

**BEL ✓ 2017**  
**RAPPORT ANNUEL**



# TABLE DES MATIÈRES

	Message du Président	3
	Préambule	4
	Éditorial	6
<b>1</b>	Introduction Michel VAN HAESSENDONCK	8
	<b>Activités réglementaires en Belgique</b>	<b>10</b>
	1.1 Aperçu des inspections dans les centrales nucléaires	10
	1.2 Aperçu des inspections dans d'autres installations nucléaires	13
	1.3 Capacité de réaction et intervention d'urgence	16
<b>2</b>	Introduction Marc DUBOIS	19
	<b>Évaluations de sûreté et projets nationaux</b>	<b>20</b>
	2.1 Analyse probabiliste de sûreté (PSA)	20
	2.2 Réévaluations périodiques de sûreté (PSR)	21
	2.3 Exploitation à long terme (LTO) - Tihange 1	21
	2.4 Exploitation à long terme (LTO) - Doel 1/2	22
	2.5 Projet BEST	23
	2.6 Combustible usé et gestion des déchets radioactifs	24
	2.7 MYRRHA	24
	2.8 SF <sup>2</sup> - installations de stockage du combustible usé	25
<b>3</b>	<b>Projets et activités internationaux</b>	<b>26</b>
	3.1 Activités OCDE et AIEA	26
	3.2 Collaboration avec les autorités de sûreté	28
	3.3 Coopération avec les organisations techniques de sûreté	30
	3.4 Projets d'assistance financés par la Commission européenne	32
<b>4</b>	<b>Gestion de l'expertise</b>	<b>34</b>
	4.1 Retour d'expérience en Belgique	34
	4.2 Retour d'expérience à l'étranger	35
	4.3 Gestion des connaissances	36
	4.4 Recherche & développement	36
	4.5 Formation	43
	Bilan financier	44
	Liste d'abréviations	48

# MESSAGE DU PRÉSIDENT

**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. Son financement provient exclusivement de ses clients, qui sont essentiellement les installations contrôlées.**

La mission de contrôle par Bel V de la sûreté des installations nucléaires belges s'inscrit dans le cadre de la stratégie intégrée d'inspection et de contrôle mise au point en étroite collaboration avec l'AFCN. Comme chaque année, une attention particulière a été portée à la gestion de la sûreté par la direction des différentes installations nucléaires. L'évaluation annuelle de l'état de sûreté des différents établissements a été effectuée selon les normes de notre système qualité. Cette évaluation est présentée par Bel V à chaque exploitant et discutée avec sa direction en présence de l'AFCN. Les résultats de l'évaluation annuelle servent bien naturellement à l'établissement du programme de contrôle de l'année suivante.

Pour effectuer sa mission de contrôle et d'analyse de la sûreté des installations nucléaires, Bel V doit s'appuyer sur une équipe multidisciplinaire d'experts possédant un haut niveau de connaissances et de compétences. Le maintien et le développement des compétences nécessaires font d'ailleurs partie des valeurs essentielles défendues au sein de Bel V. En ce sens, Bel V met en œuvre un système de gestion des connaissances (Knowledge Management) performant, un programme de recherche et développement pointu, et un programme de formation initiale et continue. Des outils permettant de générer, capturer, utiliser, transférer et emmagasiner les connaissances utiles sont également mis en place.

Vu le départ à la retraite de plusieurs experts ayant une longue expérience, une attention particulière est portée sur le transfert des connaissances. Les nouveaux engagés se voient désigner un mentor qui les accompagne et facilite leur intégration. Le transfert des connaissances des anciens vers les nouveaux se fait à l'aide d'un formulaire idoine qui permet le systématisme et l'enregistrement des informations pertinentes. En outre, une grille des connaissances critiques a été développée pour identifier et réduire les risques de pertes de connaissances. Enfin, un système de gestion électronique de la documentation est utilisé et alimenté depuis de nombreuses années et est un des éléments clés pour favoriser l'accès à l'information et la « mémoire » de l'organisation.

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.

**Didier MALHERBE**

Président du conseil d'administration



# 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 2017, son conseil d'administration est composé de :

**D. Malherbe**  président

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

**Ir J. Bens**  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



# ÉDITORIAL

**L'année 2016 avait été marquée par un évènement inhabituel : suite à des travaux de génie civil à Tihange 1, mettant en œuvre une technique d'injection de ciment dans le sol, des dommages avaient été observés dans un bâtiment adjacent. En particulier, le déplacement du bâti d'une pompe liée à la sûreté avait conduit à la nécessité de mettre la centrale à l'arrêt. Les investigations sur les causes de l'évènement ont montré d'une part que l'entrepreneur n'avait pas respecté les spécifications qui lui avaient été imposées, mais d'autre part que le sous-sol n'était pas celui attendu. Le remblai, qui date de l'époque de la construction de la centrale, n'est pas celui décrit dans le rapport de sûreté. Il est composé de matériaux inadéquats, mettant en doute la capacité des bâtiments qui reposent dessus à résister à un séisme.**

Début 2017, l'exploitant a produit une justification qui tentait de démontrer que la situation en l'état était acceptable. Bel V a estimé, après analyse approfondie, que cette démonstration n'était pas suffisamment convaincante. L'exploitant a alors fait procéder à des injections de ciment dans le remblai de mauvaise qualité. Après durcissement du ciment, des essais de sol ont montré que la stabilité du sous-sol avait été significativement renforcée. Un feu vert au redémarrage de Tihange 1 a dès lors pu être donné.

Depuis de nombreuses années, Bel V développe sa capacité de réaction et d'intervention d'urgence. Cette capacité a été mise à contribution lors d'une activation réelle du plan d'urgence nucléaire et radiologique belge en janvier 2017. Une telle activation réelle ne s'était plus produite depuis 2008. La mobilisation des structures de réponse a été entamée conformément aux dispositions prévues, et des représentants de Bel V ont ainsi été dépêchés à la cellule d'évaluation du centre de crise fédéral, à la cellule de crise interne commune AFCN/Bel V et sur le site concerné (Doel 4). Cette activation réelle du plan d'urgence a permis de démontrer que Bel V dispose d'une capacité de réponse suffisante pour assurer les tâches qui lui sont dévolues dans ce cadre.

L'organisation de crise n'est bien sûr pas testée uniquement lors des activations réelles, mais fait l'objet d'exercices fréquents et réguliers. Quatre exercices de capacité de réaction et d'intervention d'urgence ont ainsi été organisés en 2017 sous la supervision de la Direction Générale Centre de Crise du Service Public Fédéral Intérieur (DG Centre de crise). 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 en novembre pour la centrale nucléaire de Doel. En plus de ces exercices belges, Bel V a participé à trois exercices internationaux organisés respectivement par l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique, la Commission Européenne et la France. Enfin, des actions d'amélioration continue de notre organisation sont menées. Elles sont résumées dans le corps du présent rapport.

En résumé, Bel V continue à développer son expertise, en étendue et en profondeur, et met cette expertise en œuvre dans le cadre des missions qui lui sont déléguées par l'AFCN.

**Benoît DE BOECK, Ir**  
Directeur général





**Activités  
réglementaires  
en Belgique**



**Évaluations de  
sûreté et projets  
nationaux**



**Projets et  
activités  
internationaux**



**Gestion de  
l'expertise**



# 1

## INTRODUCTION

**MICHEL VAN HAESENDONCK**

### Les centrales nucléaires

Suite aux constats de l'année dernière qui ont suscité des questions concernant la culture de sûreté dans les centrales nucléaires belges, ENGIE Electrabel applique un vaste plan d'action. Dans le cadre du suivi des actions conclues, de nombreuses inspections spécifiques ont été organisées par Bel V afin de pouvoir se faire une idée des progrès en matière de sécurité nucléaire et de culture de sûreté.

Des projets Long-Term Operation (LTO) sont en cours aussi bien pour Doel 1/2 que pour Tihange 1. Des plans d'action d'envergure ont été établis pour ces unités. Des dossiers spécifiques ont été vérifiés et des inspections ont été effectuées dans le cadre du suivi de ces plans d'action. En particulier pour Tihange 1, le suivi des travaux a exigé certaines initiatives spécifiques après que, suite à des travaux, un bâtiment annexe abritant des équipements de sûreté nucléaire ait été endommagé et les travaux de renforcement nécessaires aient dû être effectués.

À l'automne, au cours de la révision de Doel 3, lors d'un chantier de rénovation prévu dans le bunker, une dégradation du béton et des armatures a été constatée et s'est avérée plus grave qu'attendu. Vu que l'analyse de l'intégrité structurelle du bunker a révélé une solidité structurelle insuffisante pour garantir son intégrité en cas de crash d'avion, Bel V suit de près, au cours de ses inspections, le planning et la réalisation des travaux de réparation.

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 entre l'ONDRAF, l'AFCN et Bel V dans le but d'analyser le problème en détail et d'y remédier.

En 2017 également, Bel V a 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 continuent d'être retirés pour différents types de déchets.

### Autres installations nucléaires

À la suite de l'accident de Fukushima, des stress-tests ont été effectués au sein de toutes les installations nucléaires de classe I en fonctionnement. Des rapports d'évaluation de sûreté et des plans d'action ont été élaborés par les opérateurs et examinés par l'Autorité de Sûreté. La phase d'implémentation de chaque plan continue d'être contrôlée de près par Bel V.

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.



Au vu des différents problèmes survenus avec NTP Europe sur le site de Fleurus, Bel V a procédé, en concertation avec l'AFCN, à un suivi rigoureux de cette installation, également pendant une partie de l'année 2017.

## Stratégie de contrôle intégrée

La stratégie intégrée d'inspection (par l'AFCN) et de contrôle (par Bel V) a été appliquée en 2017.

Le programme des contrôles pour 2017 a été envoyé aux installations à la fin de 2016. 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

Doel 1 a fonctionné à la puissance nominale durant toute l'année, sauf aux moments suivants :

- l'arrêt pour rechargement s'est déroulé du 18 juin au 22 juillet.
- quatre jours en fin décembre pour la réparation d'une pompe d'eau alimentaire.

Doel 2 a fonctionné à la puissance nominale durant toute l'année, sauf pendant la période d'arrêt pour rechargement, qui a commencé le 19 mai. Doel 2 était à nouveau à pleine puissance le 19 juin.

Des efforts particuliers ont été fournis pour la préparation des différentes modifications dans le cadre de révisions (pour les révisions de 2017, mais surtout celles de 2018 et 2019, dans le cadre desquelles la plupart des changements pour Long-Term Operation sont apportés).

### 1.1.2 Doel 3

Doel 3 a fonctionné à pleine puissance, sauf lors des périodes suivantes :

- Le 23 mai, un arrêt d'urgence automatique a eu lieu en raison d'un déclenchement de la turbine.
- La révision annuelle pour rechargement et entretien a démarré le 22 septembre, la fin étant prévue pour le mois de novembre. Cependant, suite à l'identification de graves dommages au niveau du béton et de l'armature dans les chambres d'évacuation de vapeur d'un bâtiment bunkérisé, le démarrage a été reporté à juin 2018.

Une analyse de l'intégrité structurelle du bâtiment bunkérisé susmentionné a montré que le bâtiment n'est pas suffisamment robuste structurellement pour résister à un accident d'avion. Cet événement a été classé comme un événement de Niveau 1 sur l'Échelle internationale des événements nucléaires (INES).

