# RAPPORT ANNUEL | 2015

BEL V

# Table des matières


Message du Président 3
Préambule 4
Éditorial 5

1
Introduction au Chapitre 1 6
**Activités réglementaires en Belgique 9**
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

2
Introduction au Chapitre 2 18
**Évaluations de sûreté et projets nationaux 19**
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 (A) 23
2.6 Gestion des déchets radioactifs 24
2.7 MYRRHA 25
2.8 Défauts de la cuve du réacteur 25
2.9 Remplacement du couvercle de la cuve des réacteurs – Tihange 3 et Doel 4 28

3
Introduction aux Chapitres 3 & 4 29
**Projets et activités internationaux 30**
3.1 Activités OCDE et AIEA 31
3.2 Collaboration avec les autorités de sûreté 32
3.3 Coopération avec les organisations techniques de sûreté 34
3.4 Projets d'assistance financés par la Commission européenne 36

4
**Gestion de l'expertise 39**
4.1 Retour d'expérience en Belgique 40
4.2 Retour d'expérience à l'étranger 40
4.3 Gestion des connaissances 41
4.4 Recherche & développement 42
4.5 Formation 47

**Bilan financier 48**
Bilan au 31 décembre 2015 48
Comptes de pertes et profits au 31 décembre 2015 50
Compte de pertes et profits : commentaires 51

**Liste d'abréviations 52**

# Message du Président

**Bel V est une fondation de droit privé, créée par l'Agence Fédérale de Contrôle Nucléaire (AFCN), en tant que filiale, 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 résultant des rayonnements ionisants, sur la base d'une expérience qui remonte à 50 ans. Bel V est en effet l'héritière d'une expertise nucléaire qui remonte à 1965. Ses prédécesseurs étaient d'une part CORAPRO (créée en 1965) et d'autre part le département SNV (Sûreté Nucléaire – Nukleaire Veiligheid) de Vinçotte (créé en 1969).**

**Didier MALHERBE**
**Président du Conseil d'administration**

CORAPRO était un organisme agréé qui exerçait le contrôle des établissements nucléaires de classe I (hormis les centrales nucléaires et FBFC), ainsi qu'une série d'établissements de classe II et III. Le département SNV de Vinçotte a réalisé l'analyse du Rapport de Sûreté des centrales nucléaires en construction et, après la publication de l'Arrêté Royal d'Autorisation, a réceptionné et exercé le contrôle réglementaire des centrales nucléaires de Doel et de Tihange. Ces deux entités ont fusionné en 1996 sous le nom Association Vinçotte Nucléaire (AVN). En 2008, la majorité du personnel d'AVN a été transférée vers Bel V.

Les 50 ans de développement de l'expertise en sûreté nucléaire et radiologique au service du contrôle ont été fêtés à l'occasion d'une séance académique organisée le 8 décembre. Environ 200 invités ont pu entendre les orateurs exposer l'histoire et le rôle de Bel V. Le Ministre de tutelle, Jan Jambon, a rehaussé l'événement de sa présence.

La qualité de l'expertise technique de Bel V n'est pas seulement reconnue en Belgique : le directeur général de Bel V a été élu président d'ETSON, le réseau des organismes européens qui offrent un appui technique à leur autorité de sûreté nationale. Par ailleurs Bel V a organisé en novembre le Forum EUROSAFE, qui a rassemblé plus de 200 délégués venus d'Europe et au-delà pour partager leur expérience en sûreté nucléaire.

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.

Avec les moyens financiers dont dispose la fondation, des initiatives ont été prises pour soutenir financièrement les travaux des chercheurs des universités belges dans les domaines qui intéressent la sûreté nucléaire, et pour participer activement à des programmes de recherche internationaux.

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 technique et scientifique, sans esprit de lucre, à la protection de la population et de l'environnement contre le danger résultant des rayonnements ionisants.

