interne de crise commune AFCN/Bel V (CI<sup>2</sup>C) afin d'assurer un suivi de l'évolution de la situation et de décider s'il s'avérait nécessaire de demander au ministre de l'Intérieur l'activation du PUNRB. Un expert de Bel V a participé aux travaux de la CI<sup>2</sup>C. Après rétablissement de la situation et confirmation de l'absence de tout risque de dégradation de la situation, les travaux de la CI<sup>2</sup>C ont été clôturés dans le courant de l'après-midi.

L'incident n'a eu aucune conséquence pour la population ou l'environnement.

Après les activations réelles du PUNRB en 2008 (IRE) et 2017 (Doel 4) et à côté des exercices réguliers auxquels Bel V participe (voir ci-après), cette réponse externe d'urgence sans activation réelle du PUNRB a permis de confirmer la

capacité de Bel V à répondre aux sollicitations et aux tâches qui lui sont dévolues dans ce cadre.

### 1.3.2 Exercices d'intervention d'urgence

Trois exercices de capacité de réaction et d'intervention d'urgence ont été organisés en 2018 sous la supervision de la Direction Générale Centre de Crise du Service Public Fédéral Intérieur (DG Centre de crise) :

- en mai pour la centrale nucléaire de Doel : exercice partiel limité à l'interaction entre la cellule de crise de l'exploitant (on-site) et la cellule d'évaluation CELEVAL (off-site) ;
- en novembre pour l'IRE : exercice méthodologiquement accompagné, avec la participation des autorités et des services d'urgence locaux, ainsi que des comités et cellules fédéraux (comité de coordination, cellules d'évaluation, d'information et de mesure). Une équipe d'accompagnement a assisté toutes les instances participantes à tous les stades (développement, préparation, exécution et évaluation) de cet exercice. Suite à des actions de « gilets jaunes », le volet local de l'exercice a malheureusement dû être arrêté, limitant en conséquence grandement les objectifs associés. Les efforts de préparation (tels que le développement d'inserts originaux) n'ont dès lors pu être valorisés à leur juste mesure ;
- en novembre pour la centrale nucléaire de Tihange : exercice partiel limité à l'interaction entre la cellule de crise de l'exploitant (on-site) et la cellule d'évaluation CELEVAL (off-site). Il est à noter que cet exercice a été largement perturbé (interruption, puis suspension) suite à la survenue d'un incident réel à l'IRE (voir §1.3.1 ci-dessus) ;

Tous ces exercices 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. Bel V a été fortement impliquée dans ces exercices, comme partie prenante, mais également comme « contrôleur »

et « évaluateur » pour l'exercice réalisé pour l'IRE (un représentant de Bel V y a été désigné comme membre de l'équipe de gestion de l'exercice et un autre comme « évaluateur » de la cellule d'évaluation). Un représentant de Bel V a également été associé à un workshop destiné aux premiers intervenants organisé dans le cadre de l'exercice méthodologiquement accompagné pour l'IRE.

Ces exercices, qui permettent aux personnes impliquées de Bel V de mettre en application à intervalles réguliers les dispositions prévues dans les plans et procédures opérationnelles, ont également permis de faire un certain nombre de constats qui feront, après analyse, l'objet d'actions spécifiques.

En plus des exercices repris ci-dessus, Bel V a participé, de façon limitée toutefois, à deux exercices internationaux organisés respectivement par les Pays-Bas (exercice « Shining Spring » pour la centrale nucléaire de Borssele) et la France (centre nucléaire de production électrique de Fessenheim).

### 1.3.3 Autres activités dans ce domaine

L'année 2018 a été marquée par la publication au Moniteur belge, le 6 mars, de l'Arrêté royal du 1er mars 2018 portant fixation du « Plan d'Urgence Nucléaire et Radiologique pour le territoire belge », aboutissement d'un processus initié après la catastrophe de Fukushima par la DG Centre de Crise et auquel Bel V a été associée avec l'AFCN au sein du comité de rédaction de cette version révisée. À noter qu'une campagne d'information sur le risque nucléaire et sur la distribution de comprimés d'iode stable a été lancée en marge de cette publication et s'est poursuivie tout au long de l'année 2018.

Bel V a participé à la poursuite des projets initiés les années précédentes (comme le développement d'améliorations concernant la protection des intervenants en situation d'urgence radiologique et les formations associées).

# Activités réglementaires en Belgique

## 1.3.4 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, observation et évaluation de la réaction de l'équipe de crise de Bel V, de l'exploitant et des autres parties impliquées (cellule d'évaluation de la DG Centre de Crise).
- Il est également à noter que des réunions d'échanges entre participants de Bel V ont été organisées après ces exercices afin de renforcer le retour d'expérience du personnel de Bel V concerné.
- Des exercices et tests limités de communication et de disponibilités ont été organisés tout au long de l'année. Un total de 29 tests de ce type a eu lieu en 2018.
- Un représentant de Bel V a participé à un « consultancy meeting » organisé par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et consacré à l'harmonisation de l'implémentation des actions de protection en cas de situation d'urgence transfrontalière (Vienne, novembre 2018).
- Bel V a contribué à plusieurs sessions de formations organisées par l'Institut européen de formation et de tutorat en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection (ENSTTI) et dédiées aux questions liées aux dispositions d'urgence (**Emergency Preparedness & Response**) (Madrid en avril 2018 et Singapour en novembre 2018).
- Bel V est associée à un projet coordonné par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire en France (IRSN) et établi dans le cadre du programme de R&D H2020 (projet FASTNET : FAST Nuclear Emergency Tools). Ce projet a démarré en 2016 et s'étale sur 4 ans. Dans ce contexte, deux représentants de Bel V ont participé à un workshop de deux jours à Fontenay-Aux-Roses (mai 2018) et Bel V a contribué à la réalisation d'exercices organisés dans le cadre de ce projet.

## 1.3.5 Coopération internationale

Bel V a pris part, partiellement en appui des autorités belges compétentes, aux activités et groupes de travail suivants :

- **Working Group Emergencies** de HERCA (Heads of European Radiological protection Competent Authorities) (Luxembourg en janvier 2018, Prague en mars 2018 et Dublin en septembre 2018) ;
- réunion d'échanges entre l'IRSN, l'AFCN et Bel V sur la capacité de réaction et d'intervention d'urgence (Fontenay-Aux-Roses, mai 2018) ;
- réunions d'échanges entre les autorités belges et néerlandaises.

# Évaluations de sûreté et projets nationaux

# 2

Dans les différentes installations nucléaires en Belgique, force est de constater la diversité des projets et des évaluations de sûreté en cours. Ceci impose de maintenir et renforcer l'expertise de Bel V déjà disponible et de continuer à l'accroître davantage dans l'avenir.

Voici un aperçu général des activités 2018 parmi les principaux projets réglementaires.

Pour l'Internal Fire Level 1 PSA, Bel V a fourni son évaluation finale des études « Fire PSA Level 1 » pour toutes les unités nucléaires de puissance. Sur la base de ces études et du « Fire Hazard Analysis », l'exploitant ENGIE Electrabel a proposé des plans d'action axés sur la protection incendie. Leur implémentation est en cours et est suivie par Bel V.

Dans le cadre des révisions décennales, l'IRE et Belgoprocess (site 1) ont transmis aux autorités de sûreté leurs rapports d'évaluation, qui ont fait l'objet d'un examen par Bel V, dont les résultats ont été discutés avec l'AFCN. Dans le futur, des plans d'action devront être exécutés par les exploitants sous la supervision de Bel V. Par ailleurs, la préparation des futures révisions décennales des unités nucléaires de puissance est engagée entre l'AFCN, Bel V et ENGIE Electrabel.

Huit années après l'accident de Fukushima-Daiichi, l'exploitant a quasiment réalisé l'ensemble des plans d'action prévus sur les unités de Doel et Tihange. Notamment, les procédures liées aux pertes d'alimentation électrique ou de sources froides sont opérationnelles ainsi que l'utilisation des événements filtrés (à l'exception de Doel 1/2, prévu en 2019). Parmi les actions les plus importantes, reste encore à installer le back-up du centre opérationnel de crise à Tihange.

L'évaluation du cas de sûreté associé au site d'entreposage de déchets radioactifs de courte et moyenne durées est toujours en cours : une nouvelle révision du cas de sûreté devra être soumise par l'exploitant ONDRAF en 2019.

Le projet du réacteur de recherche MYRRHA a été marqué par l'annonce en septembre 2018 de la continuation du support financier de l'état fédéral sur la période 2019-2038, incluant l'installation de l'accélérateur MINERVA et le développement de MYRRHA. Dans ce contexte, Bel V s'est concentré sur l'évaluation du « Design Options and Provisions File » (DOPF) et les points d'attention liés notamment aux aspects de la chimie de l'eutectique plomb-bismuth, des matériaux et du combustible. La « Project Note » de MINERVA a fait l'objet d'une évaluation de Bel V en 2018.

Le projet de stockage à sec (SF<sup>2</sup>) sur les sites de Tihange et Doel est motivé par la future saturation des installations de stockage du combustible usé temporaires actuelles. Suite à la demande de licence introduite par ENGIE Electrabel en mai 2018 pour le site de Tihange, Bel V a transmis à l'AFCN son rapport d'évaluation de sûreté sur le rapport préliminaire d'analyse de sûreté fourni par l'exploitant.

Un nouveau projet de « pre-licensing » RECUMO (« Recovery and Conversion of Uranium from Molybdenum Production ») a été démarré par le SCK•CEN en vue du traitement des résidus HEU des cibles irradiées de l'IRE. Sur la base des discussions avec les autorités de sûreté traitant notamment d'aspects liés au processus chimique et aux études d'accidents externes, l'exploitant a transmis fin 2018 un rapport préliminaire d'analyse de sûreté.



## 2.1 Analyse probabiliste de sûreté (PSA)

En 2017, ENGIE Electrabel et ENGIE Tractebel ont développé un Internal Fire PSA niveau 1 pour chaque centrale nucléaire belge dans le cadre de la mise en œuvre des niveaux de référence WENRA (version 2008) pour les centrales nucléaires existantes, conformément aux dispositions de l'arrêté royal du 30 novembre 2011 portant prescriptions de sûreté des installations nucléaires belges. En 2018, Bel V a procédé à son évaluation finale de ces Internal Fire PSA niveau 1 pour l'ensemble des unités. Cet examen a donné lieu à plusieurs recommandations, qui ont été mises en œuvre par ENGIE Electrabel ou le seront. Sur la base de l'Internal Fire PSA et de la Fire Hazard Analysis de chaque unité, ENGIE Electrabel a proposé un plan d'action pour la protection

incendie, dont la mise en œuvre est en cours et surveillée par Bel V (dans le cadre des inspections des centrales nucléaires).

Bel V a également revu les mises à jour des Internal Events niveau 1 et PSA niveau 2. En 2018, les mises à jour du PSA niveau 1 pour Doel 3, Doel 4, Tihange 2 et Tihange 3 ont été finalisées par ENGIE Electrabel et ENGIE Tractebel. Les mises à jour du PSA niveau 1 pour Doel 1/2 et Tihange 1 se poursuivront en 2019. Des mises à jour sont également en cours pour le PSA niveau 2 pour les unités représentatives.

Les activités internationales et R&D de Bel V sur la méthodologie et les applications des analyses PSA sont présentées au point 4.4 sur la Recherche et le Développement.

## 2.2 Réévaluations périodiques de sûreté (PSR)

La réévaluation PSR consiste en une évaluation par l'exploitant des « facteurs de sûreté » définis par le Guide de sûreté de l'AIEA SSG-25<sup>1</sup>, dont l'utilisation a été exigée par l'AFCN pour toutes les installations nucléaires de classe I.

Des contacts ont eu lieu durant le second semestre, entre l'AFCN, Bel V et l'exploitant, en vue de préparer les prochaines réévaluations périodiques de sûreté des centrales nucléaires.