### 1.1.3 Doel 4

Doel 4 a fonctionné sans interruption et à la puissance nominale durant toute l'année, sauf à l'occasion :

- d'un arrêt non planifié du 10 au 13 janvier à la suite d'un arrêt d'urgence automatique du réacteur provoqué par la perte de la connexion 380 kV avec le réseau ;
- d'un arrêt planifié (du 24 mars au 5 avril) pour rechargement et maintenance d'une durée de 18 mois ;
- d'un arrêt non planifié du 26 mai au 2 juin à la suite d'un arrêt d'urgence manuel du réacteur après une importante fuite d'eau au niveau du condenseur (circuit tertiaire) ;
- d'un arrêt planifié du 9 au 15 août pour la réparation d'une fuite au niveau du circuit d'injection de sécurité dans le bâtiment du réacteur ;
- d'un arrêt non planifié du 20 au 21 août à la suite d'un arrêt d'urgence automatique du réacteur dans le cadre d'un test des vannes principales d'isolement de la vapeur ;
- d'une perte de puissance temporaire à 80 % du 2 au 5 novembre pour la réparation d'une fuite d'eau limitée au niveau du condenseur (circuit tertiaire).

En ce qui concerne plus particulièrement les événements de janvier et août, Bel V a accordé une attention particulière à l'analyse de l'incident et aux mesures correctives proposées par l'exploitant.

### 1.1.4 Doel commun (WAB, SCG)

**WAB** : Suite à un audit de l'Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies (ONDRAF), l'agrément a été bloqué pour différents types de déchets. Bel V a suivi de près les conditions et la capacité de stockage pour les différents flux de déchets (tant au niveau des unités que dans le WAB), ainsi que les actions entreprises par l'exploitant pour anticiper d'éventuels problèmes concernant le stockage de déchets. Dans l'intervalle, tous les flux de déchets ont été bloqués, sauf ceux pour les résines et concentrats. Pour les résines et concentrats, une extension de la capacité de stockage est en cours d'élaboration, en parallèle au développement de nouveaux procédés, en collaboration avec le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) français. Bel V continuera à suivre cela de près à l'avenir.

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 établira à cet effet un plan d'action, que Bel V suivra de près.

**SCG** : Des problèmes de qualité avaient été constatés dans le passé concernant les conteneurs fournis pour combustible usé. Sur la base de ceux-ci, le contrôle qualité par le fabricant et le contrôle indépendant par l'exploitant et le bureau d'études au niveau de la fabrication des conteneurs sont devenus plus stricts. La réception de ces conteneurs est désormais également plus poussée. Bel V suit de près les résultats de ces différents contrôles. En dépit de ces contrôles supplémentaires au niveau de la fabrication, des problèmes ont encore été constatés lors de la livraison de quelques



nouveaux conteneurs (type approuvé existant), suite à quoi une nouvelle enquête sur les causes a été initiée par l'exploitant et son bureau d'études. Bel V a suivi de près ces résultats. En raison de retards au niveau de la livraison des conteneurs, Bel V a également accordé davantage d'attention à la gestion du combustible en général (capacité des piscines, plans de chargement des conteneurs, etc.).

### 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 à l'élaboration d'un plan d'urgence, à la chimie, au transport, à la libération, 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 (ventilation, suivi de la construction du « Filtered Containment Ventilation System », etc.).

Bel V a assisté l'AFCN durant ses inspections, en particulier celle relative au Management et les inspections portant sur le « vieillissement, statut de la préparation de la mission SALTO de février 2017 », les stress-tests, l'incendie, les déchets (« Gestion des déchets : suivi » et « Sécurité à long terme ») et le « Plan d'action NV-Pro ». Un support a également été fourni à l'AFCN pour le suivi de la mise en œuvre des plans d'action commun pour les deux sites et Corporate à la suite des événements survenus dans la centrale nucléaire de Tihange qui ont donné lieu en 2015 à un *projustitia*. En ce qui concerne l'évaluation de l'avancement en termes de sécurité nucléaire et de culture de sûreté, un support a également été fourni à l'AFCN.

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 avait été mise à l'arrêt en septembre 2016 en raison d'un soulèvement de sol dans un bâtiment (suite à des travaux de génie civil) rendant une pompe indisponible. Electrabel a effectué des travaux de renforcement de la stabilité du sous-sol. Après vérification que ce renforcement répondait aux critères, l'unité a été redémarrée le 20 mai.

Durant le reste de l'année, l'unité a fonctionné à sa puissance nominale, sauf lors des périodes suivantes :

- une perte d'environ 30 % de puissance le 26 juin, en raison du déclenchement de pompes du circuit secondaire (non lié à la sûreté) ;
- du 12 septembre jusqu'au 24 novembre, afin de mettre en service des équipements de sûreté supplémentaires, suite aux engagements vis-à-vis des autorités de sûreté dans le cadre de la prolongation de l'exploitation.

Il est à noter que, par précaution, cet arrêt a été anticipé d'environ 6 semaines suite à l'apparition de vibrations au niveau du moteur d'une des pompes primaires.

### 1.1.7 Tihange 2

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

- une baisse de charge volontaire d'une journée du 4 au 5 février en vue d'une intervention programmée sur le condenseur (non lié à la sûreté) ;
- l'arrêt pour rechargement du 31 mars au 29 mai.

Il est à noter que suite à l'indisponibilité d'une des deux pompes du circuit tertiaire (non lié à la sûreté), l'unité a fonctionné à une puissance intermédiaire (environ 60 %) jusqu'au 22 juin.



### 1.1.8 Tihange 3

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

- le 10 novembre, suite à un arrêt d'urgence automatique lié à la fermeture intempestive d'une vanne sur le circuit d'alimentation en eau des générateurs de vapeur ;
- dans la nuit du 2 au 3 décembre, où une baisse de charge volontaire a été entreprise pour réparer une vanne sur le circuit d'alimentation en vapeur de la turbine.

### 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 de manière structurelle sa sûreté et sa culture de sûreté. Les actions prévues en 2017 (adaptations d'organisation, formations, etc.) ont été menées à bien selon le planning prévu. Bel V a apporté son support technique à l'AFCN pour le suivi de l'implémentation de ce 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 a donné un résultat négatif, 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 est 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 une partie de ces agréments. La prise en charge de déchets par l'ONDRAF a permis de réduire significativement les quantités de déchets entreposées sur le site.

## 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 2017 a consisté en trois cycles de trois semaines et trois cycles de quatre semaines.

Lors du cycle 03/2017, deux arrêts d'urgence du réacteur sont intervenus, ayant la même origine. Suite à un coup de foudre sur le réseau électrique, le réseau vital s'est déconnecté du réseau normal. La reprise par les diesels a échoué, suite à quoi le réseau vital n'a plus été alimenté. Le réacteur a connu un arrêt d'urgence et le signal d'évacuation a été activé. Lors du premier arrêt d'urgence, les obturateurs de sécurité du circuit primaire ont bougé, permettant au réacteur d'être refroidi par circulation naturelle. Après une heure environ, le réseau vital a été reconnecté au réseau normal.



Lors du deuxième arrêt d'urgence, les obturateurs de sécurité n'ont pas bougé et le réseau vital a été reconnecté au réseau normal après une vingtaine de minutes. Aucun produit de fission n'a été décelé dans l'eau primaire. Les éléments combustibles ont donc toujours fait l'objet d'un refroidissement suffisant lors des deux incidents.

Lors du cycle 03/2017, un autre arrêt d'urgence est survenu, ainsi qu'un « slow set-back » (lente baisse de la puissance du réacteur) au niveau du réacteur suite à des signaux erronés « débit trop faible dans le circuit primaire » et « faible niveau d'eau dans le bassin du réacteur ».

Lors du démarrage du circuit primaire avant le cycle 06/2017, il a été constaté que le couplage hydraulique de la pompe principale primaire J4-404 était défectueux. Une dérogation aux spécifications techniques a été approuvée par le service Contrôle physique et Bel V pour démarrer le cycle 06/2017 sans pompe primaire en stand-by.

Le réacteur VENUS a été chargé avec des assemblages combustibles contenant des barres de bismuth et du plomb autour de ces assemblages. Les assemblages de réflecteurs au plomb ont été remplacés par des assemblages de réflecteurs en graphite. Le programme expérimental s'est poursuivi avec l'étude des perturbations liées à cette configuration du cœur. À partir de septembre, l'accélérateur a ensuite été exploité, mais sans couplage avec le réacteur.

Aucun événement majeur n'est survenu dans les autres installations en 2017.

### 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. Des travaux logistiques en rapport avec le déplacement et les inspections des fûts se sont poursuivis dans le bâtiment 151X. 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.

Le projet portant sur un nouveau bâtiment pour le stockage de ces colis non conformes a été mis en attente. Des concepts alternatifs sont élaborés et le trajet d'agrément devra être repris dans son entièreté.

Le 16 janvier, une perte de l'alimentation électrique a été constatée sur le site 2, suite au nondémarrage du diesel en raison d'une conception erronée d'un nouvel interlock pour la sécurité incendie du diesel.

Le 20 février, lors d'un transfert d'effluents B05 depuis le SCK•CEN, une quantité de liquide s'est retrouvée dans le local de pulsion d'air du bâtiment 234B. Cet espace abrite des activités de démantèlement dans le cadre desquelles les opérateurs avaient ouvert une canalisation encore opérationnelle. Le liquide a été pompé dans une cuve de stockage et le bac d'installation du local de pulsion d'air a été décontaminé.

Le 2 juin, une batterie a explosé dans le bâtiment 280X. Cette explosion a été provoquée par l'apparition d'étincelles dans un bac de batteries fermé, l'hydrogène gazeux ayant alors pu se répandre. En marge des dommages matériels, aucune lésion corporelle n'a heureusement été subie. Aucune contamination nucléaire n'a été constatée à la suite de l'incident.

Pendant le sablage de la cuve O2 organisé dans le cadre de travaux de rénovation, une fuite limitée a été constatée le 14 juin au niveau de la cuve. Des mesures ont prouvé qu'aucune contamination n'a eu lieu dans le bac de rétention de la cuve. La fuite a été temporairement colmatée à l'aide de résine époxy, en attendant le remplacement des cuves.

Le supercompacteur de Cilva a été, à la demande de l'ONDRAF, mis à l'arrêt suite à la constatation de déformations dans le fond de certains fûts finaux. Une enquête est en cours pour déterminer l'origine du problème.

Lors des préparatifs au déchargement d'un conteneur de transport de déchets liquides provenant de l'IRE (Institut National des Radioéléments), une contamination non fixée a été constatée au niveau de la plate-forme du camion. Après décontamination, le déchargement du conteneur

de transport s'est déroulé sans aucun problème. Suite à cet événement, les transports entre l'IRE et Belgoprocess ont été temporairement interrompus afin de permettre la réalisation d'une enquête approfondie des causes par l'IRE et l'établissement de mesures correctives. Un problème est également survenu avec l'installation de pompage du bâtiment 108X lors du déchargement du cinquième transport. Le conteneur de transport a été découpé et le chargement aura lieu début 2018.