Fin 2015, le Conseil d'administration de Bel V est composé de :
**D. Malherbe -** président
**Ph. De Sadeleer -** président du Conseil d'administration de l'AFCN
**J. Bens, Ir -** 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
**M. Jurisse, Ir -** membre

Le comité de direction est composé de :
**Benoît De Boeck -** Directeur-général
**Pieter De Gelder -** Chef du département NRA (Nuclear safety & Radiation protection Assessment)
**Marc Dubois -** Chef du département NRP (Nuclear safety & Radiation protection Projects)
**Marika Roobaert -** Chef du service Support, Administration & IT
**Vincent Standaert -** Chef du service Finance
**Michel Van haesendonck -** Chef du département NRI (Nuclear safety & Radiation protection Inspections)

# Éditorial

**L'année 2012 avait été marquée par la découverte de défauts dans l'acier des cuves de Doel 3 et de Tihange 2. En mai 2013, le redémarrage de ces deux unités avait été autorisé, moyennant la mise en œuvre d'un plan d'action à finaliser en vue de l'arrêt pour rechargement prévu en 2014. Une de ces actions consistait à réaliser une série de tests conçus pour vérifier l'influence de l'irradiation sur les propriétés mécaniques de l'acier avec des défauts dus à l'hydrogène. Pour ces essais, des échantillons provenant d'une pièce en acier affectée du même type de défauts ont été irradiés dans le réacteur BR2 du centre de recherche nucléaire de Mol.**

**Benoît DE BOECK, Ir**
**Directeur général**

Les résultats préliminaires de ces essais ont montré que la ténacité se dégradait plus rapidement que prévu par la théorie. L'exploitant a alors décidé d'arrêter préventivement les deux unités affectées et d'initier une nouvelle série d'essais afin d'expliquer ces résultats inattendus. Les résultats de ces nouvelles analyses ont été communiqués en juillet 2015. Ils ont fait l'objet d'une analyse indépendante par différents organismes belges et étrangers, dont bien sûr Bel V. Les rapports d'analyse ont été finalisés en novembre et ont abouti aux mêmes conclusions, à savoir que la démonstration apportée par l'exploitant était convaincante. L'AFCN a ensuite donné son feu vert au redémarrage des unités affectées.

Alors qu'Electrabel se préparait depuis près de 3 ans à la fermeture définitive de Doel 1 et de Doel 2 en 2015, le nouveau gouvernement a décidé de changer la loi de sortie du nucléaire et d'autoriser Doel 1/2 à fonctionner 10 ans de plus. Ceci a nécessité la mise en place d'un projet LTO (*Long Term Operation*) pour Doel 1/2, ce qui est un réel défi vu les délais très courts. Il a fallu rattraper le temps perdu, rouvrir les dossiers des Stress Tests et des Révisions Décennales, et parcourir toutes les décisions qui avaient été prises dans le cadre d'une durée de fonctionnement réduite. L'impact sur la charge de travail de Bel V en 2015 a été très important car il a fallu s'assurer de la mise en place des mesures exigées par l'AFCN avant d'autoriser le fonctionnement au-delà de 40 ans. Un avis positif a pu être rendu fin décembre 2015, ce qui a permis le redémarrage de Doel 1 (mise à l'arrêt en février après 40 ans de fonctionnement) et la poursuite de l'exploitation de Doel 2.

La demande d'autorisation officielle du projet de dépôt de déchets radioactifs de catégorie A (faible ou moyenne activité, à courte durée de vie) développé par l'ONDRAF à Dessel a été introduite début 2013. Depuis lors, Bel V est impliquée, de façon intensive et en collaboration avec l'AFCN, dans l'analyse du rapport de sûreté de l'installation. Une première analyse, effectuée en 2014, a conduit à l'envoi de nombreuses questions à l'ONDRAF. Les réponses à ces questions sont en cours d'analyse. En parallèle, nous avons poursuivi nos évaluations sur le comportement à long terme du dépôt, en utilisant nos modèles numériques.

En résumé, Bel V continue à faire face à de nombreux défis. Avec notre dynamique équipe multidisciplinaire, nous sommes prêts à les relever et à préparer l'avenir sereinement.

**Benoît DE BOECK, Ir**
Directeur général

# 1 Introduction

Michel VAN HAESENDONCK

## Les centrales nucléaires

Le 17 novembre 2015, le redémarrage des réacteurs nucléaires de Doel 3 et Tihange 2 a été approuvé. Cette décision reposait sur une analyse de l'organisme de réglementation (l'Agence Fédérale de Contrôle Nucléaire (AFCN) et Bel V) du rapport du nouveau dossier de sûreté soumis par l'exploitant et sur l'avis d'un large panel d'experts internationaux indépendants (dont l'Oak Ridge National Laboratory américain) et d'experts de l'organisme de réglementation belge.