À la fin de 2016, l'AFCN a approuvé la méthodologie destinée à évaluer les facteurs de sûreté constituant le cadre des PSR de l'IRE. En 2018, l'IRE a soumis ses rapports d'évaluation pour les facteurs de sûreté ainsi que le rapport d'évaluation global aux autorités de sûreté, qui ont ensuite été évalués par Bel V. Sur la base des résultats de l'évaluation de l'IRE et de Bel V, un plan d'action a été mis en place et présenté au Conseil scientifique fin 2018. Le plan d'action a été approuvé et sera mis en œuvre entre 2019 et mi-2021.

Dans le cadre de la réévaluation périodique de sûreté du Site 1 de Belgoprocess, Bel V a reçu fin juin les rapports d'évaluation des facteurs de sûreté individuels, ainsi que le rapport d'évaluation global, incluant un plan d'action. Les mois suivants, ces documents ont été analysés par Bel V. Différentes réunions de concertation ont eu lieu entre Bel V et Belgoprocess pour discuter des remarques de Bel V. Le

---

1 Les facteurs de sûreté sont les suivants : conception de l'unité, état réel des systèmes, structures et composants pertinents pour la sûreté, qualification des équipements, vieillissement, analyse de sûreté déterministe, évaluation de sûreté probabiliste, analyse des dangers, performance de sûreté, utilisation de l'expérience d'autres centrales et de résultats de recherche, organisation, système de gestion, culture de sûreté, procédures, facteurs humains, planification d'urgence et impact radiologique sur l'environnement.

résultat de l'analyse par Bel V revêt la forme de 16 rapports d'évacuation de la sécurité qui ont été remis fin novembre à l'AFCN. Bel V a ensuite reçu des commentaires de l'AFCN et les a, le cas échéant, après discussion avec l'AFCN, pris en compte dans une révision des rapports d'évaluation de sûreté.

## 2.3 Exploitation à long terme (LTO) – Tihange 1

L'implémentation à Tihange 1 du plan d'actions LTO s'est poursuivie en 2018 pour les deux thèmes non clôturés suivants<sup>2</sup> :

- développement d'un programme de gestion du vieillissement (« Ageing Management ») ;
- réévaluation/amélioration de la conception (« Agreed Design Upgrade »).

Les travaux liés au thème « Ageing » (domaines Électricité, Instrumentation et contrôle-commande, Systèmes et structures mécaniques, Génie civil) ont, pour la plupart, été menés à terme lors de l'arrêt de tranche 2016 (conformément au plan d'actions LTO). Les rares exceptions ont été dûment justifiées auprès de l'AFCN et de Bel V et sont depuis en voie de clôture (à l'exception d'un seul projet qui ne pourra être terminé que lors de la révision 2019).

L'examen et l'approbation des demandes de clôture des projets LTO introduites par l'exploitant concernant ce thème ont encore constitué une grande part de la charge de travail de Bel V en 2018.

Le bilan des projets « Ageing » clôturés par Bel V s'établit, fin 2018, à 86 projets sur 90 demandes introduites (le nombre total de projets « Ageing » étant de 94).

---

2 Les thèmes « Préconditions LTO » et « Gestion des compétences et des connaissances » ont été clôturés en septembre 2015 conformément au planning de réalisation du plan d'actions approuvé par l'Autorité de sûreté.

En parallèle, Bel V a contrôlé l'avancement des engagements du plan d'actions liés au thème « Design », dont les projets majeurs ont évolué comme suit en 2018 :

- Pour rappel, la construction des deux nouveaux bâtiments (BUR-D et BUR-E) et des galeries techniques réalisée dans le cadre de l'extension du Système d'Ultime Repli (SUR) de Tihange 1 s'est terminée en 2017. Les dossiers de modification soumis à Bel V relatifs à l'installation des équipements internes (tableaux électriques, groupes diesels, pompes, réservoirs, tuyauteries, systèmes de ventilation, etc.) ont été examinés et approuvés (dont un partiellement). Des travaux préparatoires sont en cours. Les derniers dossiers de modification liés au SUR étendu à réaliser lors de la prochaine révision seront présentés début 2019 à Bel V pour approbation. Une organisation et une stratégie spécifiques pour la réception de ce projet seront mises en œuvre par l'exploitant afin de permettre à Bel V d'assurer un suivi adéquat de cette phase cruciale et d'y consacrer les ressources nécessaires. La mise en service complète de l'extension du SUR (clôture du projet) est prévue fin 2019.
- Les améliorations de la protection incendie sont réalisées en 4 phases, de 2015 à fin 2019. Les 2 premières phases ont été clôturées fin 2018. Les travaux et modifications relatives aux phases 3 et 4 de ce projet LTO seront finalisés lors de l'arrêt 2019 de Tihange 1.

Lors de l'arrêt de tranche 2018 (qui s'est déroulé du 13 octobre au 12 novembre) et conformément à l'arrêt royal du 27 septembre 2015 complétant les conditions d'exploitation de la centrale nucléaire de Tihange 1 dans le cadre de l'exploitation à long terme, la réception des différentes actions LTO exécutées lors de cette révision a été attestée par Bel V avant le démarrage consécutif à celle-ci.

En conclusion, la grande majorité des engagements et des projets du plan d'actions LTO de Tihange 1 progresse conformément au planning approuvé par l'AFCN et Bel V et sans retard notable.

## 2.4 Exploitation à long terme (LTO) – Doel 1/2

En 2015, l'exploitant a établi un plan d'action intégré. Le caractère complet des différents modules de travail et des documents sous-jacents à la base du plan d'action intégré ainsi que la conformité de ce plan d'action aux exigences décrites dans la note stratégique de l'AFCN de septembre 2014 ont été évalués et confirmés en 2015. Ce plan d'action inclut une hiérarchisation des actions et un planning associé de sorte que les actions définies puissent être réalisées pour le jalon principal de ce projet, à savoir le redémarrage en exploitation LTO (la « date TO »). L'exécution de toutes les actions prioritaires devant être achevées avant le redémarrage en exploitation LTO (cycle 41), alors qu'il devait également être satisfait à des conditions préalables au LTO, a été attestée par Bel V fin 2015. Les autres modifications peuvent être étalées sur une période de 3 ans (exceptionnellement de 5 ans) après approbation du dossier LTO.

En 2018, Bel V s'est surtout concentrée sur la préparation et l'exécution des différentes actions LTO planifiées lors du fonctionnement en puissance et pendant l'arrêt commun de 2018, qui a été démarré dans le courant d'avril et s'est prolongé jusqu'en 2019.

L'AFCN a, avec le soutien de Bel V, procédé à une FLITS (*fast limited inspection with thematic scope*) concernant la gestion des révisions pour la révision LTO de Doel 1/2.

## 2.5 Projet BEST

À la suite de l'accident de la centrale japonaise de Fukushima-Daiichi survenu le 11 mars 2011, un programme de réévaluation de la sûreté à grande échelle a été mis en place dans les États membres de l'Union européenne exploitant des centrales nucléaires sur leur territoire. Ce programme de « stress-tests » était destiné à réévaluer les marges de sûreté des centrales nucléaires européennes face à des événements

# Évaluations de sûreté et projets nationaux

naturels extrêmes et à prendre les mesures nécessaires le cas échéant.

Voici les étapes principales des stress-tests des centrales nucléaires belges :

1. rapports d'ENGIE Electrabel (2011) ;
2. rapport national de l'autorité de sûreté (2011) ;
3. examen par des pairs, visite dans le pays et rapport global final de l'ENSREG (groupe des régulateurs européens dans le domaine de la sûreté nucléaire), en conformité avec la méthodologie de l'ENSREG (2012) ;
4. plan d'actions d'ENGIE Electrabel reposant sur les résultats des étapes précédentes et approuvé par l'autorité de sûreté (2012).

Bel V a été impliquée dans les étapes 2 à 4.

Bel V est à présent en charge d'un suivi technique et organisationnel de l'implémentation des actions par ENGIE Electrabel. Ce suivi inclut l'évaluation d'études et de mises en œuvre, des réunions de suivi régulières et inspections sur site, parfois avec la contribution de l'AFCN.

Depuis 2011, les sites de Doel et Tihange ont fait l'objet de différentes réalisations, telles que : renforcements de structures, systèmes et composants pour résister à un séisme important, construction de protections contre l'inondation et moyens mobiles supplémentaires (pompes, générateurs diesel). Les deux sites sont maintenant protégés de manière adéquate contre les risques naturels tels que les inondations ou les séismes.

Fin 2018, les stratégies permettant de faire face à des pertes d'alimentation électrique ou de sources froides sont opérationnelles sur les deux sites. De même, des événements filtrés ont été installés sur les unités de Doel et de Tihange et sont maintenant opérationnels (à l'exception de Doel 1/2, où ces équipements, installés dans le cadre du projet LTO, seront opérationnels en 2019), ce qui contribue substantiellement à l'amélioration de la gestion des

accidents graves. La mise en place d'un nouveau backup du centre opérationnel de crise actuel à Tihange est la dernière des actions les plus importantes à finaliser dans le cadre du plan d'actions faisant suite aux stress-tests.

En résumé, à la fin de 2018, l'exploitant ENGIE Electrabel a réalisé plus de 99 % du plan d'actions, et considère que l'essentiel des actions restantes devrait être réalisé en 2019.

En 2018, tout comme lors des années précédentes, ENGIE Electrabel a tenu Bel V et l'AFCN informées des raisons de postposer ou modifier certaines actions, comme la complexité des études et des mises en œuvre, la présence d'actions supplémentaires découlant des conclusions d'études, des retards dus à des difficultés en relation avec les fournisseurs (respect des spécifications, faillites, etc.) ou la nécessité d'organiser ces activités pendant les arrêts. L'analyse des causes des retards a donné lieu à des révisions du plan d'actions. Ces retards ont parfois été importants (un, voire deux ans estimés) pour les améliorations de sûreté les plus ambitieuses, et ont affecté l'avancement général du projet BEST.

## 2.6 Combustible utilisé et gestion des déchets radioactifs

En collaboration avec l'AFCN, Bel V est impliquée dans le processus relatif à la demande d'autorisation (depuis la demande d'autorisation introduite par l'ONDRAF le 31 janvier 2013) concernant le futur site d'entreposage de déchets radioactifs de courte et moyenne durées (déchets de catégorie A) à Dessel. Dès que l'AFCN et Bel V ont eu approuvé les réponses de l'ONDRAF à toutes les questions issues de l'examen réglementaire, Bel V a vérifié en 2018 si ces réponses avaient été prises en compte dans la révision du dossier de sûreté. En 2019, l'ONDRAF soumettra officiellement une nouvelle version du dossier de sûreté. Une fois ce dossier de sûreté entièrement vérifié, l'AFCN et Bel V prépareront la première réunion du Conseil scientifique, qui est également prévue pour 2019.

En 2014, l'AFCN et Bel V ont initié une collaboration dans le cadre du programme belge de stockage définitif des déchets B&C en formations géologiques profondes. À cette étape du programme, l'accent de Bel V porte sur les discussions organisées avec l'ONDRAF pour communiquer les attentes et visions de l'organisme de réglementation ainsi que sur le développement de ses connaissances et de son expertise. Les deux aspects revêtent une importance critique pour l'examen du « Safety & Feasibility Case 1 » (SFC 1), qui sera soumis par l'ONDRAF en 2022. En 2018, Bel V a contribué activement à la mise en œuvre du plan de déploiement lié aux « Strategic Research Needs » (SRN) identifiant et structurant les besoins en R&D de l'organisme de réglementation.

Dans le cadre de l'approbation par Bel V du Topical Safety Assessment Report (TSAR) pour un nouveau type de fût à double usage pour le stockage de combustible usé sur le site de Doel, le processus Q&R entre les différentes parties prenantes s'est poursuivi en 2018. En 2018, des discussions ont encore eu lieu pour d'autres nouveaux types de fûts à double usage pour le stockage de combustible usé sur les sites de Doel et Tihange. Ces discussions ont eu lieu dans le cadre du projet SF<sup>2</sup> (Installation de stockage de combustible usé) prévu sur les deux sites. L'analyse du Topical Safety Assessment Report (TSAR) pour un nouveau fût pour le transfert humide de combustible usé sur le site de Tihange est également en cours, en collaboration avec l'AFCN.