### 1.2.3 Belgonucleaire

Les locaux du bâtiment A sont préparés pour les mesures de libération finales des locaux et du bâtiment. Dans le même temps, le réseau de canalisations souterraines du bâtiment A est en train d'être démantelé et préparé pour libération. La méthodologie de libération pour le bâtiment A a été affinée et approuvée par Bel V et l'AFCN.

Belgonucleaire a également initié une « Historical Site Assessment » en préparation de la libération du site.

Étant donné que le démantèlement du bâtiment A est déjà bien avancé, le risque radiologique est très limité.

Belgonucleaire veille continuellement à ce que les personnes qualifiées nécessaires soient présentes sur le site et à tenir à jour de manière détaillée les mesures de libération pour la traçabilité finale.

### 1.2.4 Institut National des Radioéléments (IRE)

Les inspections effectuées par Bel V en 2017 concernaient différents sujets. L'IRE est impliqué dans le développement complexe d'une nouvelle ligne de production à l'aide d'uranium peu enrichi (LEU) à la place d'uranium fortement enrichi (HEU). L'exploitant a reçu une nouvelle licence pour la production à l'aide de LEU de la part de l'AFCN.

La deuxième réévaluation périodique de sûreté (PSR) menée par l'IRE a débuté et devra, en particulier, prendre

des marges conceptuelles en compte pour consolider la conception de l'installation. Des études ont été lancées en vue de construire, remplacer ou consolider des composants stratégiques comme les réservoirs, l'installation d'urgence (IUS - installation d'ultime secours), etc.

IRE-Elit, une filiale de l'IRE, continue de développer de nouvelles activités et est étroitement impliquée dans 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 2017, un seul événement notable a été rapporté par l'exploitant. Le site a fait l'objet d'une perte de courant totale suite à la coupure d'un câble d'alimentation principal. L'alimentation électrique auxiliaire a pris le relais pour les SSC (systèmes, structures et composants) liés à la sûreté.

Les actions restantes des stress-tests belges (BESTA) ont été formellement clôturées par l'organe de réglementation, mais plusieurs actions PSR restent ouvertes. Par exemple, un projet du Safety Analysis Report (SAR) de JRC-Geel reçu à la mi-2017 n'a pas pu être approuvé en l'état par l'organe de réglementation. Une analyse détaillée est en train



## ACTIVITÉS RÉGLEMENTAIRES EN BELGIQUE

d'être fournie à JRCGeel afin de lui permettre d'améliorer sa première version du Safety Analysis Report.

En 2017, JRC-Geel a lancé plusieurs projets importants, comme un plan d'action de culture de sûreté et la mise en œuvre d'un système de gestion intégré.

Plusieurs modifications sont en cours et/ou progressent lentement. Le remplacement de la machine Van de Graaff par un nouvel accélérateur Tandem a eu lieu à l'été 2016. Le nouvel accélérateur est actuellement éteint jusqu'à ce que le fichier de modification et le Preliminary Safety Analysis Report (PSAR) connexe aient été soumis à Bel V pour approbation.

L'ONDRAF a retiré la certification de JRC-Geel pour la caractérisation et l'évacuation des déchets. Un fichier révisé a été soumis à l'approbation de l'ONDRAF à la mi-2017. Aucune évacuation de déchets ne peut être réalisée tant que cette approbation n'aura pas été obtenue.

### 1.2.6 Franco-Belge de Fabrication de Combustible (FBFC)

Le démantèlement des bâtiments 1, 2 et 5 s'est poursuivi en 2017. La démolition du bâtiment 1 a également démarré, tout comme la démolition contrôlée du bâtiment 2.

L'approbation des notes de méthodologie et des dossiers de libération pour les bâtiments 1, 2, 5M ont eu lieu en 2017. L'approbation des notes de méthodologie et des dossiers de libération pour le bâtiment 5 et les terrains de Franco-Belge de Fabrication de Combustible est prévue pour 2018.

La réception d'une installation de tri (FREMES), qui servira au contrôle des sols pollués dans le cadre de l'assainissement du sol du site, est prévue pour début 2018.

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

Plus de 100 inspections des services de contrôle physique ont été menées dans des installations de classes IIa, II et III.

En raison d'une situation instable au sein de NTP Europe, Bel V a maintenu la fréquence élevée de ses inspections.

Les déchets radioactifs stockés sur place, et parfois dans des institutions publiques comme des universités, sont restés un point d'attention pour Bel V.

## 1.3 Capacité de réaction et intervention d'urgence

### 1.3.1 Activation réelle du plan d'urgence externe

Le 10 janvier 2017, en début d'après-midi, une activation réelle du plan d'urgence nucléaire et radiologique belge (PUNRB) et des structures de réponse associées a eu lieu suite à un événement survenu à l'unité 4 de la centrale nucléaire de Doel. Cet événement, associé dans les premiers instants à une rupture de tuyauterie vapeur, a été notifié par l'exploitant comme une notification N1. En réponse à cette notification initiale, l'activation et la mobilisation des structures de réponse ont été entamées conformément aux dispositions prévues dans le PUNRB. Des représentants de Bel V ont ainsi été dépêchés à la cellule d'évaluation du centre de crise fédéral, à la cellule de crise interne commune AFCN/Bel V et sur le site concerné. Après rétablissement de la situation et investigation plus approfondie, la situation d'urgence a pu être levée vers 18h30 sans que des actions de protection n'aient dû être prises. Cet événement n'a donc eu aucune conséquence pour la population ou l'environnement.

Après l'activation en réponse à l'incident survenu en été 2008 à l'IRE, il s'agit seulement de la deuxième activation réelle du PUNRB. À côté des exercices réguliers auxquels Bel V participe (voir ci-après), cette activation réelle du PUNRB a permis de démontrer que Bel V dispose d'une capacité de réponse suffisante pour assurer les tâches qui lui sont dévolues dans ce cadre.



### 1.3.2 Exercices d'intervention d'urgence

Quatre exercices de capacité de réaction et d'intervention d'urgence ont été organisés en 2017 sous la supervision de la Direction Générale Centre de Crise du Service Public Fédéral Intérieur (DG Centre de crise) :

- en mai pour le site de Belgoprocess : 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 juin pour le site du SCK•CEN : 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 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) ;
- en novembre pour la centrale nucléaire de Doel : 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. Cet exercice avait la particularité d'associer un volet « safety » avec un volet « security ».

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 la centrale nucléaire de Doel (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 et à une session d'information, tous deux organisés dans le cadre de cet exercice. 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 (actions de formations spécifiques par exemple).

En plus des exercices repris ci-dessus, Bel V a participé, de façon limitée toutefois, à trois exercices internationaux organisés respectivement par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), la Commission européenne et la France (centre nucléaire de production électrique de Cattenom).

### 1.3.3 Autres activités dans ce domaine

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).

Bel V a été également associée avec l'AFCN à la poursuite du processus de révision de l'Arrêté royal relatif au « Plan d'Urgence Nucléaire et Radiologique pour le territoire belge », lancé par la DG Centre de Crise. Après une prise en compte de la consultation des diverses parties prenantes, une proposition consolidée d'une version révisée de ce plan a été fournie fin 2017 au ministre de l'Intérieur. Une publication officielle du plan révisé est attendue dans les premiers mois de 2018. À noter qu'une campagne d'information sur le risque nucléaire et sur la distribution de comprimés d'iode stable, à laquelle Bel V sera associée, devrait être lancée en mars 2018.



### 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 la plupart de 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 21 tests de ce type ont eu lieu en 2017.
- Un représentant de Bel V a participé, comme « EP&R Reviewer », à une mission OSART (Operational Safety Review Team) à la centrale nucléaire de Taishan (Chine, janvier 2017).
- Un représentant de Bel V a participé, comme formateur, à deux formations Train-the-Trainer consacrées à la protection des intervenants (Seraing et Ranst, octobre 2017).
- Un représentant de Bel V a participé à un workshop organisé par l'AIEA et consacré à l'implémentation des plans internes d'urgence (Vienne, mai 2017).
- Un représentant de Bel V a participé, comme formateur, à une formation « National system for Emergency Preparedness and Response » organisée par l'institut européen de formation et de tutorat en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection (ENSTTI) (Fontenay-Aux-Roses, mai 2017).
- 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 Paris (Paris, octobre 2017).

### 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) (Madrid en février 2017, Oxford en mars 2017 et Oslo en septembre 2017) ;
- réunion d'échanges entre l'IRSN, l'AFCN et Bel V sur la capacité de réaction et d'intervention d'urgence (Bruxelles, juin 2017) ;
- séminaire organisé par le Grand-Duché de Luxembourg sur l'application de l'approche HERCA-WENRA (Luxembourg, juillet 2017) ;
- réunions d'échange entre les autorités belges et néerlandaises.

## 2

## INTRODUCTION

## MARC DUBOIS

2017 fut encore une année durant laquelle de nombreux défis ont été relevés dans le cadre des grands projets réglementaires, parmi lesquels on peut citer : les révisions décennales, les extensions de durée de vie des unités belges, les études probabilistes, le stockage intermédiaire de combustibles usés, les plans d'actions liés aux tests de résistance suite à l'accident de Fukushima Daïchi, le dépôt en surface des déchets de catégorie A, le futur réacteur de recherche Myrrha.

Dans ce contexte, Bel V fait montre de compétences pointues et diversifiées et d'une capacité d'organisation, mises à profit en vue respectivement d'apporter le niveau de la qualité requis dans ses analyses techniques et de respecter les plannings des projets. Pour illustrer notre propos, épinglons quelques exemples d'importants dossiers d'évaluation de sûreté en cours dans les installations nucléaires belges.

Depuis quelques années déjà, le suivi des plans d'actions « Long Term Operation » se poursuit sur les deux plus anciennes unités, ces plans incluant un programme de gestion du vieillissement et une réévaluation de la conception. À Tihange 1, l'approbation par Bel V des demandes de clôture

des projets liés au vieillissement LTO a avancé de façon appréciable en 2017. La mise en service partielle du Système d'Ultime Repli étendu a également été prononcée. Le planning approuvé par l'AFCN est respecté sans retard notable. Pour Doel 1/2, Bel V poursuit ses efforts pour évaluer l'ensemble des modifications à réaliser lors des arrêts de tranche prolongés prévus en 2018 et 2019.

Quant aux plans d'actions BEST, une réévaluation en profondeur des sites de Doel et Tihange a été menée par l'exploitant et soumise aux autorités de sûreté pour analyse. Les sites sont à présent renforcés de manière adéquate pour faire face aux agressions externes (inondation, séisme). Un backup du centre opérationnel de crise doit encore être implanté à Tihange.

Le projet de pre-licensing SF<sup>2</sup> a permis par ailleurs aux experts de Bel V de contribuer de manière significative à la vérification d'une application correcte de la récente guidance AFCN sur la démonstration de sûreté des installations nucléaires de Classe I.





## ÉVALUATIONS DE SÛRETÉ ET PROJETS NATIONAUX

### 2.1 Analyse probabiliste de sûreté (PSA)

Dans le contexte de l'implémentation des niveaux de référence WENRA (version 2008) pour toutes les centrales nucléaires existantes (et selon les dispositions de l'Arrêté royal du 30 novembre 2011), ENGIE Electrabel et Tractebel Engineering ont poursuivi leurs efforts visant à développer des analyses « Internal Fire PSA » et « Internal Flooding PSA » pour les centrales nucléaires belges.