Il a été estimé qu'Electrabel a pu démontrer que les résultats inattendus des tests de mars 2014 s'expliquaient probablement par les propriétés spécifiques du matériau de l'échantillon utilisé. Les tests réalisés sur un autre échantillon de matériau présentant des flocons d'hydrogène et sur le matériau des cuves ont révélé qu'une irradiation prolongée n'avait pas d'impact anormal sur les propriétés mécaniques des cuves de Doel 3 et Tihange 2.

L'intégrité structurelle des cuves de Doel 3 et Tihange 2 est conforme aux normes de sûreté imposées et la présence de flocons d'hydrogène n'a pas d'impact négatif sur la sûreté des centrales. Les réacteurs de Doel 3 et Tihange 2 peuvent donc encore être exploités jusqu'à leur arrêt définitif.

Après cette approbation, l'exploitant a pris toutes les mesures nécessaires pour préparer et exécuter le démarrage des deux unités. Lors de la phase de préparation et de démarrage, Bel V a soigneusement inspecté les deux unités, conformément à un programme d'inspection spécifique.

Le projet LTO (Long-Term Operation) se poursuit pour Tihange 1, en vue de la décision d'autoriser l'exploitation pour une nouvelle période de 10 ans, à savoir jusqu'en 2025. Un plan d'action a été développé pour l'amélioration de Tihange 1, sur la base du rapport d'analyse établi par l'exploitant et examiné par l'Organisme de réglementation. Des dossiers spécifiques ont été vérifiés et des inspections ont été effectuées dans le cadre du suivi de ce plan d'action.

À l'été 2015, Tihange 1 et Tihange 3 ont fait l'objet de plusieurs événements enfreignant les dispositions réglementaires des spécifications techniques ou les conditions d'exploitation spécifiées pour ces unités. Vu que sur une période de 6 semaines, plusieurs déviations similaires ont été constatées, l'AFCN a décidé d'établir un pro justitia et d'imposer une série de mesures correctives. Ces dernières ont pour but de consolider la culture de sécurité de la centrale nucléaire de Tihange et une application précise

des procédures de sécurité, notamment. Dans le cadre du suivi des actions correctives proposées, des inspections spécifiques ont été effectuées par Bel V.

Electrabel a développé depuis quelque temps un plan d'action pour la fin de l'exploitation de Doel 1 & 2 et son futur démantèlement vu que, d'un point de vue légal, les centrales nucléaires de Doel 1 et Doel 2 sont arrivées en fin de vie en 2015. Des discussions à ce propos ont encore eu lieu en 2015, entre Electrabel et l'AFCN/Bel V. Plus l'année avançait, plus ce plan d'action perdait cependant de son actualité et des entretiens ont à nouveau été initiés concernant une possible prolongation de la durée de vie de Doel 1/2. Des plans d'action visant à rendre cette prolongation de la durée de vie possible ont été établis. Après l'annonce faite le 1er décembre 2015 par le gouvernement qu'un accord avait été atteint avec Electrabel, les actions prioritaires nécessaires ont été peaufinées. Après l'organisation d'un suivi spécifique sur le terrain par Bel V et la constatation que toutes les actions requises avaient été mises en œuvre, l'AFCN a donné le 23 décembre son accord pour le démarrage des deux unités.

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.

Au lendemain de l'accident de Fukushima, des stress-tests ont été demandés aux exploitants. Ces derniers ont également été invités à développer des plans d'action qui ont été examinés par l'Organisme de réglementation. Diverses modifications ont été apportées aux installations ou sont en cours d'implémentation. Des inspections spécifiques ont été effectuées en 2015 à Doel et Tihange afin de contrôler la mise en œuvre de ces modifications.

## 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'Organisme de réglementation. La phase d'implémentation de chaque plan est contrôlée de près par Bel V.

Pour le BR2, plusieurs projets sont en cours, en vue de poursuivre l'exploitation au-delà de 2016.

Les activités de démantèlement se poursuivent à Belgonucléaire, sans incident de contamination significatif signalé.

Les défis du management de l'IRE (Institut National des Radioéléments) demeurent nombreux. Différents projets sont en cours d'étude : conversion d'HEU (uranium fortement enrichi) en LEU (uranium peu enrichi) pour les cibles, 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.

Le démantèlement du réacteur de recherche Thetis s'est clôturé en 2015.