En 2013, une substance analogue à un gel a été découverte dans plusieurs fûts contenant des déchets, provenant de la centrale nucléaire de Doel, stockés chez Belgoprocess. Des examens plus approfondis ont permis de découvrir que des milliers de fûts stockés chez Belgoprocess étaient potentiellement affectés par cette problématique de formation de gel. Un plan d'action a été développé par l'ONDRAF et Belgoprocess pour remédier à ce problème. Citons parmi ces actions la construction d'une nouvelle installation dédiée au stockage de ces fûts sur le site de Belgoprocess. Une phase préalable à l'autorisation de ce projet a été initiée en 2016, suivie par une demande de

licence en 2017. En 2018, l'ONDRAF et Belgoprocess ont décidé de mettre un terme à ce processus de demande d'autorisation et ont initié une nouvelle phase préalable à l'autorisation, basée sur un nouveau concept de l'installation. Bel V a procédé à une analyse de sûreté des documents envoyés par Belgoprocess dans ce cadre.

## 2.7 MYRRHA

MYRRHA est un dispositif d'irradiation multifonctionnel couplant un accélérateur de protons de 600 MeV à un réacteur à spectre rapide de 100 MWth refroidi à l'eutectique plomb-bismuth par le biais de réactions de spallation. 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 2018.

2018 a été marquée par l'annonce, début septembre, de la poursuite du support fédéral pour le projet MYRRHA, c'est-à-dire le financement, sur la période 2019-2038, de la phase 1 du projet, l'accélérateur MINERVA, ainsi que le développement et des études du projet d'installation MYRRHA.

Selon le calendrier fourni, le SCK•CEN souhaite sélectionner la conception et terminer la phase préalable à l'autorisation à la fin de 2020, dans le but de soumettre la demande d'autorisation MYRRHA à l'AFCN au début de 2025.

En 2018, Bel V s'est concentrée sur l'évaluation du Design Options and Provisions File (DOPF), un document rédigé par le concepteur et comportant des détails, à partir d'une approche verticale, des objectifs, des options, de la conception et des spécifications opérationnelles, ainsi que des dispositions en matière de sûreté. Les principaux sujets abordés étaient liés à la justification d'options de conception sélectionnées, au contrôle de la réactivité et au système de gestion.

En parallèle, Bel V a poursuivi son évaluation des documents du SCK•CEN en réponse à des points d'attention (sujets techniques neufs ou qui manquent de maturité, qui sont

spécifiques à MYRRHA et qui ont un impact sur la sûreté de l'installation) identifiés par l'organisme de réglementation (l'AFCN et Bel V), principalement en ce qui concerne la chimie d'eutectique plomb-bismuth, les matériaux et le combustible.

Fin 2017, le SCK•CEN a lancé le projet MINERVA, un projet d'autorisation pour la création et l'exploitation d'un accélérateur de protons linéaire de 100 MeV (phase 1 de MYRRHA), qui sera ensuite upgradé à 600 MeV (phase 2 de MYRRHA). MINERVA sera utilisé pour valider le choix technique de l'accélérateur MYRRHA et sa fiabilité.

De plus, MINERVA sera également lié à une installation de cible protons (PTF – Proton Target Facility) pour la recherche d'applications médicales novatrices et la réalisation d'expériences physiques dans le domaine de la physique subatomique et des rayonnements.

Les expériences physiques devraient profiter de manière spécifique des temps de couplage longs et stables qu'offrira l'accélérateur MYRRHA.

En 2018, Bel V a procédé à l'analyse préliminaire de la MINERVA Project Note émise par le SCK•CEN.

## 2.8 SF<sup>2</sup> – installations de stockage du combustible usé

ENGIE Electrabel a mis fin, en octobre 2017, au processus de « pre-licensing » de deux installations de stockage temporaires du combustible usé sur site : l'une sur le site de Doel et l'autre sur le site de Tihange. Le concept de stockage à sec avec fûts à double usage (transport et stockage) a été sélectionné pour les deux installations. Soulignons que les installations de stockage du combustible usé temporaires actuelles de Doel et Tihange seront saturées d'ici 2023.

La démonstration de sûreté SF<sup>2</sup> repose sur le nouveau guide de l'AFCN sur la démonstration de sûreté pour les nouvelles

installations nucléaires de classe I, prenant en compte la déclaration du WENRA sur les objectifs de sûreté pour les nouvelles centrales nucléaires.

L'opinion finale de l'Autorité de sûreté sur le « pre-licensing » a été publiée en janvier 2018 et présentée au Conseil Scientifique de février 2018. L'Autorité de sûreté a émis l'avis, suivi par le Conseil Scientifique, que le « pre-licensing » pouvait être conclu de manière positive, moyennant la prise en compte, dans le cadre de la demande d'autorisation, des commentaires potentiellement bloquants formulés par Bel V sur le Design Options and Provisions File (DOPF), document de synthèse du « pre-licensing » présentant les dispositions de sûreté et de sécurité de SF<sup>2</sup>.

ENGIE Electrabel a soumis une demande de licence pour le site de Tihange en mai 2018. Bel V a effectué l'examen du rapport préliminaire de sûreté (PSAR) et un rapport d'évaluation de la sûreté (SER) a été publié par Bel V en octobre 2018. L'AFCN a alors fixé des délais dans lesquels l'Autorité de sûreté attendait une réponse adéquate aux commentaires de Bel V. Deux échéances ont ainsi été définies : la première échéance a été fixée au plus tard avant l'avis préalable provisoire du Conseil Scientifique et la seconde échéance a été fixée au plus tard avant l'avis définitif du Conseil Scientifique.

Compte tenu des nombreuses modifications à apporter au PSAR avant le premier examen par le Conseil Scientifique et du temps nécessaire au processus d'examen de la nouvelle demande d'autorisation par l'Autorité de sûreté, cette dernière a considéré que la date prévue pour le premier Conseil Scientifique, à savoir le 22 février 2019, n'était pas réaliste. Une session extraordinaire du Conseil Scientifique a été fixée au 5 avril 2019. La nouvelle demande d'autorisation pour le site de Tihange est attendue pour janvier 2019.

La demande d'autorisation pour le site de Doel devrait suivre quelques mois après. Les deux installations de stockage de combustible usé SF<sup>2</sup> devraient être opérationnelles en 2023. Bel V estime ce planning particulièrement ambitieux.

## 2.9 RECUMO

En 2017, une concertation préalable a été initiée entre l'autorité de sûreté nucléaire (AFCN et Bel V) et le SCK•CEN dans le cadre du projet RECUMO (*Recovery and Conversion of Uranium from Molybdenum Production*) en vue du traitement des résidus HEU de cibles irradiées de l'IRE.

Dans le courant de 2018, différents documents et études de sûreté ont été transmis pour analyse à l'autorité de sûreté. Lors de réunions de concertation régulières entre l'AFCN et Bel V d'une part et le SCK•CEN d'autre part, l'état d'avancement a été communiqué et des commentaires abordés. Des réunions de concertation ponctuelles techniques ont également été organisées entre experts de l'exploitant et experts du législateur, en particulier à propos des aspects liés au processus chimique et des études d'accidents externes. Les résultats des discussions des documents sous-jacents ont été regroupés par le SCK•CEN dans un projet de « Preliminary Safety Analysis Report » (PSAR), qui a été transmis en décembre à l'AFCN, servant de base à une opinion finale en conclusion de la concertation préalable de RECUMO.

# Évaluations de sûreté et projets nationaux

# Activités et projets internationaux

# 3



### 3.1 Activités OCDE et AIEA

Bel V a participé aux activités des commissions, des groupes de travail et des réunions suivantes de l'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Économiques) :

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

- divers projets de l'OCDE (voir également point 4.4 sur la recherche et le développement).

L'ancien Directeur général de Bel V (qui a pris sa retraite en 2018) est membre du Groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire (INSAG) de l'AIEA, et a participé à la réunion d'automne. Il continue d'exercer cette fonction. Il était également vice-président du Steering Committee du « Technical and Scientific Support Organization Forum » (TSOF) de l'AIEA et Bel V a participé à deux réunions du TSOF en 2018. La représentation de Bel V au sein du TSOF a été reprise en 2018 par le nouveau Directeur général de Bel V. Jusqu'à la mi-2018, le Directeur général de Bel V a également été le représentant belge au sein du « Nuclear Safety Standards Committee » (NUSSC) de l'AIEA. En 2018, ce rôle a été repris par un représentant de l'AFCN.

Un représentant de Bel V est un membre du « Steering Committee on Regulatory Capacity Building and Knowledge Management » (coordonné par l'AIEA). Il a participé à la dixième réunion de ce comité.

En octobre 2018, Bel V a organisé l'« International Conference on Challenges Faced by Technical and Scientific Support Organizations (TSOs) in Enhancing Nuclear Safety and Security: Ensuring Effective and Sustainable Expertise » de l'AIEA.

Des experts Bel V ont participé à plusieurs conférences, ateliers et réunions de comité technique de l'AIEA, principalement concernant les sujets suivants :

- mise en œuvre d'améliorations de sûreté dans les centrales nucléaires existantes ;
- conditions d'extension de la conception pour les centrales nucléaires ;
- retour d'expérience pour les centrales nucléaires et autres installations ;
- sûreté en exploitation ;

- évaluation des dangers sismiques ;
- sûreté des réacteurs de recherche ;
- interface de sûreté et de sécurité ;
- cybermenaces et sécurité informatique au sein des installations nucléaires ;
- démantèlement d'installations nucléaires.

## 3.2 Collaboration avec les autorités de sûreté

### 3.2.1 Western European Nuclear Regulators Association (WENRA)

Les représentants de Bel V ont participé, en support aux représentants de l'AFCN, aux réunions de printemps et d'automne de WENRA. La réunion de printemps a été organisée par l'AFCN à Gand (Belgique). Durant ces réunions a été discutée la progression du travail des sous-groupes (voir ci-dessous). En 2018, une attention spéciale a également été accordée à la stratégie future de WENRA, à plusieurs défis techniques actuels spécifiques (ségrégation carbone, interface sûreté-sécurité) et aux relations avec d'autres organisations internationales (comme l'AIEA et l'European Technical Safety Organisations Network).

#### RHWG (Reactor Harmonization Working Group)

Bel V a participé à deux des trois réunions RHWG organisées en 2018. En ce qui concerne les niveaux de référence de WENRA, le RHWG a poursuivi les discussions sur le benchmarking de la transposition des Niveaux de référence de 2014 dans les centrales nucléaires, le développement des niveaux de référence sur les dangers internes et sur les dangers externes (pour les dangers naturels et anthropiques) et la révision des niveaux de référence pour les problèmes C (système de gestion) et I (gestion du vieillissement). Le RHWG a travaillé sur une publication future consacrée à l'élimination pratique de scénarios d'accident et une publication sur la sûreté de systèmes passifs, qui a été publiée en juin. Un programme

pour révisions futures des niveaux de référence WENRA et le feed-back de l'examen thématique par les pairs portant sur la gestion du vieillissement ont également été abordés.

#### WGWD (Groupe de travail sur les déchets et le déclassement)

En 2018, l'AFCN et Bel V ont procédé à une auto-évaluation des réglementations belges par rapport aux niveaux de référence en matière de sûreté développés dans le rapport WENRA-WGWD intitulé « Radioactive Waste Treatment and Conditioning Safety Reference Levels ». Cette auto-évaluation a également fait l'objet d'un exercice de benchmarking au sein du groupe de travail lors de la 41e réunion WENRA-WGWD organisée à Ljubljana en septembre. Bel V a participé à cette réunion WENRA-WGWD et a présenté la position de l'organisme de réglementation belge et les explications requises à propos de l'auto-évaluation des réglementations belges.