Ces PSA incluront une analyse PSA niveau 1 spécifique pour chaque unité belge (en ce compris Doel 1/2, pour lesquelles le développement de « Fire and Flooding PSA » a d'abord été annulé en raison de la fermeture définitive initialement prévue pour 2015, avant d'être repris en 2016 en raison de la prolongation de la durée de vie des deux unités) et une analyse PSA niveau 2 pour une centrale représentative (Doel 3). Tous les états de fonctionnement des centrales sont examinés.

En 2017, Bel V a poursuivi l'examen du développement de l'étude « Flooding PSA » pour Doel 1/2. Les résultats finaux



de l'étude « Flooding PSA » pour Doel 1/2 ont été fournis par l'exploitant en juin 2017, et Bel V a ensuite procédé à son évaluation finale de ce projet PSA (l'examen de l'étude « Flooding PSA » pour les autres unités avait déjà été terminé en 2016).

Pour l'Internal Fire Level 1 PSA, Bel V a surveillé deux projets spécifiques définis par l'exploitant. Le premier projet avait trait au développement d'études « Fire PSA » pour Doel 3, Doel 4, Tihange 1, Tihange 2 et Tihange 3 (une mise à niveau globale des études « Fire PSA » préliminaires a été effectuée pour ces unités à la fin de 2015, donnant lieu à des résultats ultraconservateurs). Le second projet avait trait au développement d'une étude spécifique « Fire PSA Level 1 » pour Doel 1/2, qui était nécessaire dans le contexte de la prolongation de la durée de vie de ces unités doubles. L'examen de ces projets par Bel V incluait également des audits des bases de données (pour les câbles et l'emplacement spatial des composants dans les usines servant d'input pour les études « Fire PSA »). À la fin de 2017, les résultats finaux obtenus dans le cadre de ces projets « Fire SPA » ont été fournis par l'exploitant, suite à quoi Bel V a démarré ses évaluations finales.

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 NS-G-2.10 (récemment remplacé par SSG-25) dont l'utilisation a été exigée par l'AFCN pour toutes les installations nucléaires de classe I.

- À la fin de 2016, l'AFCN a approuvé la méthodologie destinée à évaluer les 15 facteurs de sûreté constituant le cadre des PSR de l'IRE. En 2017, l'IRE a soumis des évaluations de plusieurs facteurs de sûreté à l'examen de Bel V. La phase d'évaluation de l'IRE doit être terminée pour la fin du mois de mars 2018. Les résultats seront résumés et présentés au Conseil scientifique à la fin de 2018.

- Dans le cadre de la révision décennale de sûreté du Site 1 de Belgoprocess, Bel V a reçu en juin un document important de la part de Belgoprocess, à savoir la subdivision en SCC (systèmes, structures et composants) des bâtiments du site 1. Après analyse du document, un courrier a été adressé à Belgoprocess comportant les commentaires de Bel V. Aucun point bloquant n'a été identifié. Après une réunion de concertation entre Bel V et Belgoprocess, une version adaptée de la note a été remise à Bel V. Bel V a également reçu les premiers documents concernant plusieurs facteurs de sûreté et est en train de les analyser.
- La révision décennale de sûreté du Site 2 de Belgoprocess a été soumise au Conseil scientifique de l'AFCN le 24 février. Aucune objection n'a été formulée et, par conséquent, le plan d'action a été approuvé, donnant lieu au démarrage de la phase d'implémentation. Belgoprocess est en train d'exécuter le plan d'action.

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

L'implémentation à Tihange 1 du plan d'actions LTO s'est poursuivie en 2017 :

- développement d'un programme de gestion du vieillissement (« Ageing Management ») ;
- réévaluation 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 été menés à terme lors de l'arrêt de tranche 2016 (à quelques rares exceptions près dûment justifiées auprès de l'AFCN et de Bel V).



L'examen et l'approbation des demandes de clôture des projets LTO introduites par l'exploitant concernant ce thème ont constitué l'essentiel de la charge de travail de Bel V en 2017. Le bilan des projets « Ageing » clôturés par Bel V s'établit, fin 2017, à 72 projets sur 86 demandes introduites (le nombre total de projets « Ageing » étant de 93).

L'avancement des projets majeurs suivants du thème « Design » a évolué comme suit en 2017 :

- La construction des 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 relatifs à l'installation des équipements internes (tableaux électriques, groupes diesels, pompes, réservoirs, tuyauteries, systèmes de ventilation, etc.) sont soit à l'examen par Bel V, soit déjà en cours de réalisation (travaux préparatoires). Conformément au planning LTO, la mise en service partielle du SUR étendu (portant sur la connexion d'une nouvelle bache d'eau alimentaire de secours de plus grande capacité pour les générateurs de vapeur) a eu lieu en novembre 2017, après l'arrêt programmé de l'unité. La mise en service complète de l'extension du SUR est prévue fin 2019.
- Les améliorations de la détection et de la protection incendie sont réalisées en 4 phases, de 2015 à fin 2019. Les 2 premières phases sont en voie d'être clôturées.

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 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 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.

La préparation de l'exécution des différentes actions LTO planifiées lors du fonctionnement en puissance et pendant les révisions de 2017 et, surtout, pendant les longs arrêts communs planifiés en 2018 et 2019 s'est poursuivie. Bel V suit de près ces préparations et la mise en œuvre des modifications. L'exercice de recrutement en cours et les alternatives proposées, lorsqu'il est apparu qu'il était impossible de recruter et de former suffisamment de personnel à temps, sont également suivis de près et évalués.

Lors des révisions de 2017, et conformément à l'arrêté royal du 27 septembre 2015 complétant les conditions d'exploitation des réacteurs nucléaires Doel 1 et Doel 2 dans le cadre de l'exploitation à long terme, la réception des différentes actions LTO exécutées lors de ces révisions avant le démarrage suivant la révision a été attestée.

En février 2017, une mission SALTO de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) a eu lieu. Sur la base du rapport SALTO, l'AIEA a estimé que ENGIE Electrabel assurait une gestion qualitative du programme LTO, en conformité avec les normes internationales en vigueur, mais que des améliorations restaient possibles.

Douze experts internationaux de l'AIEA ont procédé à une évaluation des différents projets exécutés par ENGIE Electrabel dans le cadre du LTO. Ils ont utilisé pour ce faire différents thèmes bien définis comme la gestion des RH et la gestion des connaissances, la gestion du vieillissement des composants mécaniques et électriques, le génie civil, l'organisation interne et la gestion des modifications aux installations.

Sur la base de ces thèmes, les experts internationaux ont analysé un grand nombre d'actions. Ils ont formulé différentes recommandations et suggestions pour consolider la gestion LTO d'ENGIE Electrabel.

Ils ont également constaté quelques bonnes pratiques et prestations de qualité de l'exploitant :

- une gestion des risques intégrée pour le LTO à différents niveaux ;
- une méthodologie d'aperçu globale pour sélectionner les systèmes, structures et composants à analyser concernant le vieillissement lors de la période LTO décennale ;
- des mesures pour remédier à la rotation du personnel pour qu'aucune connaissance ne se perde en cas de départ de membres du personnel.

L'équipe a également formulé quelques points à améliorer :

- L'exploitant doit veiller à ce que tous les systèmes, structures et composants nécessaires pour la gestion du vieillissement soient suivis pendant la période LTO.
- L'exploitant doit garantir le caractère cohérent et exhaustif des données concernant les structures et les composants dans le cadre du LTO.
- L'exploitant doit terminer complètement la révision et l'actualisation des programmes pour la gestion du vieillissement de structures et composants civils concernant le LTO.

Une mission de suivi a été provisoirement planifiée pour 2019. Lors de cette mission, les actions adoptées par ENGIE Electrabel pour se conformer aux recommandations et suggestions formulées par l'AIEA lors de la mission SALTO seront évaluées.

## 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 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 2017, les stratégies permettant de faire face à des pertes d'alimentation électrique ou de sources froides sont bien définies sur les deux sites et ont fait l'objet de travaux, finalisés à Doel et maintenant aussi à Tihange. 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). 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 2017, l'exploitant ENGIE Electrabel a réalisé plus de 92 % du plan d'actions, et considère que l'essentiel des actions restantes devrait être réalisé en 2018.

En 2017, 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 usé et gestion des déchets radioactifs

En collaboration avec l'AFCN, Bel V est impliquée dans les discussions relatives 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. En 2017, Bel V était toujours fortement impliquée dans l'analyse des réponses de l'ONDRAF à plus de 200 questions qui lui avaient été soumises. En décembre 2017, toutes les réponses de l'ONDRAF ont été approuvées par l'AFCN et Bel V. En 2018, Bel V vérifiera si ces réponses ont été prises en compte dans la révision du cas de sûreté.

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 ce stade du programme, Bel V met l'accent sur le développement de ses connaissances et de son expertise, revêtant une importance critique pour l'examen du « Safety & Feasibility Case 1 » (SFC 1), qui sera soumis par l'ONDRAF en 2020. En 2017, Bel V a principalement contribué au développement des « Strategic Research Needs » (SRN) structurant les

besoins du « Regulatory Body » pour le développement de ses connaissances et de son expertise par la recherche et le développement associés aux dépôts géologiques de déchets radioactifs et de combustible usé.

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 2017. Dans le courant de 2017, des discussions ont été initiées 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 Safety Assessment Report (SAR) 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. 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 le potentiel d'autorisation de l'installation, s'est poursuivie en 2017. Cette phase préalable à l'autorisation se poursuivra en 2018.

Dans ce contexte, Bel V évalue les 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 une influence sur la sûreté de l'installation) identifiés par l'organisme de réglementation (l'AFCN et Bel V). À la fin de 2017, près de la moitié des documents avaient été fournis par le SCK•CEN. Des réunions techniques ont eu lieu pour discuter des points d'attention avec le SCK•CEN. Vu l'évolution constante de la conception de MYRRHA, plus de documents sont à prévoir au-delà de 2017.

Mais comme la totalité des points d'attention ne pouvait être traitée d'ici le T3 de 2017, l'objectif du centre de Mol est de mettre la priorité sur les trois premiers volumes du Design Options and Provisions File (DOPF), un document rédigé par le concepteur et comportant, à partir d'une approche verticale, les détails des objectifs, des options, de la conception, des spécifications opérationnelles ainsi que des dispositions en matière de sûreté.

Au T3 de 2017, le SCK•CEN a présenté un dossier à son autorité de tutelle en vue d'obtenir les subventions requises pour poursuivre le projet.

En parallèle, le SCK•CEN a initié en 2017 un processus d'autorisation de création et d'exploitation d'un accélérateur de 100 MeV qui serait finalisé en 2019, les travaux de construction étant planifiés pour 2020-2025 avec une mise en service en 2024-2025 (phase 1 de MYRRHA). Cet accélérateur serait ensuite upgradé à 600 MeV (phase 2 de MYRRHA), et enfin, un réacteur serait construit (phase 3 de MYRRHA).

Enfin, le centre de Mol maintient l'option d'un autre design avec des modifications relativement importantes (réacteur loop-type design au lieu du réacteur pool-type design).

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

ENGIE Electrabel met en œuvre un processus de « pre-licensing » de deux installations de stockage du combustible usé sur site temporaires : l'une sur le site de Doel et l'autre sur le site de Tihange. Les installations de stockage

du combustible usé temporaires actuelles de Doel et Tihange seront saturées d'ici 2023.