Le démantèlement des installations de la Franco-Belge de Fabrication du Combustible (FBFC) s'est poursuivi en 2015 et a nécessité un suivi précis de la part de Bel V.

## Stratégie de contrôle intégrée

La stratégie intégrée d'inspection (par l'AFCN) et de contrôle (par Bel V) a été appliquée en 2015.

Le programme des contrôles pour 2015 a été envoyé aux installations à la fin de 2014. Lors de la mise en œuvre du programme, suivie à l'aide d'indicateurs de performance, une attention spécifique a été consacrée aux facteurs humains et à la performance humaine, à la gestion de la sûreté et au développement de la culture de sûreté.

En 2015, nos précieuses équipes d'inspection ont été confrontées à des défis nombreux et variés. Bel V elle-même s'efforce constamment de tirer des enseignements d'événements et incidents passés, et d'assurer un contrôle encore plus efficace à l'avenir. Dans cette optique, un plan d'action a été établi en 2015 pour renforcer et optimiser davantage les activités de contrôle.

# 1

# Activités réglementaires en Belgique

# Activités réglementaires en Belgique

## 1.1 Aperçu des inspections dans les centrales nucléaires

### 1.1.1 Doel 1/2

L'ouverture d'une mauvaise bride a provoqué le 2 février une inondation dans une cave abritant des dispositifs de sécurité. Au final, trois des quatre circuits de refroidissement eau brute ont été indisponibles pendant une courte durée.

Doel 1 tournait à pleine puissance début 2015, jusqu'à l'arrêt de l'unité le 15 février, conformément aux prescriptions légales. Doel 1 a été à partir de cette date maintenu dans un état conservé. Début octobre, les préparatifs concernant un (alors) éventuel redémarrage étaient initiés.

Doel 2 a tourné à pleine puissance pendant cette période, à l'exception des périodes suivantes :

- du 2 au 18 mai, lors de l'arrêt de l'unité pour révision ;
- le 14 septembre, lorsque la puissance a été diminuée de 40 MW suite à l'arrêt d'une pompe dans la partie non nucléaire de l'unité en conséquence d'un indicateur de niveau défaillant. Après réparation, l'unité tournait environ 12 heures plus tard à nouveau à pleine puissance ;
- du 23 octobre au 24 décembre, pour permettre la réalisation de plusieurs inspections dans le cadre d'un éventuel redémarrage. Il a notamment été question d'une inspection de la cuve et d'une inspection des parties intérieures supérieures et inférieures. Ces inspections ont également été réalisées sur Doel 1. Les résultats de ces inspections n'ont mis au jour aucun élément allant à l'encontre d'un redémarrage.

Le 31 octobre, une explosion et un incendie se sont produits dans une phase du transformateur principal de Doel 1. Tous les dispositifs de sécurité ont correctement fonctionné. Le transformateur défectueux a été remplacé par le transformateur de réserve. Les deux autres phases ont été remplacées par des transformateurs qui étaient destinés à Tihange 1.

Toutes les actions prioritaires définies dans le plan d'action LTO et devant être réalisées avant le redémarrage ont été traitées. Bel V a confirmé la réalisation de ces actions à l'aide d'un procès-verbal de réception, après quoi l'AFCN a donné le 23 décembre son accord pour le redémarrage.

Le couplage au réseau de Doel 2 est intervenu le 24 décembre. Le 30 décembre, c'était au tour de Doel 1.

### 1.1.2 Doel 3

En mars 2014, Doel 3 a à nouveau été mis à l'arrêt par Electrabel à la suite de résultats inattendus des tests mécaniques au SCK•CEN pour la cuve du réacteur. En attente de justification, l'unité a été en arrêt prolongé jusqu'au 16 novembre inclus.

Dès réception de l'avis favorable des autorités de sûreté concernant le démarrage, l'unité a été rendue opérationnelle le 17 novembre. Le rechargement du cœur a eu lieu du 30 novembre au 2 décembre inclus. Suffisamment de temps a été pris pour rendre les systèmes opérationnels et requalifier les équipements après modification pendant l'arrêt prolongé. Après avoir réussi des tests de réacteur, Doel 3 est progressivement monté en puissance à partir du 23 décembre.