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

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

Aucune réunion n'a eu lieu en 2018, mais une est planifiée pour février 2019.

### 3.2.3 Groupe de travail franco-suisse

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

# Activités et projets internationaux

En 2018, les sujets suivants ont notamment été abordés : problèmes relatifs aux cuves des réacteurs et à des composants mécaniques importants, retour d'expérience opérationnel concernant un nombre d'événements spécifiques survenus dans des installations nucléaires suisses et belges, évaluations de sûreté des événements de rupture de tubes du générateur de vapeur, niveaux de référence WENRA 2014 et démantèlement d'installations nucléaires.

## 3.2.4 Task Force on Safety Critical Software (TFSCS)

L'objectif de cette task force internationale est de constituer un dossier public des attentes réglementaires convenues sur la validation de systèmes d'instrumentation et de commande numériques critiques de sûreté mis en œuvre dans les installations nucléaires. La task force se compose d'experts en instrumentation numérique nucléaire des régulateurs et organisations de sûreté technique (TSO). Leur travail consiste à entretenir et actualiser un document consensuel sur la base de l'expérience, de l'expertise et de la pratique émergentes. L'échange d'informations et le partage de savoir-faire en matière d'autorisation sur l'instrumentation numérique dans les centrales en service et les nouvelles constructions constituent des atouts supplémentaires.

Bel V a créé cette task force et y a pris part activement depuis sa création en 1994, en assurant la présidence jusqu'en 2007. Onze instituts de dix pays sont actuellement des membres participants. Deux réunions plénières ont été organisées en 2018 (par ONR, Angleterre, 17-18 avril, et par l'IRSN, France, 18-19 octobre).

Une nouvelle édition du rapport de position commune sur les pratiques en matière d'autorisation a été mise à la disposition d'un large public sur les sites web de tous les membres au début de 2018. Les principales différences avec la version précédente ont trait à des problèmes de cybersécurité, qui nécessitent des mesures

de protection spécifiques contre tout accès non autorisé et des interactions malveillantes, tandis que les évolutions au niveau de la conception des circuits avec une logique intégrée programmable ont également été abordées.

La task force est en train de discuter d'une potentielle collaboration avec le « Working Group on Digital Instrumentation and Control of the Committee on Nuclear Regulatory Activities » (CNRA/WGDIC) afin de tirer profit d'une expérience supplémentaire et d'améliorer la qualité et l'efficacité à l'aide de ces échanges supplémentaires.

## 3.3 Coopération avec les organisations techniques de sûreté

### 3.3.1 EUROS SAFE

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

EUROS SAFE est renommée pour son annuel EUROS SAFE Forum, organisé à tour de rôle par GRS, l'IRSN et Bel V. En 2018, aucun EUROS SAFE Forum n'a toutefois été

organisé, à cause de l'organisation (par Bel V à Bruxelles) de l'« International Conference on Challenges Faced by Technical and Scientific Support Organizations (TSOs) in Enhancing Nuclear Safety and Security: Ensuring Effective and Sustainable Expertise », visant la majeure partie du public de l'EUROSAFE Forum.

L'EUROSAFE News est publiée chaque mois sous la forme d'une lettre d'information électronique. Cette lettre d'information met en avant les activités des organisations membres d'EUROSAFE dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Les lettres d'information sont disponibles sur le site Web d'EUROSAFE (<https://www.eurosafe-forum.org/taxonomy/term/1>). L'EUROSAFE News de février 2019 sera largement consacrée aux activités de Bel V.

### 3.3.2 European Technical Safety Organisations Network (ETSON)

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

D'octobre 2015 à octobre 2018, le Directeur général de Bel V (qui a depuis lors pris sa retraite) a été président d'ETSON. L'Assemblée générale d'ETSON et/ou le Conseil se sont réunis à Budapest (juin) et Bruxelles (octobre, à l'occasion de la conférence TSO de l'AIEA). Lors de la réunion de l'Assemblée générale d'octobre, l'actuel Directeur général de Bel V a été élu vice-président d'ETSON.

De 2012 au printemps 2018, un représentant de Bel V a présidé l'ETSON Technical Board for Reactor Safety (TBRS) afin d'offrir un aperçu des activités techniques d'ETSON, telles que le fonctionnement des groupes d'experts ETSON et la publication

des Technical Safety Assessment Guides (disponibles sur <http://www.etsn.eu/reports-and-publications>). En raison de son départ à la retraite, le rôle de président a été confié à un représentant de l'IRSN au printemps 2018.

Des représentants de Bel V ont participé activement aux groupes d'experts ETSON, ce qui a permis d'échanger des points de vue et des expériences avec des collègues d'autres organisations techniques de sûreté. Bel V préside l'« Expert Group on Ageing management » et l'« Expert Group on Human and Organisational Factors ».

Bel V participe également à l'ETSON Research and Development Group (ERG) et a pris en charge le rôle de président de l'ERG en 2018. Pour de plus amples informations, voir Section 4.4.2.

En septembre, Bel V a participé à l'ETSON JSP Summer Workshop 2018, un événement annuel principalement dédié à la promotion du réseautage et au partage de connaissances entre jeunes experts en nucléaire. L'événement de cette année, organisé par RATEN ICN (Roumanie), avait pour objet « Radioactive Waste Management, Environmental Protection and Decommissioning », 38 jeunes experts issus de 11 pays y participant. Bel V a apporté sa contribution à l'aide de deux présentations techniques concernant la problématique de la formation de gel dans des fûts contenant des déchets conditionnés et les risques d'incendie dans les installations de gestion des déchets radioactifs, mais aussi d'un exercice de groupe interactif sur l'organisation d'une inspection basée sur les performances de la gestion des déchets radioactifs dans une centrale nucléaire.

### 3.3.3 European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute (ENSTTI)

L'ENSTTI est une initiative de l'European Technical Safety Organisations Network (ETSON). L'ENSTTI est un institut de formation et de tutorat concernant les méthodes

# Activités et projets internationaux

et pratiques requises pour procéder à des évaluations de la sûreté nucléaire, de la sécurité nucléaire et de la radioprotection. L'ENSTTI fait appel à l'expertise de TSO européennes pour maximaliser le transfert de connaissances et compétences sur la base de l'expérience pratique et de la culture. Bel V est membre de ce réseau.

En 2018, des membres du personnel de Bel V ont donné les conférences suivantes :

- 16-20 avril (Bruxelles) : « Oversight of Safety culture and Management System » ;
- 25 avril (Madrid) : « Inspection of Emergency Planning Preparedness and Response Arrangements » ;
- 3 juillet (Cadarache) : « Safety Aspects and Regulatory Requirements related to Fusion Reactors in France » ;
- 30 octobre (Bruxelles) : « External Hazard Safety Assessment » ;
- 28-29 novembre (Singapore) : « Inspection of Emergency Planning Preparedness and Response Arrangements ».

### 3.3.4 Collaboration avec l'IRSN

Dans le cadre de l'Accord de coopération entre l'IRSN et Bel V, les activités ont été poursuivies, en particulier en rapport avec l'utilisation de codes informatiques développés par l'IRSN, entre autres le code Cathare d'analyse thermohydraulique (voir point 4.4 sur la R&D).

La collaboration avec l'IRSN dans le domaine de la gestion des déchets radioactifs s'est poursuivie en 2018. Bel V a par exemple cofinancé une thèse de doctorat intitulée « Capacité de prise en compte des perturbations chimiques par les codes couplés chimie-transport : une étude "expérience vs simulation numérique" de l'impact des panaches salins » avec le CEA et l'IRSN. Cette thèse de doctorat a été défendue avec succès en octobre 2018.

### Collaboration avec les organismes techniques de sûreté sur la gestion des déchets

En 2018, Bel V a travaillé en étroite collaboration avec d'autres organisations de sûreté technique au sein de l'association SITEX\_Network, principalement dans le but de consolider l'expertise TSO dans le domaine de la gestion des déchets. Bel V a également collaboré activement avec des organisations de sûreté technique européennes en les représentant au sein du Core Group qui a facilité et coordonné la préparation d'une proposition pour un premier programme commun européen sur la gestion de déchets radioactifs (EURAD). Cette proposition a été soumise à la Commission européenne en septembre 2018 et, en cas d'adoption, EURAD devrait démarrer en juin 2019.

### 3.3.5 Collaboration sur un projet de la Commission européenne de la Directive 2014 UE

Début 2018, un consortium d'organisations membres d'ETSON a décroché un contrat pour un projet de la Commission européenne ayant pour objet une « Analyse visant à soutenir la mise en œuvre des articles 8a-8c de la Directive du Conseil 2014/87/Euratom ». Bel V participe à ce projet. En marge de la révision de plusieurs rapports de projet, Bel V a participé à la réunion de lancement (19 février) et au premier atelier de ce projet (4-5 juillet). Bel V est actuellement impliquée dans d'autres activités pour la tâche 2 sur les pratiques nationales pour la mise en œuvre des articles 8a-8c de la Directive.

### 3.4 Projets d'assistance financés par la Commission européenne

Après les programmes PHARE et TACIS, la Commission européenne a lancé un nouveau programme de coopération financé par l'Instrument relatif à la coopération en matière de sûreté nucléaire (ICSN). Son principal objectif consiste à faire la promotion d'un niveau de sûreté nucléaire élevé, de la protection contre les rayonnements et de l'application de mesures de protection efficaces des matériaux nucléaires dans les pays tiers.

La première phase du programme a commencé en 2007. La deuxième phase des projets ICSN s'étale sur la période 2014-2020.

#### 3.4.1 Vietnam

Bel V participe au deuxième projet ICSN, qui a démarré en 2016 : « Enhancing the capacity and effectiveness of VARANS and its TSO ».

Ce projet suit le précédent projet ICSN au Vietnam, qui s'est terminé en 2015.

Bel V participe à deux tâches :

- Tâche 3 : « Further development of capabilities within VARANS for undertaking and/or commissioning independent reviews and assessments of safety submissions » ;
- Tâche 4 : « Human resources development plan and sustainable training programme for VARANS and its TSOs ».

Le projet devrait être terminé en 2019.

#### 3.4.2 Ukraine

Bel V participe à deux projets ICSN en vue de soutenir l'autorité réglementaire ukrainienne.

Le premier projet a démarré en octobre 2015 et a duré trois ans. Le projet dénombre trois composantes :

- Composante A : « Safe radioactive waste management at Vektor industrial complex in the Chornobyl Exclusion Zone » (UK/TS/48) ;
- Composante B : « licensing of new nuclear subcritical facility – neutron source based on an electron accelerator-driven subcritical assembly » (UK/TS/49) ;
- Composante C : « Oversight and assessment of nuclear and radiation safety in terms of the licensee management system and human factor » (UK/TS/50).

Bel V a été responsable des tâches de la composante B. La réunion finale a été organisée en juin 2018.

Le deuxième projet a démarré en février 2018. Il est divisé en sept composantes :

- Composante A : « Strengthening of SNRIU capabilities in licensing of new nuclear installations (except nuclear power plants) » (UK/TS/51) ;
- Composante B : « Assistance to SNRIU in enhancing and ensuring robustness of models for severe accident analysis based on EU up-to-date experience and Fukushima Daiichi lessons » (UK/TS/52) ;
- Composante C : « Strengthening and alignment of Ukrainian nuclear safety regulations in line with the EU experience, best practice and EURATOM Acquis » (UK/TS/53) ;
- Composante D : « Strengthening of Ukrainian nuclear safety regulatory capabilities in the external hazard assessment area » (UK/TS/54) ;
- Composante E : « Enhancement of the national regulatory framework and relevant regulatory

capabilities in the frames of operational experience feedback system » (UK/TS/55) ;

- Composante F : « Support of the regulatory activity under implementation of the modern safe technologies of radioactive waste management and remediation » (UK/TS/56) ;
- Composante G : « Assessment of licensing and other operator activities » (UK/TS/57).