Pour soutenir la conception et sa justification, une note stratégique a été élaborée par l'autorité de sûreté, reprenant ses attentes en matière de sûreté, de sécurité et de mesures de protection. Les aspects liés à la radioprotection et au transport sont également inclus.

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.

Le concept de stockage à sec avec fûts à double usage (transport et stockage) a été sélectionné pour les deux installations.

Un Design Options and Provisions File (DOPF) présentant les dispositions de sûreté et de sécurité nucléaires de SF<sup>2</sup> a été émis par ENGIE Electrabel et examiné par l'AFCN/Bel V. Plusieurs réunions techniques ont été organisées entre l'AFCN, Bel V, ENGIE Electrabel et Tractebel Engineering afin de discuter des réponses apportées par le principal exploitant aux commentaires formulés par l'AFCN/Bel V. Des réponses formelles à tous les commentaires formulés par l'AFCN/Bel V ont été apportées par ENGIE Electrabel en octobre 2017. L'AFCN et Bel V sont en train de préparer leur opinion finale sur l'autorisation préalable pour SF<sup>2</sup>, qui sera présentée au Conseil scientifique en février 2018.

ENGIE Electrabel va à présent soumettre une demande de licence pour SF<sup>2</sup> à l'AFCN. À cette fin, le Preliminary Safety Assessment Report (PSAR) pour la centrale nucléaire de Tihange prenant en compte tous les commentaires de l'AFCN/Bel V sur le DOPF, qui était initialement prévu pour juin 2017, a été reporté à la fin du mois de mars 2018. Le PSAR pour la centrale nucléaire de Doel devrait suivre quelques mois après.

Les deux installations de stockage de combustible usé SF<sup>2</sup> devraient être opérationnelles en 2023. Cependant, Bel V aimerait souligner qu'elle estime le planning pour SF<sup>2</sup> particulièrement ambitieux.



# PROJETS ET ACTIVITÉS INTERNATIONAUX

## 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 » (WGHOFF) ;
- 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).

Le Directeur général de Bel V est membre du Groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire (INSAG) de l'AIEA, et a participé aux réunions d'été et d'automne. Il est également Viceprésident 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 2017. Le Directeur général de Bel V est également le représentant belge au sein du Comité de supervision de l'établissement des normes nucléaires internationales (NUSSC) de l'AIEA.

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 neuvième réunion de ce comité.

Lors de l'« International Conference on Topical Issues in Nuclear Installation Safety: Safety Demonstration of Advanced Water Cooled Nuclear Power Plants » organisée par l'AIEA (Vienne, juin 2017), Bel V a présenté une conférence inaugurale pour le compte de l'European Technical Safety Organisations Network (ETSON) et présenté un papier technique sur les documents d'orientation réglementaires belges pour la démonstration de la sûreté et les dangers externes.

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

- cybermenaces et sécurité informatique au sein des installations nucléaires ;
- évaluation des risques et dangers externes ;
- retour d'expérience pour les centrales nucléaires et autres installations ;
- la sûreté de la gestion et de l'élimination des déchets radioactifs ;
- évaluation de la fiabilité humaine ;
- déclassé, libération de sites et libération de matériaux ;
- planification d'urgence.

En étroite collaboration avec l'AIEA, Bel V a initié les préparatifs à l'organisation 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 », qui aura lieu en octobre 2018. Bel V a également participé à deux réunions du comité du programme pour préparer cette conférence.



## 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 où a été discutée la progression du travail des sous-groupes (voir ci-dessous). En 2017, une attention spéciale a été accordée à la publication relative à la mise en œuvre ponctuelle d'améliorations de sûreté raisonnablement praticables dans des centrales nucléaires existantes (conformément à l'article 8a de la Directive de l'UE sur la sécurité nucléaire), à l'input de WENRA pour la stratégie de sûreté de l'AIEA, au groupe de travail ponctuel sur les niveaux de référence pour les réacteurs de recherche, au statut actuel des problèmes de la cuve sous pression et la ségrégation carbone dans d'imposants composants en acier, aux défis concernant le contrôle de la chaîne d'approvisionnement et à la Convention sur la sûreté nucléaire de l'AIEA.

#### RHWG (Reactor Harmonization Working Group)

Bel V a participé aux trois réunions RHWG organisées en 2017. 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 en réglementations nationales, le benchmarking de la mise en œuvre des niveaux de référence 2014 dans les centrales nucléaires et le développement des niveaux de référence sur les dangers internes et sur les dangers externes (pour les dangers naturels et anthropiques). Le RHWG a également travaillé sur une publication future consacrée à l'élimination pratique de scénarios d'accident et une publication future sur la sûreté de systèmes passifs.

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

En 2017, le rapport « Radioactive Waste Treatment and Conditioning Safety Reference Levels » a été examiné par différentes parties prenantes (comme l'European Nuclear Installations Safety Standards Initiative (ENISS) et le Club of Agencies). Dès lors, les activités de Bel V en 2017 ont été nettement plus limitées qu'en 2016, vu qu'il s'est principalement concentré sur l'analyse des commentaires des parties prenantes. En préparation à la 39<sup>e</sup> réunion WENRA-WGWD de septembre 2017, Bel V a soumis la position de l'organisme de réglementation belge sur ces commentaires au WGWD.

### 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.

En 2017, seule une réunion a eu lieu. Voici les principaux sujets abordés lors de cette réunion : nouvelles initiatives concernant la réglementation dans les deux pays, état des centrales nucléaires de Chooz et de Gravelines, inspections croisées, gestion des déclassés et des déchets, feedback concernant des exercices d'intervention d'urgence, et problèmes concernant des composants mécaniques importants comme les cuves sous pression des réacteurs et les générateurs de vapeur.

### 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 (Suisse), tantôt à Bruxelles.

En 2017, les sujets suivants ont notamment été abordés : problèmes avec les cuves du réacteur et problèmes liés 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 de ruptures de la canalisation du générateur de vapeur 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 2017 (par SSM, Suède, 25-27 avril, et par CSN, Espagne, 19-21 septembre).

La dernière édition du rapport de position commune sur les pratiques en matière d'autorisation a été publiée en masse sur les sites web de tous les membres au début de 2016. Dans le même temps, la Nuclear Regulatory Commission (NRC) aux États-Unis, qui a participé aux réunions de la task force entre 2009 et début 2016, a publié un rapport NUREG/IA, incluant le rapport sur la position de la task force ainsi que les commentaires de la NRC pour aider le personnel de la NRC à utiliser ces informations dans son examen des autorisations et son cadre réglementaire.

Depuis lors, et en particulier dans le courant de 2017, le TFSCS a poursuivi son travail en révisant plusieurs sujets, et en travaillant sur de nouveaux problèmes concernant des droits de licence soulevés par les défis créés par la technologie numérique. Les problèmes de cybersécurité sont à l'origine de problèmes spécifiques et nécessitent des mesures de protection contre tout accès non autorisé et des interactions malveillantes. Les évolutions technologiques au niveau de la conception des circuits donnent lieu à la production de composants avec une logique intégrée programmable, comme des dispositifs logiques programmables et un réseau de portes programmables. La vérifiabilité de leur conception et de leur performance pose également de nouveaux problèmes.

Les résultats de ces activités récentes seront inclus dans une nouvelle édition du rapport de position commune, qui est prévue pour début 2018.



### 3.3 Coopération avec les organisations techniques de sûreté

#### 3.3.1 EUROSAFE

En novembre 2017, l'organisme technique de sûreté français Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) a accueilli le Forum EUROSAFE à Paris. Le Forum EUROSAFE, une co-organisation avec le *Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit* (GRS, Allemagne), Bel V et les autres partenaires EUROSAFE, réunit des représentants d'organismes spécialisés dans les techniques de sûreté nucléaire et radiologique, d'instituts de recherche, de compagnies d'électricité, de l'industrie, des pouvoirs publics et d'organisations non gouvernementales. Bel V a participé activement à ce Forum en s'impliquant dans le comité du programme EUROSAFE, en co-présidant des séminaires techniques et en présentant plusieurs articles.

L'EUROSAFE Tribune est désormais publiée sous la forme d'une lettre d'information électronique mensuelle. Bel V a dirigé l'édition publiée en octobre 2017 (disponible sur <http://www.eurosafe-forum.org/node/406>). Cette lettre d'information met en avant les activités de Bel V, de la Belgique et d'ETSON dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

#### 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 Tribune 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 liés à la convergence des pratiques de sûreté scientifiques et techniques en Europe.

Depuis 2015, le Directeur général de Bel V est président d'ETSON. L'Assemblée générale et/ou le Conseil d'ETSON se sont réunis à Frascati (juin), Bled (septembre) et Paris (novembre, à l'occasion du Forum EUROSAFE). L'une des issues a été la publication de la nouvelle Strategy for the Future d'ETSON sur le site web d'ETSON.

En 2017, l'extension du réseau a été encore renforcée et une nouvelle organisation membre de la Roumanie (RATEN ICN) a rejoint ETSON.

Un représentant de Bel V a continué de présider l'ETSON Technical Board for Reactor Safety (TBRS) afin d'offrir un aperçu des activités techniques d'ETSON, comme le fonctionnement des groupes d'experts ETSON et la publication des Technical Safety Assessment Guides (disponibles sur <http://www.etsn.eu/reports-and-publications>).

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, en 2017, Bel V a également dirigé la relance de l'« Expert Group on Human and Organisational Factors » d'ETSON.

Entre le 10 et le 14 juillet, trois membres « junior » du personnel de Bel V ont participé activement à l'ETSON Summer Workshop à Ljubljana (Slovénie). Cet atelier avait pour thème « Uncertainty and sensitivity in safety analysis ». Des représentants de Bel V y ont participé en donnant plusieurs présentations et en présidant une session.

#### 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 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 2017, des membres du personnel de Bel V ont donné les conférences suivantes :

- « Emergency Preparedness and Response in Belgium – Current situation and perspectives » dans le cadre du module de formation sur « Nuclear safety – Emergency preparedness and response » ;
- « The meaning of Safety Culture for the Operator and its sub-contractors » dans le cadre du module de formation « Safety Aspects and Regulatory Requirements related to Fusion Reactors » ;
- « Examples of national approaches in Europe – Belgium » dans le cadre du module de formation « Lessons Learned from the Fukushima Daiichi Accident and EU Stress Tests ».

### 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 2017. Par exemple, une thèse de doctorat cofinancée par Bel V et l'IRSN, portant sur la compréhension et la modélisation de la perturbation induite par un panache de sels (pouvant résulter d'une dégradation de déchets bitumés) sur le transport de radionucléides dans l'argile, a été suivie.

Le logiciel SCANAIR, développé par l'IRSN, permet de modéliser le comportement thermomécanique des combustibles lors d'un accident d'insertion de réactivité consécutif à l'éjection d'une grappe de commande du

réacteur nucléaire. L'IRSN a demandé à Bel V de vérifier de façon indépendante la validation de la version 6.7 de ce logiciel SCANAIR. Il s'agit plus spécifiquement d'une contribution à l'expertise de l'utilisation du logiciel SCANAIR version 6.7, dans la démonstration de sûreté vis-à-vis des accidents d'éjection de grappe et de retrait incontrôlé de groupe à puissance nulle. En 2017, Bel V a finalisé l'évaluation du logiciel SCANAIR et soumis sa conclusion à l'IRSN.