Avant d'atteindre sa pleine puissance, l'unité a été arrêtée entre le 25 décembre 2015 et le 3 janvier 2016 pour qu'il puisse être procédé à la réparation d'un problème mécanique et électrique dans la partie non classée de la centrale nucléaire.

### 1.1.3 Doel 4

Le réacteur a fonctionné à pleine puissance toute l'année, sauf à l'occasion d'un arrêt planifié (du 28 août au 14 octobre) pour rechargement et entretien. Lors de cet arrêt planifié, il a également été procédé au remplacement du couvercle du réacteur ainsi qu'à un examen de la présence de fissures sur la paroi de la cuve.

### 1.1.4 KCD commun (WAB, SCG, GSG)

**WAB :** La mise à niveau de cette installation est en cours. Les deux évaporateurs d'eaux souterraines ont été remplacés et l'un d'entre eux peut déjà être utilisé. Au vu de l'absence de procédé pour le conditionnement des concentrats et résines échangeuses d'ions, Bel V se concentre sur le suivi et l'extension de la capacité tampon tant pour les concentrats que pour les résines échangeuses d'ions. Un tampon limité pour le stockage de concentrats a toujours été présent, mais une importante extension a pratiquement été terminée en 2015. L'extension de ce tampon se poursuit en 2016. Un projet d'extension de la capacité de stockage est également en cours pour les résines échangeuses d'ions. À l'avenir, la collaboration avec le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) dans le cadre du développement de nouveaux procédés pour concentrats et résines échangeuses d'ions permettra de déterminer si l'exploitation doit encore faire l'objet d'adaptations. L'exploitation de l'installation WAB n'a pour l'instant pas encore été mise en péril (mis à part quelques défauts techniques), mais le tampon présent pour le stockage de pratiquement tous les types de déchets est relativement limité et n'offre qu'une marge restreinte face aux défaillances et actes de maintenance.

**SCG :** Vous trouverez de plus amples informations concernant l'introduction d'un nouveau type de conteneur de stockage (HOLTEC) dans le chapitre 2.6. Le développement d'une solution pour le stockage d'aiguilles de combustible présentant une fuite est en cours. Lors de la préparation du chargement d'un conteneur à Doel 3 en 2014 (TN24DH24), des particules d'origine étrangère ont été décelées. L'examen de leur origine est encore en cours concernant certains aspects. Le contrôle qualité des conteneurs fournis a été renforcé. La livraison de nouveaux conteneurs (de type agréé existant) et d'équipements inhérents (suivi de la pression des joints) ne se fait pas sans difficulté.

**GSG/R :** L'ancien couvercle de réacteur de Doel 4 et les pièces inhérentes ont été stockés dans le GSR (avec les générateurs de vapeur de Doel 1).

### 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 a été consacrée aux facteurs humains et à la performance humaine, au housekeeping, à la gestion des expériences, à la formation de personnel compétent, au plan d'urgence, etc. en mettant l'accent sur l'importance de la pérennité des actions d'amélioration.

Bel V a assisté l'AFCN durant ses inspections, en particulier celle relative au management, l'inspection des sous-traitants, l'inspection portant sur les déchets et l'inspection dans le cadre du suivi des stress-tests. Bel V a également soutenu l'AFCN dans le domaine de la protection physique.

Signalons que le suivi du plan d'action découlant de la réévaluation périodique de sûreté qui a été clôturée fin 2011 s'est traduit aussi par des modifications d'installations, de procédures et du rapport de sûreté.

# Activités réglementaires en Belgique

## 1.1.6 Tihange 1

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

- un arrêt d'urgence le 20 janvier, en raison d'une fermeture intempestive d'une vanne d'eau alimentaire normale (non liée à la sûreté) ;
- une baisse de puissance à 75 % le 12 mars, afin de pouvoir réparer une pompe (non liée à la sûreté) ;
- une baisse de puissance à 50 % le 9 avril, afin de pouvoir réparer une fuite de vapeur dans la partie non nucléaire de l'installation ;
- un ilotage du Turbogroupe Sud le 4 mai, suite à une erreur de manipulation ;
- l'arrêt « LTO » du 20 juin au 15 septembre. Environ la moitié des équipements de sauvegarde a été remplacée. Le solde sera remplacé en 2016 ;
- un arrêt d'urgence le 18 septembre, en raison de la rupture d'un axe d'une pompe dans la partie non nucléaire de l'installation. L'unité est restée à l'arrêt jusqu'au 28 septembre, car Electrabel a profité de l'arrêt pour remplacer une vanne du circuit anti-incendie dans le bâtiment du réacteur ;
- un arrêt d'urgence le 18 décembre, suite à un niveau bas dans un générateur de vapeur, consécutif à un début d'incendie au niveau d'un tableau électrique 220 V non lié à la sûreté.