Bel V participe aux composantes A et B, et est responsable de la composante A.

### 3.4.3 Directive du Conseil 2014/87/EURATOM – « Analyse visant à soutenir la mise en œuvre des articles 8a-8c »

Bel V a participé à un projet destiné à mener une étude des lignes directrices disponibles des États membres de l'UE pour la mise en œuvre des dispositions requises par les articles 8a-8c. De plus, les pratiques nationales des États membres de l'UE concernant les centrales nucléaires et les réacteurs de recherche seront analysées pour identifier les lacunes et souligner la nécessité du développement de nouvelles lignes directrices pour arriver à une mise en œuvre cohérente des articles 8a-8c. L'étude fera la promotion d'une compréhension plus poussée des dispositions des articles 8a-8c.

Le projet est subdivisé en quatre tâches. Bel V a participé aux tâches 2 et 3 :

- Tâche 2 : « Assessment of approaches and methodologies set in place at national levels for the implementation of the EU Safety Directive » ;
- Tâche 3 : « Performing a detailed study on the safety upgrades in existing reactors performed in selected Member States ».

La réunion de lancement du projet a eu lieu le 18 février au Luxembourg.

### 3.4.4 Maroc

Bel V participe au deuxième projet ICSN (qui a démarré en février 2018) : « Support to the Regulatory Body of Morocco for Capacity Building and for Enhancing the Regulatory Framework for Nuclear and Radiation Safety ». Ce projet durera quatre ans.

Le projet est subdivisé en 11 tâches :

- Tâche 1 : 'Regulatory Framework' ;
- Tâche 2 : « Establishment of a Management System for AMSSNuR » ;
- Tâche 3 : « Human Resources Development » ;
- Tâche 4 : « Establishment of Regulatory Procedures » ;
- Tâche 5 : « Emergency Preparedness and Response » ;
- Tâche 6 : « Optimisation of Medical Exposure to Ionising Radiations » ;
- Tâche 7 : « National Policy and Strategy for Radioactive Waste Management » ;
- Tâche 8 : « Nuclear Safeguards » ;
- Tâche 9 : « Recovery of Orphan Sources » ;
- Tâche 10 : « Recognition of Services and Experts » ;
- Tâche 11 : « Communication Strategy and Arrangements ».

Bel V participe à 8 de ces tâches et est responsable des tâches 6 et 8.

# Gestion de l'expertise

# 4



## 4.1 Retour d'expérience en Belgique

Chaque année, Bel V réalise un examen sélectif des événements se produisant dans l'ensemble des installations nucléaires belges ainsi qu'une analyse approfondie d'un nombre sélectionné d'événements en mettant l'accent sur les causes premières, les actions correctives et les enseignements à tirer. En 2018, plus de 30 événements ont été enregistrés dans la base de données du retour d'expérience en Belgique.

Plusieurs événements ont fait l'objet d'une analyse plus détaillée afin d'identifier les enseignements à en tirer potentiellement applicables à un plus large éventail d'installations nucléaires. En 2018, ces analyses ont donné lieu à la publication d'un rapport IRS concernant les dommages structurels observés dans une structure liée à la sûreté à la suite des activités d'injection de ciment dans le sol à Tihange 1 en 2016.

2018 a particulièrement été caractérisée par les événements suivants, qui ont été analysés en profondeur par Bel V et pour lesquels une analyse, une inspection réglementaire et un suivi des actions correctives adéquats ont été mis en œuvre :

- libération d'effluents radioactifs liquides dans la Meuse sans analyse préalable en violation des Spécifications techniques à Tihange 3 ;
- fuite du système de refroidissement du réacteur en raison d'une fissure dans la ligne d'Upper Plenum Injection à Doel 1 ;
- système d'extinction des incendies à l'eau rendu inutilisable pendant un test périodique en violation des Spécifications techniques à Tihange 2 ;
- dégradation du béton dans les salles de décharge de vapeur principale des systèmes d'urgence du bâtiment de Doel 4, Tihange 2 et Tihange 3 ;
- non-conformité avec la condition d'autorisation concernant l'intervalle des épreuves d'étanchéité des vannes d'isolement du bâtiment du réacteur dans le réacteur BR2 ;
- conduite résistante à la chaleur ouverte pour une période plus longue que ce qu'autorisent les Spécifications techniques de Doel 2 ;
- contamination notable d'un couloir chaud (hot corridor) pendant le transfert d'une boîte d'uranium vers une cellule de stockage à l'IRE ;
- non-conformité à propos des flux nominaux requis par les Spécifications techniques pendant un test du filtre HEPA des systèmes de ventilation à Tihange (toutes les unités) ;

- perte de redondance de la fonction de sûreté en raison de la défaillance de deux paliers des pompes du système d'évacuation de la chaleur résiduelle à Doel 1 ;
- sous-estimation des mesures de l'eau d'alimentation utilisées dans des calculs de bilan thermique calorimétrique suspectée à Tihange 2 ;
- libération d'iode dans une cellule chaude à production d'isotopes en raison de la rupture d'un raccord en verre lors du processus de purification iode-131 à l'IRE.

## 4.2 Retour d'expérience à l'étranger

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

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

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

- NRC IN 2017-06 « Battery and battery charger short-circuit current contributions to a fault on the direct current distribution system » ;
  - IRS 8667 « Thimble guide tube external pitting corrosion at Gravelines unit 1 » ;
  - IRS 8676 « Overheating of the printed circuit boards controlling the pressurizer relief valve » ;
  - NRC IN 2018-10 « Thermal sleeve flange wear leads to stuck control rod at foreign plant ».
- Les OEERL envoyés aux exploitants lors des années précédentes ont fait l'objet d'un suivi plus approfondi :
- NRC GL 96-06 « Equipment operability and containment integrity » a été clôturé après la mise en œuvre à Doel 3 et Doel 4 de toutes les améliorations de conception afin d'éviter la survenue d'un coup de bélier dans les échangeurs de chaleur du système de ventilation du bâtiment du réacteur après un accident de perte de réfrigérant (LOCA) coïncidant avec une perte des sources électriques (LOOP) ;
  - Le bulletin NRC 2012-01 « Design vulnerability in electric power systems » a progressé dans l'examen d'études et a proposé des modifications de conception afin d'améliorer les protections électriques pour gérer les erreurs asymétriques dans toutes les centrales nucléaires ;
  - NRC RIS 2013-09 et IRS 8381 « System gas accumulation – prevention and management » a progressé avec l'évaluation des réponses et résultats d'analyse fournis par les exploitants ;
  - NRC IN 2016-05 « Operating experience regarding complications from a loss of instrument air » a progressé dans l'examen des réponses de l'exploitant.

## 4.3 Gestion des connaissances

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

Les TRC (Centres de responsabilité technique) continuent de jouer un rôle clé dans le cadre de la gestion des connaissances au sein de Bel V. Il y a quelque 20 TRC qui

font office de « centres de compétences » pour tous les domaines d'expertise importants de Bel V. Lorsqu'il est nécessaire de suivre le développement des enjeux dans le domaine nucléaire, de nouveaux TRC sont créés (les derniers exemples concernent le démantèlement et la sécurité). De plus, la gestion et le fonctionnement des TRC sont intégrés dans le système de qualité de Bel V.

En 2018, plusieurs nouveaux ingénieurs ont été recrutés. Ceci demande de gros efforts de la part des ingénieurs les plus expérimentés afin de transmettre leurs connaissances de façon adéquate. Un coach est désigné pour chaque nouveau membre du personnel afin de faciliter son intégration. Ce mécanisme de transfert de connaissances est combiné avec, entre autres, une formation sur le terrain et des activités transverses. Le recrutement d'un nombre élevé de collaborateurs demande également des formations adaptées (voir Section 4.5).

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

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

L'utilisation continue du logiciel de gestion de la documentation électronique adapté pour Bel V (KOLIBRI, basé sur Hummingbird DM) constitue un outil important pour une récupération efficace des informations, un partage des connaissances efficace et une intégration plus aisée des nouveaux venus. Dans ce sens, un comité spécifique nommé

le « DOCumentation USers group » (DOCUS) se focalise sur l'analyse des besoins des utilisateurs et la mise en place d'améliorations.

## 4.4 Recherche & Développement

### 4.4.1 Introduction

Le programme de Recherche et développement (R&D) 2018 a été établi en février 2018.

En 2018, le travail total des activités en R&D s'élève à 9 059 heures, ce qui représente environ 8 % du temps total de travail du personnel technique.

La Recherche et développement est essentielle au soutien de positions de sûreté indépendantes et informées, basées sur des informations scientifiques avancées et détaillées, dans la plupart des domaines techniques qui sont pertinents pour la sûreté et dans un contexte scientifique difficile en évolution constante.

La collaboration avec des universités et instituts de recherche apporte une valeur ajoutée au développement des connaissances techniques poussées de Bel V.

### 4.4.2 R&D sur la sûreté des réacteurs

#### Phénomènes thermohydrauliques

Les objectifs R&D thermohydrauliques avaient en 2018 trait à des sujets revêtant une pertinence élevée en matière de sûreté pour les réacteurs à eau pressurisée et à métal liquide actuels. Ils incluaient les activités suivantes :

- Bel V a participé aux projets thermohydrauliques expérimentaux PKL-4 et ATLAS-2 de l'OCDE/AEN. Le projet PKL-4 se concentre sur des mécanismes de transfert de chaleur complexes dans un écoulement

diphasique, dilution et précipitation du bore, et des procédures de refroidissement. Le projet ATLAS-2 a trait à la capacité de refroidissement à long terme avec une obstruction partielle du cœur, un appoint du cœur passif pendant une perte totale des alimentations électriques (SBO) et un accident de perte de réfrigérant primaire (SBLOCA), un accident de perte de réfrigérant intermédiaire (IBLOCA), des scénarios de condition d'extension de la conception (DEC) et un test ouvert pour répondre à la mise à échelle lors de la réalisation du test de contrepartie.

- Bel V a mis en place un modèle tridimensionnel ATLAS pour le code CATHARE, en vue de participer à l'ATLAS-2 Benchmark sur SBLOCA dans le couvercle de cuve sous pression du réacteur.
- Bel V a participé au « Working Group on the Analysis and Management of Accidents » (WGAMA) de l'OCDE concernant l'élaboration du rapport State-of-the-Art sur l'utilisation de codes de système thermohydraulique en 3D. Bel V était en charge de la rédaction de chapitres dédiés à certaines applications et la validation des 3D System-Scale Thermal-Hydraulic Codes (3DSYSTH) à des fins d'analyses de sûreté.
- Bel V a participé au « Working Group on the Analysis and Management of Accidents » (WGAMA) de l'OCDE concernant une conception de système thermohydraulique passif et une évaluation de sûreté pour des réacteurs à eau légère.
- Bel V a participé au 2018 CATHARE Users Club (CUC) à l'aide d'une présentation résumant les activités de Bel V concernant l'utilisation du code CATHARE2.
- Dans le cadre de la coopération R&D avec l'IRSN concernant le projet DENOPI d'IRSN, un modèle CATHARE pour simuler le banc d'essai de la piscine à petite échelle a été mis au point et a été utilisé pour réaliser des simulations de plusieurs tests expérimentaux de Seok Kim, et al. (« Experimental investigation on the natural convection flow in pool boiling, Nuclear Engineering and Design ». Volume 280, Pages 262-268, 2014). Les résultats de ces simulations

ont été présentés à l'occasion de CUC 2018 et soumis pour présentation à la prochaine conférence internationale NURETH-18.

- Une publication commune entre Bel V, GRS, le HZDR et PSI concernant les calculs du mélange de débit dans des conditions de circulation naturelle à l'aide de codes système thermohydraulique 3D et de codes CFD a été publiée dans la revue Nuclear Technology de l'ANS.
- Un rapport NUREG-IA sur la comparaison des codes CATHARE et MELCOR pour la simulation du phénomène d'interruption de la circulation naturelle dans un réacteur à eau pressurisée à 3 boucles a été soumis à l'USNRC pour publication.