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

En 2017, Bel V a étroitement collaboré avec d'autres organismes techniques de sûreté dans le cadre de projets européens liés à la gestion des déchets, comme JOPRAD et SITEX-II.

Dans le cadre de SITEX-II, l'établissement de l'association SITEX\_Network a été préparé, son but étant de consolider l'expertise des TSO dans le domaine de la gestion des déchets.

Depuis 2017, Bel V a également collaboré activement en sa qualité de représentant TSO au Core Group, qui a pour but de faciliter et coordonner la préparation d'une proposition pour un premier programme commun européen sur la gestion et l'élimination de déchets radioactifs, sur la base des résultats du projet JOPRAD.



### 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 2 tâches :

- Tâche 3 : Poursuite du développement des capacités au sein de la VARANS pour entreprendre et/ou commander des analyses et évaluations indépendantes de documents concernant la sûreté ;
- Tâche 4 : Plan de développement des ressources humaines et programme de formation durable pour la VARANS et son TSO.

Le projet devrait être terminé en 2019.

#### 3.4.2 Égypte

Bel V a participé au deuxième projet ICSN entre la Commission européenne et l'Égypte, baptisé « Provision of assistance related to developing and strengthening the capabilities of the Egyptian Nuclear and Radiological Regulatory Authority (ENRRA) ».

La réunion de lancement du projet a eu lieu en 2015. Bel V était impliquée dans la formation des nouvelles autorités égyptiennes pour l'examen du Rapport préliminaire d'analyse de la sûreté (RPAS) et du Rapport de l'analyse d'impact environnemental (RAIE) d'une centrale nucléaire.

Bel V a participé aux tâches suivantes :

- Tâche 1 : Mise à jour du plan de stratégie et du plan d'action ;
- Tâche 2 : Formation et support dans le cadre d'évaluations de sûreté et d'autorisations ;
- Tâche 3 : Consolidation des aptitudes professionnelles du personnel du partenaire au projet.

La réunion finale a eu lieu à Bruxelles en mai 2017.



### 3.4.3 Thaïlande

Bel V participe au premier projet ICSN entre la Commission européenne et la Thaïlande (TH3.01/13), baptisé « Enhancing the capacity and effectiveness of the regulatory body and developing a national waste strategy ».

La réunion de lancement du projet a eu lieu en janvier 2015. Le projet a duré trois ans. Bel V a participé aux tâches suivantes :

- Tâche 2 : Cadre réglementaire ;
- Tâche 3 : Évaluation et vérification de la sûreté des installations nucléaires ;
- Tâche 4 : Plan de développement des ressources humaines ;
- Tâche 5 : Stratégie nationale et cadre réglementaire pour la gestion des déchets radioactifs.

La réunion finale a eu lieu à Bruxelles en novembre 2017.

### 3.4.4 Ukraine

Bel V participe à un projet ICSN en vue de soutenir l'autorité réglementaire ukrainienne.

La réunion de lancement du projet a eu lieu en octobre 2015. Le projet durera trois ans. Bel V est le responsable des tâches de la composante B du projet, traitant de l'autorisation d'une nouvelle installation nucléaire sous-critique dont la source de neutrons provient d'un accélérateur d'électrons sur un assemblage sous-critique.

### 3.4.5 Directive du Conseil 2013/59/EURATOM

Bel V a participé à un projet de la Commission européenne intitulé « Evaluation of Member States' strategies and plans for the transposition of the Basic Safety Standards Directive (Directive du Conseil 2013/59/EURATOM) ».

La réunion de lancement du projet a eu lieu en juin 2015. Bel V était en charge de la tâche 5 consistant à résumer et évaluer les stratégies et plans des États membres pour la mise en œuvre de la directive sur les normes de sécurité élémentaires.

Le projet s'est terminé en 2017.

### 3.4.6 Lituanie

Bel V a participé à la tâche 2 du projet sur la « Technical Assistance to VATESI in the Field of Decommissioning » (Phase 6).

La tâche 2 avait trait à l'examen des documents accompagnant la demande d'autorisation pour les installations dans le cadre du retrait de déchets radioactifs solides des installations de stockage existantes et de nouvelles installations de traitement et de stockage pour la centrale nucléaire d'Ignalina.

Le projet s'est terminé en 2017.





## GESTION DE L'EXPERTISE

### 4.1 Retour d'expérience en Belgique

Chaque année, Bel V réalise un examen sélectif des événements se produisant dans l'ensemble des installations nucléaires belges ainsi qu'une analyse approfondie d'un nombre sélectionné d'événements en mettant l'accent sur les causes premières, les actions correctives et les enseignements à tirer. En 2017, plus de 50 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. Ces analyses ont donné lieu à 3 rapports IRS, 1 rapport IRSRR et 1 rapport FINAS.

2017 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 :

- arrêt d'urgence et signal d'injection de sûreté suite au déclenchement du disjoncteur d'un circuit de 380 kV à Doel 4 ;
- contaminations notables dans un bâtiment du réacteur et un bâtiment nucléaire auxiliaire suite à plusieurs interventions organisées pendant l'arrêt pour rechargement à Doel 4 ;

- apport de bore d'urgence et injection de sûreté pendant l'arrêt à froid à Tihange 2 ;
- 2 événements de perte de puissance électrique vitale suite à un coup de foudre au niveau du réacteur BR2 ;
- arrêt d'urgence manuel suite à une inondation du bâtiment des turbines en raison d'une fuite notable dans le système de circulation d'eau à Doel 4 ;
- retrait des éléments internes d'une vanne, créant un chemin de fuite potentielle entre le bâtiment du réacteur et l'atmosphère pendant l'arrêt pour rechargement à Doel 1 ;
- arrêt d'urgence et signal d'injection de sûreté suite à la fermeture des vannes d'isolement de la vapeur principale (MSIV) pendant un test fonctionnel périodique du signal de fermeture des MSIV à Doel 4 ;
- dégradation de murs en béton des salles de décharge de vapeur principale, donnant lieu à une résistance réduite du bâtiment des systèmes d'urgence face à l'impact d'événements externes à Doel 3 ;
- fuite au niveau d'un emboîtement soudé d'une conduite d'évent du système d'injection de sécurité dans le bâtiment du réacteur à Doel 4.

## 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.

En 2017, Bel V a procédé à un examen de l'applicabilité du problème générique suivant en France : risque de perte

de source froide pour 29 réacteurs exploités par EDF. Bel V a également demandé un examen similaire à l'exploitant ENGIE Electrabel. Cet examen a conclu que le risque d'inondation de l'équipement de sûreté lié au système d'eau de service d'urgence suite aux problèmes de corrosion au niveau des systèmes de sûreté et/ou non de sûreté était géré de manière adéquate dès la conception et/ou par le biais de mesures de surveillance adoptées dans toutes les centrales nucléaires belges.

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

- IRS 8567 et IN 2017-05 intitulés « Potential binding of Schneider Electric/Square-D Masterpact NT and NW 480-Vac circuit breaker anti-pump system » ;
- NRC IN 2016-05 intitulé « Operating experience regarding complications from a loss of instrument air » ;
- IRS 8591 intitulé « Various Electros witch products sold as safety class 1E not properly qualified » ;
- IRS 8617 intitulé « Arc flash in emergency distribution board resulting in reactor shutdown ».

Enfin, les OEERL envoyés aux exploitants lors des années précédentes ont fait l'objet d'un suivi plus approfondi :

- IRS 8178 « Calibration of high head safety injection to RCS cold legs », initié en 2011, a été clôturé après l'examen des réponses de l'exploitant et des procédures de test modifiées ;
- « NRC RIS 2013-09 et IRS 8381 System gas accumulation - prevention and management » a progressé avec l'évaluation de réponses fournies par les exploitants ;



### 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. Suivant le développement des enjeux dans le domaine nucléaire, de nouveaux TRC sont créés quand le besoin s'en fait sentir (concernant par exemple le démantèlement). De plus, la gestion et le fonctionnement des TRC sont intégrés dans le système de qualité de Bel V.

En 2017, 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, de sorte que l'intégration de ce dernier se fasse de manière optimale. Ce mécanisme de transfert de connaissances est combiné avec, entre autres, une formation « on-the-job » et des activités avec d'autres départements. Le recrutement d'un nombre élevé de collaborateurs demande également des formations adaptées (voir le point 4.5).

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

La gestion des connaissances est en outre fortement liée au programme de R&D, dont le but premier est de générer

de nouvelles compétences, de meilleures idées et des processus plus efficaces (voir le point 4.4).

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

### 4.4 Recherche & développement

#### 4.4.1 Introduction

Le programme de Recherche & développement (R&D) 2017 a été établi en février 2017. La présente section récapitule les principales activités R&D de 2017.

En 2017, le travail total des activités en R&D s'élève à 7 742,25 heures, ce qui représente environ 7 % du temps total de travail du personnel technique.

Les activités de R&D restent un pilier essentiel du développement continu et pérenne de l'expertise de Bel V.

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

##### Phénomènes thermohydrauliques

Bel V a participé aux projets thermohydrauliques expérimentaux PKL-4 et ATLAS de l'OCDE/AEN, ce qui a permis à Bel V de mettre au point un modèle ATLAS pour le code CATHARE en collaboration avec un stagiaire d'EDF. Le représentant de Bel V a également été élu président du Programme Review Group du projet ATLAS2, et vice-président du Programme Review Group du projet PKL-4.

Dans le contexte des activités RELAP5-3D, Bel V a simulé la conduction thermique en direction axiale dans une

colonne de réfrigérant à alliage eutectique Pb-Bi à basse vitesse, ainsi que la conduction thermique de réfrigérant Pb-Bi pour couvrir le gaz à l'intérieur du réacteur MYRRHA en utilisant des boîtiers de conduction et des structures de production de chaleur spéciales. Bel V a également simulé l'échauffement d'aiguilles de combustible d'un assemblage MYRRHA irradié qui est accidentellement lâché et laissé sans refroidissement à l'intérieur du confinement.

Bel V a participé au « Working Group on the Analysis and Management of Accidents » (WGAMA) de l'OCDE concernant l'élaboration du rapport 3DSYSTH State-of-the-Art. Bel V était en charge de la rédaction d'un chapitre dédié, le §2.2.5, sur l'utilisation des 3D System-Scale Thermal-Hydraulic Codes (3DSYSTH) dans des scénarios de Feed Water Line Break (FWLB).

Bel V a poursuivi sa coopération avec l'IRSN dans le cadre du projet DENOPI, dont le but 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. Dans ce contexte, Bel V a mis au point un modèle CATHARE pour simuler le banc d'essai de la piscine à petite échelle, et a réalisé des simulations CATHARE des tests expérimentaux.