## 1.1.7 Tihange 2

Suite à l'obtention de résultats d'essais mécaniques inattendus et défavorables (liés à l'une des actions « long terme » définies dans le cadre de la problématique « cuve »), Electrabel a décidé, le 25 mars 2014, la mise à l'arrêt des unités Tihange 2 et Doel 3. L'unité est depuis lors restée à l'arrêt.

Le 17 novembre 2015, l'AFCN a autorisé l'exploitant Electrabel à redémarrer les réacteurs de Doel 3 et Tihange 2. L'exploitant a alors entrepris les opérations nécessaires à un redémarrage sur les deux unités. La pleine puissance a été atteinte le 18 décembre.

## 1.1.8 Tihange 3

L'unité a fonctionné à la puissance nominale durant toute l'année, sauf lors de :

- un arrêt entre le 24 mars et le 10 mai pour l'arrêt de tranche et pour remplacement du couvercle de la cuve du réacteur ;
- un arrêt d'urgence le 6 mai généré par un bas niveau dans un générateur de vapeur alors que l'unité était en phase de réchauffement ;
- une baisse de charge à 50 % de la puissance nominale initiée le 8 juillet suite au déclenchement de la pompe de reprise des purges (dans la partie non nucléaire des installations) ;
- un arrêt fortuit : dans la nuit du 12 au 13 août, un arrêt d'urgence s'est produit suite à une défaillance de l'alimentation électrique de commande des grappes de commande. Le 27 août, l'unité est revenue à puissance nominale.

Suite à la perception d'une accumulation d'évènements liés à des facteurs humains et organisationnels durant l'arrêt de tranche, Bel V a demandé à l'exploitant de réaliser une analyse pour identifier d'éventuelles tendances et causes profondes. Voir aussi le paragraphe relatif au site de Tihange.

### 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 a été portée aux facteurs humains et organisationnels (voir ci-dessous) ;
- des inspections spécifiques pour traiter des sujets particuliers applicables à plusieurs unités (conditionnement de déchets solides, prise en compte d'une température extrême de la Meuse...).

Suite à la répétition d'évènements relatifs à des non-respects de Spécifications Techniques d'Exploitation et au constat de faiblesses récurrentes en termes de facteurs humains et organisationnels affectant à des degrés divers l'ensemble du site, l'AFCN a pris le 3 août un arrêté (comportant notamment la suspension temporaire de l'habilitation de conduite de quatre personnes) et a dressé un Pro-Justitia. Bel V a apporté son support technique à l'AFCN notamment pour la réalisation d'inspections réactives, pour la préparation des auditions (effectuées dans le cadre du Pro-Justitia dressé) et pour l'évaluation du plan d'actions correctives immédiates développé par l'exploitant. Ce dernier a aussi entrepris une « analyse des causes profondes » qui ont conduit à cette situation, en vue d'établir un plan d'actions plus structurel. Bel V a apporté son support technique à l'AFCN pour le suivi de l'élaboration de ce plan d'actions.

Bel V a encore été fortement impliquée dans le projet BEST qui a conduit à des modifications d'installations et de procédures et à la création de nouveaux bâtiments.

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

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

Le régime d'exploitation du réacteur BR2 en 2015 a consisté en 1 cycle de 4 semaines.

Depuis le 25 février, le réacteur BR2 est à l'arrêt pour remise à neuf. Voici l'état d'avancement de la remise à neuf :

- Les opérations de démontage de la matrice de béryllium actuelle du réacteur et le nettoyage de la cuve du réacteur sont terminées.
- L'inspection de la cuve du réacteur a eu lieu et les résultats sont satisfaisants.
- Le chargement des nouveaux canaux de béryllium dans la cuve du réacteur a commencé.
- L'assemblage des nouveaux canaux de béryllium et le montage d'essai dans le bâtiment TCH ont été réalisés avec fruit.
- Le démantèlement du circuit expérimental Callisto a été initié après décontamination.
- Le remplacement des canalisations souterraines secondaires est en cours.