Pour terminer, Bel V a présidé la deuxième et la troisième réunions du Programme Review Group du projet ATLAS-2 de l'OCDE/AEN.

### Accidents graves

Dans le but de renforcer les capacités de Bel V concernant l'évaluation de sûreté indépendante des accidents graves pour les installations nucléaires belges, l'effort engagé dans le développement et l'amélioration des capacités de simulation MELCOR au sein de Bel V s'est poursuivi en 2018. Un modèle MELCOR 2.2 d'un réacteur à eau pressurisée 3 boucles est désormais à la disposition de Bel V pour ses évaluations de sûreté. Les principaux efforts se sont concentrés sur l'extension de la portée des calculs à l'aide de :

- la modélisation du fluage de la tubulure de la branche chaude (les sites alternatifs incluent la ligne d'expansion du pressuriseur et les tubes de génération de vapeur) ;
- calculs d'activité, pour évaluer la concentration de produits de fission après un arrêt d'urgence du réacteur dans n'importe quelle zone de l'unité.

Les connaissances obtenues de l'utilisation de MELCOR ainsi que les résultats de ses calculs sont fondamentaux à l'appui des évaluations des études des exploitants.

L'accord Cooperative Severe Accident Research Program (CSARP) conclu entre l'USNRC et Bel V a été renouvelé pour une période de cinq ans en mai 2018. Une réunion annuelle du comité de pilotage, créé dans le but de superviser la participation belge au CSARP, a été organisée par Bel V en qualité de représentant CSARP pour la Belgique.

Bel V a présidé la 4e réunion du Conseil de gestion du projet THAI-3 de l'OCDE/AEN (Bel V est coprésident du Conseil de gestion).

Bel V a contribué à la 10e réunion de l'European MELCOR User Group (EMUG), à la réunion du Cooperative Severe Accident Research Program (CSARP), à la réunion du MELCOR Code Assessment Program (MCAP), à la réunion de l'International MELCOR Accident Consequence Code System (MACCS) User Group (IMUG) et à la Technical Meeting de l'AIEA sur les « Current Approaches in Member States to the Analysis of Design Extension Conditions for New Nuclear Power Plants ».

Bel V a participé à la conférence « Best Estimate Plus Uncertainty (BEPU) » de la Nuclear Society (ANS) américaine et à la réunion d'avancement du Vessel Melt Retention (VMR) du Horizon 2020 EU Research and Innovation programme (H2020).

Bel V a contribué aux préparatifs du document « Status Report on Long Term Management and Actions for a Severe Accident in a Nuclear Power Plant » (AEN/CSNI/R(2018)13) du CSNI « Working Group on the Analysis and Management of Accidents » (WGAMA).

Grâce au financement d'une thèse de doctorat au von Karman Institute for Fluid Dynamics (VKI), Bel V a contribué au THAI-3 test HD-44 benchmark de l'OCDE/AEN sur la combustion d'hydrogène et la propagation des flammes dans un système à double compartiment en procédant à des simulations de codes de dynamique des fluides numérique (CFD). Les tests sont uniques en leur genre, vu que les faibles

vélocités initiales, combinées aux combustions d'hydrogène, attendues dans des centrales nucléaires réelles, n'ont pas encore fait l'objet d'études expérimentales.

Pour terminer, Bel V a contribué au projet DENOPI de l'IRSN en procédant à des calculs MELCOR de l'aérodynamique du bâtiment des piscines de désactivation du combustible usé dans des conditions d'accident. Ces calculs seront utilisés pour soutenir l'interprétation de futurs résultats expérimentaux et éventuellement pour soutenir la définition de la matrice de test.

## Comportement des produits de fission et des aérosols

En 2018, Bel V a poursuivi sa participation au projet BIP-3 de l'OCDE/AEN (dont le but est d'étudier le comportement de produits de fission (et plus particulièrement l'iode) et d'aérosols dans le confinement après des accidents par fusion du cœur) et a participé à une réunion du Programme Review Group les 26-27 juin. Bel V a également présenté son avis sur la concentration des efforts futurs sur l'amélioration de l'évaluation des codes Iodine Source Term in Severe Accident (SA).

## Méthodologie PSA et ses applications

Trois représentants de Bel V ont participé à la deuxième journée (session de l'après-midi) de la deuxième réunion de la Commission nucléaire belgo-allemande (Bruxelles, 13-14 juin), afin de présenter les analyses PSA Event Analysis (PSAEA) d'événements dans des centrales nucléaires belges.

Bel V a participé à la conférence PSAM-14 à UCLA (Los Angeles, États-Unis, 16-21 septembre) et donné une présentation intitulée « Recent PSA developments and use of PSA applications in Belgium ».

Bel V a décidé de contribuer au projet/réseau ASAMPSA.NET (Advanced Safety Assessment Methodologies using PSAs Network).

Bel V a vérifié plusieurs études PSAEA effectuées par ENGIE Electrabel et a procédé à plusieurs analyses d'hypothèses supplémentaires.

Bel V a alimenté la publication de l'ETSON EG8 (à partir du document rédigé sur les enseignements tirés de PSA) présentée par GRS à la TSO Conference organisée par l'AIEA en octobre 2018.

Bel V a participé à la réunion RiskSpectrum Users Group organisée chaque année par le développeur de logiciels (Lloyd's Register).

## Protection incendie

### Projet OCDE/AEN PRISME3

La première campagne expérimentale a été menée : S3 (Smoke Stratification and Spread). Ces expériences à large échelle utilisent l'ensemble de l'installation DIVA et reproduisent des scénarios complexes avec plusieurs sources d'incendie. Des phénomènes intéressants ont été observés, comme la distribution de flux (air et/ou fumée) par le biais des ouvertures, offrant des scénarios complexes pour la validation de codes informatiques.

Un exercice de benchmarking a été initié dans le cadre du PRISME3 Analytical Working Group (AWG) afin de comparer les capacités de modélisation d'incendie dans les pays participants, valider les modèles d'incendie et, au final, publier des directives et bonnes pratiques pour de telles activités. L'exercice proposé est ambitieux et comprend trois phases :

- une simulation ouverte/de calibrage basée sur une expérience PRISME-2, avec des résultats entièrement disponibles ;
- une simulation en aveugle/prédictive basée sur une expérience PRISME-3 (seules des spécifications du test étaient disponibles lors de la simulation) ;
- une reconstitution finale d'un événement d'incendie réel extrait de la base de données OCDE/AEN.

Il s'agit d'une opportunité unique pour Bel V d'entretenir et de développer une expertise dans la modélisation d'incendie, ainsi qu'un benchmark et/ou d'aligner les pratiques et les résultats par rapport à des institutions internationales de premier plan (IRSN, GRS, USNRC, NRA japonaise, VTT, etc.).

Bel V, en collaboration avec ENGIE Tractebel et l'IRSN, a soutenu l'inclusion de détecteurs d'incendie réels dans des expériences PRISME-3 futures. L'issue d'une telle expérience pourrait offrir des informations sur le fonctionnement de tels dispositifs dans un environnement confiné comme le nucléaire (sensibilité, temps d'activation, impact potentiel de la ventilation) ainsi que des données de validation pour la modélisation de tels dispositifs en codes informatiques.

### Base de données FIRE OCDE/AEN

Bel V a fourni des données relatives à des événements antérieurs à la base de données FIRE, comme convenu lors de son adhésion au projet. Le FIRE Database Group a préparé une nouvelle version de la base de données, qui devrait inclure plus de 520 événements d'incendie de 14 pays participants.

Ce projet offre des informations sur l'expérience d'exploitation liée à des événements d'incendie, ainsi que des données quantitatives afin de générer des statistiques utilisées pour alimenter des études probabilistes, comme les fréquences d'ignition.

### Approches et pratiques réglementaires – collaboration ETSON et groupes d'experts

En 2018, Bel V a poursuivi son implication active dans les activités de l'ETSON Technical Board on Reactor Safety (TBRS) et ses groupes d'experts. Bel V a présidé le TBRS depuis sa création en 2012. Début 2018, le rôle de président a été repris par un représentant de l'IRSN.

Un représentant de Bel V a participé à deux réunions du TBRS et des représentants de Bel V ont participé à plusieurs réunions des Groupes d'experts. Les Groupes d'experts les

plus actifs en 2018 étaient ceux des systèmes mécaniques et des évaluations probabilistes de sûreté (PSA). Bel V a également relancé le groupe d'experts ETSO 7 sur les « Facteurs humains et organisationnels » en prenant la responsabilité de ce Groupe d'experts et organisant une réunion en janvier 2018.

Deux représentants de Bel V ont participé à un « ETSO Workshop on Aircraft Crash », organisé par GRS (Cologne, 31 janvier et 1er février) et ont donné deux présentations.

Mi-2018, Bel V a accepté le rôle de président de l'ETSO Research Group (ERG), fonction auparavant endossée par l'IRSN. La présidente a présenté les activités de l'ERG à l'« International Conference on Challenges Faced by Technical and Scientific Support Organizations (TSOs) in Enhancing Nuclear Safety and Security: Ensuring Effective and Sustainable Expertise » de l'AIEA (Bruxelles, octobre) et la réunion de l'OCDE/AEN/CSNI de décembre.

Lors de la TSO Conference de l'AIEA (voir ci-avant), le représentant de Bel V de l'ETSO Junior Staff Programme (JSP) a présenté les activités de JSP.

Bel V a également accepté la présidence de l'ETSO Award Committee, en vue de l'ETSO Award 2018 pour articles collectifs publiés par des jeunes collaborateurs, présentés à la TSO Conference de l'AIEA (voir ci-avant).

En septembre, Bel V a participé à l'ETSO JSP Summer Workshop 2018, un événement annuel principalement dédié à la promotion du réseautage et au partage de connaissances entre jeunes experts en nucléaire. L'événement de cette année, organisé par RATEN ICN (Roumanie), avait pour objet « Radioactive Waste Management, Environmental Protection and Decommissioning », 38 jeunes experts issus de 11 pays y participant. Bel V a contribué en donnant deux présentations techniques et organisant un exercice de groupe interactif sur

la conduite d'une inspection basée sur la performance de la gestion des déchets radioactifs dans une centrale nucléaire.

## Autres programmes internationaux – Participation au projet du réacteur de Halden (HRP)

En 2018, le réacteur de Halden, un projet lié à l'OCDE/AEN en cours depuis 1958, a été arrêté en raison de la défaillance d'une soupape de sûreté. Il ne sera pas redémarré. Bel V a décidé de poursuivre sa participation jusqu'à la fin du projet en 2020, ce qui lui permettra de récolter des informations de tests post-irradiation (PIE) ou de matériau déjà irradié.

## Sûreté mécanique

En 2018, Bel V a poursuivi ses efforts pour améliorer ses connaissances sur la méthode des éléments finis pour les calculs d'intégrité structurelle et entrer en contact avec des experts dans ce domaine. Deux étapes majeures ont été accomplies en 2018.

Bel V a endossé la responsabilité conjointe (en collaboration avec l'IRSN) d'un projet international dans le cadre du « Working Group on Integrity and Ageing of Components and Structures » (WGIAGE) de l'OCDE, dont le but est de fournir un benchmark de la Méthode des éléments finis étendus (X-FEM) dans différents pays/codes. Ce projet pourrait susciter un vif intérêt auprès des participants du WGIAGE vu qu'on dénombre 25 participants de 13 pays différents. En août 2018, le Project Plan, incluant trois exercices de benchmarking, a été terminé par Bel V et l'IRSN. À la fin de 2018, des calculs réalisés à partir du code ABAQUS ont été initiés par Bel V. Ce projet offre à Bel V l'opportunité d'acquérir de l'expérience avec des techniques d'éléments finis et de contacter des experts dans le domaine.