Pour terminer, Bel V a participé à plusieurs communications. Tout d'abord, une publication commune entre Bel V, le *Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit* (GRS) et le Paul Scherrer Institute (PSI) concernant les calculs sur le mélange dans des conditions d'écoulement naturelles à l'aide d'un code du système thermohydraulique 3D et de codes Computational Fluid Dynamics (CFD) a été présentée à la conférence NURETH17. Ensuite, une publication commune entre Bel V, GRS, le Helmholtz Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) et PSI concernant les calculs sur le mélange dans des conditions d'écoulement naturelles à l'aide d'un code du système thermohydraulique 3D et de codes CFD a été soumise à l'American Nuclear Society (ANS) en vue de sa publication dans *Nuclear Technology*. Le papier est en cours d'examen. En troisième lieu, un rapport sur la comparaison des résultats des calculs des codes CATHARE et MELCOR dans la simulation du phénomène

d'interruption de la circulation naturelle dans un réacteur à eau pressurisée à 3 boucles a été émis en interne. Une version NUREG/IA de ce rapport est prévue pour 2018.

### 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 2017. 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. Le principal effort visait la finalisation de la modélisation du confinement, et plus particulièrement la conversion des données de la centrale en données d'entrée pour le code et la sélection des hypothèses de modélisation les plus adéquates. Les enseignements tirés et le retour d'expérience ont été partagés avec la communauté MELCOR dans le cadre des réunions d'examen auxquelles participe Bel V.

Bel V est en train de créer une base de données de modèles MELCOR, incluant non seulement les installations nucléaires belges, comme les centrales nucléaires (susmentionnées), les piscines de désactivation de combustible usé et MYRRHA<sup>1</sup>, mais également d'autres, comme des installations expérimentales, des modèles génériques et des unités

<sup>1</sup> MELCOR ne peut être utilisé pour des réacteurs refroidis au plomb-bismuth. Cependant, le code peut fournir des informations utiles à propos de la capacité de confinement et du comportement d'un produit de fission pendant des accidents de dimensionnement et graves.



Fukushima Daiichi, qui conviennent à la réalisation d'analyses d'état d'équilibre et d'état transitoire.

Grâce à la disponibilité de résultats de calculs adéquats de cette base de données, Bel V a été en mesure de procéder à sa première évaluation indépendante d'un problème lié à l'installation du système d'évent filtré des enceintes de confinement (CFVS) dans les centrales nucléaires belges (dans le but d'identifier des questions prioritaires et d'étayer l'interprétation des résultats MELCOR de l'exploitant).

Une réunion annuelle du comité de pilotage, créé dans le but de superviser la participation belge au programme de la NRC sur la recherche des accidents graves, a été organisée par Bel V, détenteur de l'accord de coopération avec l'USNRC.

Bel V a participé à la réunion du 9<sup>e</sup> European MELCOR User Group (EMUG), à la réunion du Cooperative Severe Accident Research Programme (CSARP), à la réunion du MELCOR Code Assessment Programme (MCAP), à l'atelier final du projet Passive and Active Systems on Severe Accident source term Mitigation (PASSAM), à la conférence European Review Meeting on Severe Accident Research (ERMSAR), à l'atelier sur le projet In Vessel Melt Retention (IVMR) et au cours du Severe Accident Research NETwork (SARNET) sur la phénoménologie des accidents graves.

Bel V a contribué aux documents du CSNI « Working Group on the Analysis and Management of Accidents » (WGAMA) intitulés « Phenomena Identification and Ranking Table (PIRT) on Spent Fuel Pools under Loss-of-Cooling and Loss-of-Coolant Accident Conditions » (NEA/CSNI/R(2017)18), « Informing Severe Accident Management Guidance and Actions through Analytical Simulation report on the WGAMA WG » (NEA/CSNI/R(2017)16) et « Status Report on Ex-Vessel Steam Explosion: EVSE » (NEA/CSNI/R(2017)15).

Bel V a participé activement au projet Thermal-hydraulics, Hydrogen, Aerosols, Iodine (THAI-3) de l'OCDE/EAN, grâce à la coopération avec le von Karman institute for fluid dynamics (VKI). Tout résultat utile servira à l'examen des évaluations de sûreté nucléaire des exploitants.

Pour terminer, Bel V a contribué au projet DENOPI de l'IRSN en procédant à des analyses de l'aérodynamique du bâtiment des piscines de désactivation du combustible usé dans des conditions d'accident à l'aide du code MELCOR, et ce afin de soutenir l'interprétation de futurs résultats expérimentaux.

### Comportement des produits de fission et des aérosols

En 2017, Bel V a poursuivi sa participation au projet BIP-3 (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 deux réunions du Programme Review Group.

### Méthodologie PSA et ses applications

En 2017, Bel V a participé à la 20<sup>e</sup> réunion technique sur « Experiences with risk-based precursor analysis » (Petten, 19-20 octobre). Des analyses d'événement basées sur PSA réalisées par ENGIE Electrabel pour les centrales nucléaires belges et par des organisations étrangères (exploitants, organisations de sûreté technique) pour des centrales nucléaires étrangères ont été présentées et discutées.

En 2017, Bel V a participé à plusieurs activités internationales afin de conserver une expertise adéquate en méthodologies PSA.

Dans le cadre du suivi du développement de méthodes d'évaluation de la fiabilité humaine (HRA), Bel V a participé à la conférence PSAM sur les évaluations de la fiabilité humaine à Munich (7-9 juin) et à la Technical Meeting on the Development of the Safety Report on Human Reliability Assessment for Nuclear Installations de l'AIEA (Vienne, 13-17 novembre). Dans le cadre de sa participation à la Technical Meeting de l'AIEA, Bel V a activement contribué à l'examen d'un guide de l'AIEA en préparation (intitulé « Safety report on Human Reliability Assessment for Nuclear Installations »).

Bel V a également participé à l'atelier d'ETSON consacré à « PSA from a TSO Perspective » (IRSN, Fontenay-aux-Roses, 8 novembre) et a donné une présentation intitulée « Experience of the Belgian TSO with review of PSA models and PSA applications ».



### Protection incendie

La 3<sup>e</sup> phase du projet PRISME de l'OCDE/AEN a été initiée en 2017. Les partenaires au projet ont donné leur accord sur le programme expérimental et la première campagne a démarré à la fin de l'année. Cette campagne (baptisée S3 - « Smoke Stratification and Spreading ») étudie le comportement du feu et, de manière plus spécifique, la propagation de fumée dans une configuration à grande échelle de plusieurs pièces, éventuellement à l'aide de plusieurs sources d'incendie.

Bel V a poursuivi son implication dans la base de données FIRE de l'OCDE/AEN, dont la première version depuis l'arrivée de Bel V/la Belgique a été publiée en août 2017. Cette base de données rassemble des expériences de cas d'incendie (par le biais d'échanges internationaux) dans un format approprié, de qualité et cohérent. Les informations générées et publiées dans ce contexte peuvent par exemple être utilisées dans des activités « Fire PSA ».

En collaboration avec GRS, Bel V a organisé et accueilli le « 15th international SMiRT post-conference seminar on fire safety in nuclear power plants and installations » (à Bruges). Ce séminaire était l'occasion unique de réunir plus de 60 experts internationaux d'Europe, des États-Unis et d'Asie aux fins de présenter et de discuter de problèmes actuels en matière de sécurité contre l'incendie dans des installations nucléaires et de sujets variés comme la réglementation, la conception, l'expérience d'utilisation, la recherche expérimentale et les méthodes déterministes et probabilistes d'évaluation des risques.

Le dernier rapport de recherche de la thèse de doctorat financée par Bel V à l'université de Gand a été publié, et le travail est entré dans sa phase finale. Le travail de grande qualité fourni devrait permettre d'améliorer les capacités de codes de modélisation d'incendie numériques, et plus particulièrement la reproduction de phénomènes transitoires comme les effets de pression qui pourraient avoir un impact notable sur le confinement dynamique d'une installation nucléaire.

### Approches et pratiques réglementaires

#### *Collaboration ETSO et groupes d'experts*

En 2017, Bel V a poursuivi son implication active dans les activités de l'ETSON Technical Board on Reactor Safety (TBRS), un comité présidé par Bel V, et les groupes d'experts d'ETSON. Dans ce cadre, Bel V a présidé deux réunions du TBRS et des représentants de Bel V ont participé à des réunions des Groupes d'experts. Les Groupes d'experts les plus actifs en 2017 étaient ceux des systèmes mécaniques et des évaluations probabilistes de sûreté (PSA). Dans le cadre de ce dernier Groupe d'experts, des représentants de Bel V ont participé à un atelier organisé par ETSO intitulé « PSA from a TSO perspective - Experts from TSOs provide lessons learned through PSA application and review » (Paris, 8 novembre), et Bel V a présenté un papier sur des expériences avec l'examen d'évaluations probabilistes de sûreté.

Bel V a également pris l'initiative de procéder à la relance et de prendre la direction du Groupe d'experts d'ETSON sur « Human and Organisational Factors ». Bel V organisera une réunion de lancement le 18 janvier 2018.

Bel V a également poursuivi sa contribution au sein du ETSO R&D Working Group et du Knowledge Management Working Group.

#### *Vieillesse*

Bel V a participé au projet ODOBA, une étude expérimentale sur les mécanismes de vieillissement et de dégradation dans le béton menée par l'IRSN à Cadarache, en France. Cette activité de R&D internationale permettra à Bel V et à l'AFCN



de développer leur propre expertise dans les mécanismes de vieillissement dans des composants en béton.

Plusieurs réunions techniques ont été organisées avec toutes les parties prenantes en 2017 en vue de développer et confirmer les détails pratiques du programme expérimental. Des compositions de béton spécifiques pour la Belgique ont été proposées dans le cadre de ce projet.

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

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

En 2017, Bel V a initié la mise en œuvre d'actions en vue de développer et de consolider l'expertise de l'AFCN et de Bel V dans le domaine de l'élimination 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 » concernant l'élimination géologique qui sera soumis à l'AFCN par l'ONDRAF en 2019. 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 l'élimination de déchets radioactifs. Bel V conduit également le développement d'un module de travail de networking intitulé « Understanding of Uncertainties, Risks and Safety by the different actors », pour lequel plus de 50 organisations européennes ont manifesté leur intérêt. En collaboration avec l'IRSN et d'autres organismes techniques de sûreté, Bel V a également contribué à la préparation de la création de l'association SITEX\_Network en janvier 2018, dont le but est de promouvoir le développement d'une fonction d'expertise solide à l'échelle internationale. Ces activités ont 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.

### 4.4.4 R&D sur la radioprotection

Bel V a initié une collaboration avec le *Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu* (RIVM) aux Pays-Bas en vue du développement des critères et niveaux de sélection pour la contamination de surface afin d'obtenir une libération. Une étude poussée a été menée sur 4 objets typiques pour différents isotopes et vecteurs isotopiques. Un benchmarking avec d'autres références internationales a été réalisé et a fourni des résultats satisfaisants. Un rapport a été publié par Bel V et revu par le RIVM à propos des résultats préliminaires de l'utilisation de la méthodologie SuDoQu pour le calcul de dose effective concernant des scénarios d'exposition spécifiques pour la réutilisation d'objets d'une zone contrôlée.

Deux ateliers de deux jours ont été organisés (en avril et en juin) afin de présenter les premiers résultats de la méthodologie SuDoQu au RIVM, à l'*Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming* (ANVS), à Bel V et à l'AFCN.

Lors de l'atelier consacré aux faibles doses (11-12 septembre) organisé par le Conseil scientifique de l'AFCN, Bel V a été invité à y participer et à présenter brièvement le projet SuDoQu.

Bel V a également présenté les résultats préliminaires lors du 10<sup>e</sup> International Symposium on Release and Re-use of Materials of TÜV-Nord et au Forum Eurosafe annuel (en novembre 2017).

Bel V a fait l'acquisition de la plate-forme Mathematica pour d'autres études de sensibilité et probabilistes. Elle sera utilisée pour SuDoQu en présence de l'expert du RIVM en 2018.

### 4.4.5 R&D sur des sujets transversaux

#### Expérience avec MCNPX

Dans le cadre du projet Filtered Containment Venting System (FCVS), des préparations ont été effectuées pour vérifier le conservatisme de la modélisation des débits de dose. Différentes façons de procéder à des évaluations de débits de dose gamma en MCNPX (Monte Carlo N-Particle extended) ont été examinées afin de comprendre les incertitudes liées à chaque technique d'évaluation.

Des modèles simples ont été développés pour évaluer le débit de dose en fonction de la position dans un corridor rectangulaire (section transversale de 2m x 2m, avec murs en béton), prenant en compte une source photon (1 MeV) et neutron (1 MeV) au centre de l'entrée du corridor. Le but était de déterminer si certains emplacements permettaient de trouver des débits de dose plus élevés que d'autres. Les débits de dose à proximité des murs sont supérieurs après une certaine distance (environ > 2m) en raison des interactions avec les murs, indépendamment du type de source. À très courte distance, on observe un effet géométrique attendu en raison de la forme sphérique de la source.

#### Évaluation de la culture de sûreté

L'objectif en 2017 était de mettre au point une méthodologie d'inspection consacrée à la culture de sûreté sur la base de techniques d'interview qualitatives. Dès lors, Bel V dispose à présent d'un vaste ensemble d'outils de surveillance, couvrant des problèmes de culture de sûreté dans une installation nucléaire, c'est-à-dire un processus d'évaluation de la culture de sûreté, une méthodologie d'inspection thématique de l'« évaluation de culture de sûreté » effectuée par un exploitant et une méthodologie d'inspection croisée spécifique pour la « culture de sûreté » concernant certains problèmes de sûreté. L'ensemble de ces méthodes alimente les évaluations de sûreté annuelles des installations réalisées par Bel V.

#### 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.

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

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

##### *Vrije Universiteit Brussel (VUB)*

Bel V collabore avec la VUB sur un projet R&D intitulé « Experimental analysis of flow-induced vibrations and application to the fuel rod bundle of the MYRRHA reactor ».

##### *Université libre de Bruxelles (ULB)*

Une thèse de doctorat menée à l'ULB et financée par l'IRSN et Bel V sur le développement d'une nouvelle loi de feed-back pour la modélisation de l'impact d'un changement de porosité provoqué par des phénomènes de dégradation du ciment sur les propriétés de transport du ciment a été défendue avec succès en 2016. La plupart des modèles représentant ce feed-back reposent sur la loi d'Archie, qui n'est pas fiable pour des matériaux complexes comme ceux à base de ciment. Dans cette thèse, une loi alternative a été élaborée, reposant sur des expériences menées sur des matériaux cimentaires « simplifiés ». Cette thèse a permis à Bel V de mieux connaître les limites et faiblesses des modèles actuels, liant les dégradations du ciment à ses propriétés de transport. Il a également fourni à Bel V des informations sur des lois alternatives plus fiables. Les résultats de cette thèse ont donc contribué à la consolidation de l'expertise de Bel V dans la modélisation de la migration des radionucléides dans des matériaux en béton dégradés (un élément clé dans les concepts de l'ONDRAF pour des installations d'entreposage géologique et en surface des déchets).



### Université de Gand

Depuis 2014, Bel V sponsorise une thèse de doctorat à l'Université de Gand portant 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).

### von Karman Institute for Fluid Dynamics (VKI)

Depuis 2016, Bel V sponsorise une thèse de doctorat dans le contexte de sa participation au projet international THAI-3, qui étudie des problèmes liés à l'hydrogène et à des produits de fission dans des confinements de réacteur refroidis par eau dans des conditions d'accident.

### Université catholique de Louvain (UCL)

Quatre thèses de doctorat sont sponsorisées à l'UCL :

- Une première thèse porte sur des simulations numériques de fluctuations thermiques à proximité d'une ligne de contact entre la surface libre d'un liquide et une paroi solide. De telles fluctuations thermiques peuvent avoir un impact notable sur la fatigue du matériau qui compose la paroi. Le but est de fournir des modèles réalistes pouvant être mis en œuvre dans des codes commerciaux conventionnels, avec application au réacteur MYRRHA.
- Une deuxième thèse implique l'étude numérique de jets de fluides à collision et de transfert thermique turbulent dans les couches de mélange, s'appliquant à des situations de choc thermique pressurisé dans des réacteurs nucléaires. L'objectif est de consolider l'expertise en matière de développement d'algorithmes, la modélisation et la simulation numérique de problèmes de PTS. Cette thèse de doctorat a été défendue avec succès en 2017.
- Une troisième thèse de doctorat, réalisée au SCK•CEN en collaboration avec l'UCL, est intitulée « Complexation/colloid formation of U(VI) with Boom Clay dissolved organic matter ».

- Une quatrième thèse de doctorat est sponsorisée à l'UCL dans le cadre du projet DENOPI<sup>2</sup>, dans le but de développer des relations de clôture nécessaires à la simulation d'accidents de piscines de désactivation du combustible usé de type LOCA avec CATHARE. Ces relations de clôture sont liées à la modélisation de la convection naturelle à la surface libre de la piscine.

### Collaboration R&D avec l'IRSN

- Bel V est un membre du *Pôle Géochimie Transport* (PGT), qui regroupe plusieurs institutions (dont l'IRSN) ayant comme intérêt commun le développement de simulations numériques de transport réactif. Dans le contexte de cette participation au Pôle Géochimie Transport (PGT IV), Bel V a consolidé ses connaissances et son expertise dans le domaine du transport réactif dans des milieux poreux. Pour ce faire, il a été procédé au développement de modèles couplant la migration des radionucléides dans le ciment à des dégradations physicochimiques du ciment, dans le cadre du projet pour l'installation de stockage en surface avec le code HYTEC (développé dans le cadre du Pôle Géochimie Transport). Les échanges entre Bel V et d'autres participants au PGT IV (lors des réunions et ateliers) ont également contribué au développement de l'expertise de Bel V.
- Depuis 2015, Bel V cofinance (avec le CEA et l'IRSN) une thèse de doctorat intitulée « Capacité de prise en compte des perturbations chimiques par les codes couplés chimietransport : une étude «expérience vs simulation numérique» de l'impact des panaches salins ».

<sup>2</sup> Voir §4.4.3.1.

## 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.

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 internes, 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. Huit sessions ont eu lieu en 2015, 9 en 2016 et 11 en 2017 :

- Q2-INST-2 Installations de classe 1 autres que des centrales nucléaires (Belgoproces)
- Q2-INST-4 Installations de recherche (SCK•CEN)
- Q3-RB-9 Gestion des déchets
- Q2-NS-2 Analyse de sûreté déterministe
- Q1-REG-4 Système de gestion de la qualité
- Q2-NS-3 Analyse probabiliste de sûreté
- Q2-SPE-3 Protection incendie
- Q1-REG-1 Directives Bel V
- Q2-RP-1 Radioprotection - base
- Q2-SPE-3 Ventilation
- Q1-REG-3 Normes internationales (ASME)

Un exemple de formation externe avec participation de nouvelles recrues de Bel V en 2017 :

- 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 2017, 4 sessions techniques internes ont été organisées.

Des formations non techniques sont également organisées selon les besoins (langues, informatique...).

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 65 activités de formation ont eu lieu en 2017.



# BILAN FINANCIER

## Bilan au 31 décembre 2017

(montants en 1 000 €)

	2016	2017
<b>ACTIFS</b>	<b>13 935</b>	<b>11 701</b>
<b>ACTIFS IMMOBILISÉS</b>	<b>5 190</b>	<b>4 759</b>
II. Immobilisations incorporelles	339	83
III. Immobilisations corporelles	4 849	4 674
A. Terrains et constructions	4 629	4 467
B. Installations, machines et outillage	177	153
C. Mobilier et matériel roulant	43	54
IV. Immobilisations financières	2	2
<b>ACTIFS CIRCULANTS</b>	<b>8 745</b>	<b>6 942</b>
VII. Créances à un an au plus	3 883	2 942
A. Créances commerciales	3 818	2 890
B. Autres créances	65	52
IX. Valeurs disponibles	4 577	3 694
X. Comptes de régularisation	285	306



	2016	2017
<b>PASSIFS</b>	<b>13 935</b>	<b>11 701</b>
<b>CAPITAUX PROPRES</b>	<b>10 224</b>	<b>10 112</b>
I. Fonds de l'association	4 732	4 732
IV. Réserves	2 868	2 868
V. Résultat reporté	2 624	2 512
<b>DETTES</b>	<b>3 711</b>	<b>1 589</b>
VII. Dettes à plus d'un an		
IX. Dettes à un an au plus	3 710	1 589
A. Dettes échéant dans l'année	500	
C. Dettes commerciales	338	265
D. Acomptes reçus sur commande	1 500	
E. Dettes fiscales, salariales et sociales	1 372	1 324
F. Autres dettes		
X. Comptes de régularisation	1	1



## Comptes de pertes et profits au 31 décembre 2017

(montants en 1 000 €)

	2016	2017
Chiffre d'affaires	13 001	12 774
Autres produits	171	160
<b>TOTAL PRODUITS D'EXPLOITATION</b>	<b>13 172</b>	<b>12 934</b>
Services et biens divers	2 096	2 282
Rémunérations et charges sociales	750	10 175
Amortissements	488	491
Réductions de valeurs sur créances commerciales		
Autres charges d'exploitation	96	93
<b>TOTAL CHARGES D'EXPLOITATION</b>	<b>12 430</b>	<b>13 041</b>
<b>Résultat d'exploitation</b>	<b>742</b>	<b>-107</b>
Charges et produits financiers	-3	-6
<b>Résultat courant</b>	<b>739</b>	<b>-113</b>
<b>Résultat de l'exercice</b>	<b>739</b>	<b>-113</b>

## Compte de pertes et profits : commentaires

En 2017, l'activité a été moins soutenue et cela se traduit par une diminution de 1,75 % de notre chiffre d'affaires.

### Produits

#### *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 à l'exploitant 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 dans le cadre du « Long Term Operation » de Doel 1/2 et Tihange 1, du projet SF<sup>2</sup>, la poursuite du projet MYRRHA, l'intensification du contrôle en fonctionnement des unités du site de Tihange.

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 du bloc de l'Est et de pays émergents ainsi que des contrôles effectués au sein des établissements particuliers de la classe 2 (la future classe 2A).

#### *Autres produits*

Les autres produits ne sont pas de véritables revenus, ce sont principalement des participations du personnel pour l'utilisation privée de voitures de société et pour l'octroi de chèques repas.

### Charges

#### *Services et biens divers*

Les services et biens divers représentent 17 % des charges. Cette année, nos dépenses en Recherche et Développement représentent 4,37 % de nos charges.

#### *Rémunérations et charges sociales*

Les dépenses liées au personnel représentent 78 % de nos charges, y compris les dépenses de formation.

### Résultats

Le résultat de l'exercice (une petite perte) est affecté 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>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>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>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>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)