Bel V a discuté des étapes préparatoires pour l'exécution d'essais de traction biaxial sur du matériau avec DDH avec l'IRSN et le CEA. Ces essais seront réalisés pour consolider davantage les conclusions auxquelles est arrivé

ENGIE Electrabel pour le redémarrage de Doel 3 et de Tihange 2. Dans le cadre des objectifs R&D mécaniques, Bel V va procéder à des simulations d'éléments finis de ces essais, afin de mieux comprendre la chose et d'obtenir un benchmark des résultats des essais. Ces calculs consolideront l'expérience de Bel V dans la modélisation d'éléments finis.

### Vieillessement

Le projet Observatory of the durability of reinforced concrete structures (ODOBA) a été lancé par l'IRSN en 2016 pour une période de 10 ans au moins. Ce projet a pour but d'étudier la pathologie liée au béton dans des structures nucléaires. Le projet est dirigé en collaboration avec les autres partenaires : NRC (US), CNSC (Canada) et VTT (Finlande). NSC (Chine) devrait rapidement rejoindre le projet.

Les blocs de béton à taille réelle utilisés dans le cadre du projet ODOBA sont richement instrumentés en vue de l'obtention de différents types de données. Les blocs sont soumis à des essais non destructifs et/ou destructifs afin d'évaluer les changements survenant au niveau des propriétés mécaniques, physiques, micro-structurelles et chimiques du béton liés à la survenue et au développement de pathologies.

Lors de la première réunion officielle de l'ODOBA Technical Group, Bel V a proposé que les blocs de béton belges soient étudiés en mettant l'accent sur des attaques de sulfate externes.

Les résultats du projet ODOBA permettront de développer et de valider des outils de simulation prédictifs concernant la survenue et le développement de pathologies et leurs conséquences sur les propriétés du béton à échelle structurelle. Ils permettront également d'évaluer les méthodes d'examen non destructives.

### 4.4.3 R&D sur les déchets et le déclasséement

#### Dépôt géologique de déchets de catégories B&C

En 2018, Bel V a continué de mettre en œuvre des actions en vue de développer et de consolider l'expertise de l'AFCN et de Bel V dans le domaine du stockage géologique de déchets de catégories B&C. Le développement de cette expertise s'impose pour l'examen par l'AFCN et Bel V du « safety and feasibility case 1 » concernant le dépôt géologique qui sera soumis à l'AFCN par l'ONDRAF en 2022. Dans le cadre de ces actions, Bel V a contribué au développement de plusieurs documents. Des documents sur les sujets suivants ont été développés de manière spécifique par Bel V :

- Aperçu des aquifères autour des argiles de Boom et Yprésiennes ;
- Processus régissant le transport des radionucléides dans des roches hôtes en argile ;
- Perturbation d'un dépôt par une période de glaciation ;
- Perturbation d'un dépôt par une transgression ou régression marine ;
- Examen des événements et processus caractéristiques affectant un dépôt géologique ;
- Benchmark de guides existants pour la vérification et la validation de codes utilisés dans le cadre d'évaluations de la sûreté pour des installations de stockage.

Bel V a également apporté une contribution active à des activités internationales. Bel V a par exemple participé au Core Group destiné à faciliter et à coordonner la préparation d'une proposition pour un premier programme commun européen sur la gestion et le stockage de déchets radioactifs (EURAD). Cette proposition a été soumise avec fruit à la Commission européenne en septembre 2018. Bel V a également conduit le développement d'un module de travail de networking EURAD intitulé « Understanding of Uncertainties, Risks and Safety by the different actors », pour lequel plus de 50 organisations européennes ont manifesté leur intérêt. Si EURAD est accepté par la Commission européenne, Bel V dirigera ce module de travail. Bel V a

également participé, avec l'IRSN et d'autres organisations de sûreté technique, à la création de l'association SITEX\_Network en janvier, dont le but est de promouvoir le développement d'une fonction d'expertise solide à l'échelle internationale. Bel V a endossé le rôle de vice-président de cette association. En 2018, les activités de SITEX\_Network se sont concentrées sur la coordination de l'examen des descriptions du module de travail EURAD et la définition du programme de travail pour les années à venir. Le SITEX\_Network a été présenté par Bel V à la TSO Conference de l'AIEA.

Toutes ces activités ont fortement contribué à accroître la visibilité de Bel V à l'échelle internationale et à garantir l'implication de Bel V dans des activités de networking et de R&D stratégiques futures dans le domaine de la gestion des déchets radioactifs. Ces activités sont également nécessaires pour développer l'expertise de Bel V en vue de l'évaluation du rapport d'analyse de sûreté futur pour un dépôt géologique (par ex. « Safety and Feasibility Case 1 »).

## Déclassement et libération

### Outil de libération

Le but de ce projet R&D est d'évaluer l'outil de libération fourni par l'IAEA (sous-traitance à Facilia, en Suède) à cette fin. Il a été installé sur un ordinateur dédié de Bel V et est actif, prêt pour des tests.

### SuDoQu

Lors du premier atelier organisé au début de 2018, l'environnement Mathematica a été utilisé par Bel V pour la réalisation de calculs probabilistes sur des résultats des doses pour des scénarios d'exposition en raison d'objets contaminés en surface. Il a permis de procéder à une analyse de sensibilité des paramètres concernés. Ces calculs ont confirmé et affiné les résultats préliminaires obtenus en 2017 et donné lieu à de nouvelles présentations et publications en 2018. Les premiers résultats du modèle Surface Dose Quantification (SuDoQu)

ont été présentés à l'occasion d'IRPA2018 (4-8 juin) à La Haye. Le travail a également été reconnu par l'équipe d'experts-consultants impliqués dans la révision du Safety Guide RS-G-1.7 de l'AIEA et sera cité en référence dans le nouveau guide. Lors d'un deuxième atelier RIVM/Bel V de septembre, la méthodologie a été finalisée et validée. SuDoQu est maintenant prêt pour la dérivation de niveaux d'autorisation pour surfaces pour tous les radionucléides. Des calculs pour un ensemble de 15 nucléides ont été réalisés et comparés à des valeurs de référence internationales et aux niveaux utilisés en Belgique.

La présentation donnée à Eurosafe 2017 a été publiée dans *atw – International Journal for Nuclear Power*, Vol. 63 (2018), Issue 1, January: « Clearance of Surface-contaminated Objects from the Controlled Area of a Nuclear Facility: Application of the SUDOQU Methodology ».

### Mesures de conformité (MC)

Un document d'orientation sur le développement de mesures pour permettre une vérification de la conformité avec les niveaux d'autorisation au sein de Bel V a été mis au point et soumis au Comité de pilotage de Bel V pour discussion et approbation. Un business plan a alors été mis en place, incluant des offres de prix pour la formation, le logiciel et le matériel. Le Comité de pilotage a approuvé le business plan et des commandes ont été placées pour l'achat de formations personnalisées auprès de Mirion, des logiciels GEANT2000 et LabSOCS/ISOCS (In Situ Object Counting System) et du matériel AEGIS (Augustine Engineering Gamma-ray Imaging and Spectroscopy). L'équipement AEGIS (qui permet de procéder à des mesures à spectromètre gamma) est nouveau sur le marché et sa livraison est prévue pour avril 2019. Les sessions de formation ont été organisées par Bel V en novembre et en décembre, et les logiciels ont été fournis. Un programme de travail a été élaboré pour 2019.

#### 4.4.4 R&D sur la radioprotection

Au total, trois réunions du Comité de pilotage de la Belgian Convention of Radiation Protection Research (BCRPR) ont eu lieu en 2018 : le 1er mars, le 12 juin et le 18 décembre. De nouveaux membres ont rejoint le Comité de pilotage en 2018 : Frank Hardeman en qualité de Directeur général de l'AFCN et Michel Van haesendonck en qualité de Directeur général de Bel V.

Les réunions portaient sur l'avancement du projet et la marche à suivre. De manière spécifique, les mécanismes et opportunités de financement ont été abordés et nécessitent une plus ample clarification. Trois propositions de projet de recherche ont été soumises et abordées. Elles ont été classées par le Comité de pilotage sur la base de leur utilité pour l'organisme de réglementation.

#### 4.4.5 R&D sur des sujets transversaux

##### Évaluation de la culture de sûreté

Bel V maintient son attention sur une meilleure intégration de la culture de sûreté dans les pratiques de contrôle, le comportement du personnel et son système de gestion. Par exemple, un article récemment publié (« Safety Culture Maturity Matrix for Nuclear Regulatory Bodies », *Safety*, 4(4), 44, 2018) a décrit une méthode d'évaluation de la culture de sûreté par des organismes de réglementation, tandis qu'un autre (« A Safety Culture Oversight: An Intangible Concept for Tangible Issues within Nuclear Installations », *Safety*, 4(4), 45, 2018) a décrit un modèle conçu pour identifier et évaluer des observations de culture de sûreté.

##### Planification d'urgence

Afin d'améliorer l'expertise et la compétence de Bel V en matière de planification et d'intervention d'urgence, différentes activités R&D ont été initiées aux niveaux national et international. Ces initiatives avaient pour principal objectif de mieux comprendre les outils logiciels utilisés pour estimer

les conséquences d'une situation d'urgence affectant une installation nucléaire. De manière plus spécifique, Bel V fait partie du consortium du projet FASTNET (FAST Nuclear Emergency Tool) lancé dans le cadre d'Horizon 2020. Ce projet a été initié lors de la deuxième moitié de 2016 pour une période de 48 mois.

En 2018, Bel V a participé à un exercice de benchmarking destiné à calculer le terme source d'un réacteur à eau pressurisée, d'un réacteur à eau bouillante, d'un réacteur CANada Deuterium Uranium (CANDU) et d'un réacteur énergétique eau-eau avec les codes PERSAN (mis au point par IRSN) et RASTEP (mis au point par Lloyd's Register).

#### 4.4.6 Collaboration R&D avec d'autres instituts

Plusieurs collaborations R&D ont été mises en place ces dernières années avec des universités et instituts de recherche belges, avec l'IRSN et avec l'OCDE/l'AEN. Certaines ont pris fin, d'autres se poursuivant en 2019.

##### Collaboration R&D avec des universités belges

###### Université de Gand

Depuis 2014, Bel V finance une thèse de doctorat, qui devrait être défendue à la mi-2019. Elle porte sur l'étude numérique du comportement oscillatoire d'un feu dans des espaces confinés à ventilation mécanique. Cette thèse de doctorat a pour but de mieux comprendre les phénomènes sous-jacents, à l'aide d'une dynamique des fluides numérique (CFD), des nappes liquides faisant office de sources d'incendie (comme dans le cadre des expériences organisées dans le projet PRISME).

Ces connaissances permettront de réaliser plusieurs simulations numériques de scénarios d'incendie dans des espaces confinés, comme des salles de contrôle dans des centrales nucléaires, en plus des réglages des campagnes expérimentales existantes.

En 2018, Bel V a conclu un nouveau contrat de financement pour un chercheur postdoctoral à l'Université de Gand sur des techniques avancées pour la simulation de production de suie dans des incendies.

## von Karman Institute for Fluid Dynamics (VKI)

Une thèse de doctorat se poursuit sur le développement de modèles CFD pour la propagation et la combustion d'hydrogène dans une boucle de circulation naturelle. Ce travail est réalisé en vue du support de la participation active au projet THAI-3 de l'OCDE/AEN, dans lequel des essais expérimentaux ainsi que des activités de benchmarking sont réalisés et serviront à la validation de codes informatiques.

## Université catholique de Louvain (UCL)

Deux thèses de doctorat sont sponsorisées à l'UCL :

- Bel V finance une thèse de doctorat intitulée « Complexation/colloid formation of U(VI) with Boom Clay dissolved organic matter ». La défense finale de cette thèse est prévue dans 2 ans.
- Un doctorat cofinancé avec l'IRSN se poursuit dans le cadre du projet DENOPI d'IRSN. En raison de retards dans le programme expérimental, le programme de travail a été replanifié. Cette thèse de doctorat a trait aux études numériques de la convection thermique turbulente dans une cavité avec évaporation à la surface libre, incluant la simulation numérique de tests expérimentaux et la validation et le progrès de logiciels de simulation et d'outils informatiques thermohydrauliques.

## Université d'Anvers

Une thèse de doctorat a démarré en 2018 dans le cadre de la gestion de la menace interne dans les secteurs sensibles. L'accent porte sur le besoin d'un suivi des personnes pouvant présenter une menace après avoir reçu une certification/une autorisation de sûreté. Le but est de détecter les signaux de radicalisation et les problèmes psychologiques, familiaux ou financiers et d'y réagir de manière adéquate. Ce travail est

réalisé en coopération avec l'AFCN, ENGIE Electrabel, Elia, G4S et Brussels Airport.

## Collaboration R&D avec l'IRSN

Bel V participe au projet ODOBA. ODOBA est une étude expérimentale sur les mécanismes de vieillissement et de dégradation du béton menée par l'IRSN à Cadarache, dont le but est de mettre au point un outil prévisionnel pour estimer la durabilité de l'enceinte de confinement du bâtiment du réacteur des centrales nucléaires ou des installations de dépôt des déchets.

Bel V participe au projet DENOPI géré par l'IRSN. Le but de ce projet est de collecter des données expérimentales sur les phénomènes physiques liés à des accidents de perte de refroidissement et de perte de réfrigérant dans une piscine de désactivation du combustible usé. Le projet se compose de plusieurs expériences et les résultats serviront de base au développement d'un modèle et à la validation d'outils de simulation numériques. Dans ce cadre, la participation de Bel V revêt deux formes :

- réalisation de plusieurs simulations numériques avec CATHARE et MELCOR ;
- financement d'une thèse de doctorat à l'Université catholique de Louvain afin de soutenir la contribution de Bel V à cette collaboration.

Avec le CEA et l'IRSN, Bel V a financé une thèse de doctorat intitulée « Capacité de prise en compte des perturbations chimiques par les codes couplés chimie-transport : une étude "expérience vs simulation numérique" de l'impact des panaches salins ». Cette thèse de doctorat a été défendue avec succès en octobre 2018.

## Projets conjoints OCDE/AEN

Bel V participe aux projets expérimentaux en cours suivants :

- Advanced Thermal-hydraulic Test Loop for Accident Simulation (ATLAS-2) ;
- Primary Coolant Loop Test Facility (PKL-4) ;

- Halden Reactor, le plus grand projet de l'AEN, en cours depuis 1958 ;
- Thermal-hydraulics, Hydrogen, Aerosols and Iodine Project Phase 3 (THAI-3) ;
- Behaviour of Iodine (BIP-3) ;
- Fire Propagation in Elementary, Multi-room Scenarios (PRISME-3).

Bel V participe au projet de base de données de fiches d'événements actuel suivant :

- Fire Incidents Records Exchange (FIRE), phase 5.

## 4.5 Formation

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

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

Un élément clé dans la formation initiale des nouvelles recrues est le programme de sessions de formation interne, implémenté par le responsable de la formation technique

avec l'aide d'experts expérimentés (principalement de Bel V) en tant que formateurs. Ce programme comprend 35 modules de formation. 8 sessions ont eu lieu en 2015, 9 en 2016, 11 en 2017 et 7 en 2018 :

- Q1-REG-4 Quality Management System
- Q2-NS-1 Basic Safety Concepts (classification de sûreté)
- Q2-NS-8 Nuclear/Radiological Emergency Planning and Response (EPR)
- Q2-RP-1 Radioprotection Basics (voir Art.25)
- Q2-SPE-2 Ageing and Mechanical Analysis
- Q2-SPE-1 Criticality and Thermal-hydraulics (Neutronique)
- Q2-SPE-1 Criticality and Thermal-hydraulics (Criticité)

Un exemple de formation externe avec participation de nouvelles recrues de Bel V en 2018 :

- Sûreté des centrales à eau sous pression (INSTN, 1 semaine)

De plus, Bel V a organisé des sessions techniques internes (Internal Technical Sessions) dans le but de diffuser les résultats R&D aux Centres de responsabilité technique. En 2018, 4 sessions techniques internes ont été organisées.

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

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

Au total, plus de 51 activités de formation ont eu lieu en 2018.

# Gestion de l'expertise

# Bilan financier

## Bilan au 31 décembre 2018

(montants en 1 000 €)	2017	2018
<b>ACTIFS</b>	<b>11 701</b>	<b>12 156</b>
<b>ACTIFS IMMOBILISÉS</b>	<b>4 759</b>	<b>4 618</b>
II. Immobilisations incorporelles	83	48
III. Immobilisations corporelles	4 674	4 567
A. Terrains et constructions	4 467	4 305
B. Installations, machines et outillage	153	186
C. Mobilier et matériel roulant	54	76
IV. Immobilisations financières	2	2
<b>ACTIFS CIRCULANTS</b>	<b>6 942</b>	<b>7 538</b>
VII. Créances à un an au plus	2 942	3 759
A. Créances commerciales	2 890	3 689
B. Autres créances	52	71
IX. Valeurs disponibles	3 694	3 588
X. Comptes de régularisation	306	191

(montants en 1 000 €)	2017	2018
<b>PASSIFS</b>	<b>11 701</b>	<b>12 156</b>
<b>CAPITAUX PROPRES</b>	<b>10 112</b>	<b>10 427</b>
I. Fonds de l'association	4 732	4 732
IV. Réserves	2 868	2 868
V. Résultat reporté	2 512	2 827
<b>DETTES</b>	<b>1 589</b>	<b>1 729</b>
VII. Dettes à plus d'un an		
IX. Dettes à un an au plus	1 589	1 728
A. Dettes échéant dans l'année		
B. Dettes commerciales	265	381
D. Acomptes reçus sur commande		
E. Dettes fiscales	1 324	1 348
F. Autres dettes		
X. Comptes de régularisation	1	1

## Comptes de pertes et profits au 31 décembre 2018

(montants en 1 000 €)	2017	2018
Chiffre d'affaires	12 774	13 346
Autres produits	160	333
<b>Total produits d'exploitation</b>	<b>12 934</b>	<b>13 679</b>
Services et biens divers	2 282	2 430
Rémunérations et charges sociales	10 175	10 516
Amortissements	491	316
Réductions de valeurs sur créances commerciales		
Autres charges d'exploitation	93	95
<b>Total charges d'exploitation</b>	<b>13 041</b>	<b>13 357</b>
<b>Résultat d'exploitation</b>	<b>-107</b>	<b>322</b>
Charges et produits financiers	-6	-7
<b>Résultat courant</b>	<b>-113</b>	<b>315</b>
<b>Résultat de l'exercice</b>	<b>-113</b>	<b>315</b>

## Compte de pertes et profits : commentaires

### Produits

En 2018, nous avons assisté à une légère augmentation des activités par rapport à 2017 : le chiffre d'affaires a progressé de 4,5 %.

#### *Chiffre d'affaires*

La plus grande partie du chiffre d'affaires de Bel V (96 %) est liée aux prestations de contrôle réglementaire dans les établissements de classe 1 qui sont facturées aux exploitants sur base d'un tarif fixé d'un commun accord avec l'AFCN et couvrant les coûts de nos prestations. Cette année a été marquée par la poursuite des travaux réalisés dans le cadre de la « Long Term Operation » de Doel 1/2, les travaux menés dans le cadre de la problématique du bunker et de la fuite UPI et les activités pour le projet MYRRHA/Minerva, le projet RECUMO et le projet SF<sup>2</sup>.

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 des pays émergents ainsi que des contrôles réglementaires effectués au sein des établissements particuliers de la classe 2.

#### *Autres produits*

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

### Charges

#### *Services et biens divers*

Les services et biens divers représentent 18 % des charges totales. Les dépenses consenties dans le cadre du sponsoring des activités R&D représentent 4,35 % des charges.

#### *Rémunérations et charges sociales*

Les dépenses liées au personnel représentent 79 % de nos charges, y compris les dépenses de formation.

### Résultats

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

## Liste d'abréviations

<b>AEN</b>	Agence pour l'énergie nucléaire (OCDE)
<b>AFCN</b>	Agence fédérale de contrôle nucléaire
<b>AIEA</b>	Agence internationale de l'énergie atomique
<b>ANVS</b>	Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming – Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (Pays-Bas)
<b>ASN</b>	Autorité de sûreté nucléaire (France)
<b>BEST</b>	Stress-tests belges
<b>CEA</b>	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (France)
<b>CNRA</b>	Committee on Nuclear Regulatory Activities – Comité pour les activités nucléaires réglementaires (OCDE)
<b>CSNI</b>	Committee on the Safety of Nuclear Installations – Comité sur la sûreté des installations nucléaires (OCDE)
<b>DG Centre de Crise</b>	Direction Générale Centre de Crise du Service Public Fédéral Intérieur
<b>ENSREG</b>	European Nuclear Safety Regulators Group – Groupe des régulateurs européens dans le domaine de la sûreté nucléaire
<b>ENSTTI</b>	European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute – Institut européen de formation et de tutorat en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection (ETSON)
<b>ETSON</b>	European Technical Safety Organisations Network – Réseau européen des organismes techniques de sûreté
<b>FBFC</b>	Franco-Belge de Fabrication de Combustible
<b>FINAS</b>	Fuel Incident Notification and Analysis System – Système de notification et d'analyse des incidents relatifs au cycle du combustible
<b>GRS</b>	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (Allemagne)
<b>HERCA</b>	Heads of European Radiological Protection Competent Authorities – Association des responsables des Autorités compétentes en radioprotection en Europe
<b>ICSN</b>	Instrument relatif à la coopération en matière de sûreté nucléaire (Commission européenne)
<b>INES</b>	International Nuclear and Radiological Event Scale – échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques
<b>IRE</b>	Institut National des Radioéléments

<b>IRS</b>	Incident Reporting System – Système de Notification des Incidents
<b>IRSN</b>	Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (France)
<b>IRSRR</b>	Incident Reporting System for Research Reactors – Système de notification des incidents concernant les réacteurs de recherche
<b>LTO</b>	Long-Term Operation – Exploitation à long terme
<b>NRC</b>	Nuclear Regulatory Commission (É.-U.)
<b>NUSSC</b>	Nuclear Safety Standards Committee – Comité de supervision de l'établissement des normes nucléaires internationales (AIEA)
<b>OCDE</b>	Organisation de Coopération et de Développement Économiques
<b>ONDRAF</b>	Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies
<b>PSA</b>	Probabilistic Safety Assessment – Analyse probabiliste de sûreté
<b>PSAR</b>	Preliminary Safety Analysis Report – rapport d'analyse de sûreté préliminaire
<b>PSR</b>	Periodic Safety Review – Réévaluations périodiques de sûreté
<b>R&amp;D</b>	Recherche & développement
<b>RIVM</b>	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu – Institut national de la santé publique et de l'environnement (Pays-Bas)
<b>SAR</b>	Safety Analysis Report – rapport d'analyse de sûreté
<b>SCK-CEN</b>	Studie Centrum voor Kernenergie – Centre d'études d'Énergie Nucléaire (Mol)
<b>TBRS</b>	Technical Board for Reactor Safety (ETSON)
<b>TRC</b>	Technical Responsibility Centre – Centre de responsabilité technique (Bel V)
<b>TSAR</b>	Topical Safety Assessment Report – rapport d'évaluation de sûreté thématique
<b>TSO</b>	Technical Safety Organisation – Organisation de sûreté technique
<b>TSOF</b>	Technical and Scientific Support Organization Forum – Forum des organismes d'appui technique et scientifique (AIEA)
<b>WENRA</b>	Western European Nuclear Regulators Association – Association des autorités de surveillance d'Europe occidentale

[www.belv.be](http://www.belv.be)