Le réacteur VENUS a été chargé avec des assemblages de combustible de « type 13 » (et non plus de « type 9 »). Le programme expérimental se poursuit, les perturbations de cette configuration du cœur étant étudiées.

Une contamination historique a été constatée dans le caniveau de la canalisation des eaux usées se trouvant derrière le réacteur BR1. Cette contamination historique est probablement due à une fuite au niveau de la jonction entre deux conduites d'évacuation. Le sol contaminé a été évacué et la canalisation B02 existante et le caniveau réparés.

Aucun événement majeur n'est à déplorer en 2015 dans les autres installations du SCK•CEN.

# Activités réglementaires en Belgique

## 1.2.2 Belgoprocess

En 2015, des fuites ont à nouveau été constatées dans le chauffe-eau du four CILVA. Le chauffe-eau a été remplacé fin 2015. Le redémarrage du four est prévu pour la mi-février 2016. Pendant l'indisponibilité du four Cilva, les déchets combustibles ont temporairement été stockés dans des conteneurs de 40 pieds.

Lors du deuxième trimestre, une augmentation de la radioactivité des échantillons de boue de la Molse Nete a été constatée. Cette hausse s'explique probablement par une contamination résiduelle qui s'est libérée de la conduite de la Nèthe à l'occasion de travaux de voirie dans des rues sous lesquelles cette conduite se trouve. Les résultats de mesures au troisième trimestre indiquent que la radioactivité des échantillons de boue de la Molse Nete a diminué.

Suite à l'audit de sûreté d'octobre 2010, Belgoprocess a lancé un plan stratégique de sûreté. Ce plan d'action a été formellement clôturé en 2015. Les activités menées dans le cadre du problème des fûts avec gel provenant de KCD font l'objet d'un rapport mensuel à Bel V. Des travaux logistiques sont en cours dans le bâtiment 151X afin de libérer une zone spécifique pour les fûts de KCD. L'élaboration d'un concept de nouveau bâtiment de stockage de colis non conformes a débuté.

En 2015, le Conseil scientifique a émis un avis provisoire favorable motivé concernant la prolongation de l'autorisation pour le démantèlement du site 2.

## 1.2.3 Belgonucléaire

La libération du bâtiment H a été approuvée par l'AFCN et Bel V, et le bâtiment a été démoli de manière conventionnelle lors des premiers mois de 2015.

Le démantèlement des composants du bâtiment A, et tout particulièrement les boîtes à gants et les logettes, s'est poursuivi en parallèle.

L'été a marqué le démarrage d'une caractérisation radiologique détaillée du bâtiment A.

Les locaux du bâtiment A ont continué à être vidés dans le courant de 2015, en préparation de la libération des locaux.

La méthodologie de libération du bâtiment A a été affinée sur la base des résultats de l'enquête radiologique dans les locaux de test.

Aucun incident n'a été à déplorer. La culture de sécurité et les connaissances nécessaires sont préservées grâce à un système de lease-back d'anciens travailleurs en accord avec leurs nouveaux employeurs.

## 1.2.4 Institut National des Radioéléments (IRE)

Les vérifications effectuées par Bel V en 2015 concernaient différents projets :

- L'ambitieux programme de l'IRE d'élimination des déchets historiques accumulés sur le site atteint lentement son objectif principal. Le niveau des déchets stockés à Fleurus a considérablement diminué.
- L'IRE est également impliqué (par le biais d'un projet préalable à l'autorisation) dans le développement d'une nouvelle ligne de production à l'aide d'uranium peu enrichi (LEU) à la place d'uranium fortement enrichi (HEU).
- Le dossier soumis par l'IRE concernant l'accroissement de la capacité de production a été accepté par l'AFCN.
- Le programme de stress-tests, la révision périodique de sûreté et les vérifications effectuées par l'Organisme de réglementation ont mis au jour une certaine marge pour l'amélioration conceptuelle d'une installation conçue dans les années 1970 et 1980. La deuxième réévaluation périodique de sûreté menée par l'IRE à la fin de 2015 devra prendre ces marges conceptuelles en compte pour consolider la conception de l'installation.
- La supervision et le contrôle du département de production et de maintenance de l'IRE ont été renforcés.

### 1.2.5 Thetis

En 2015, aucun événement majeur n'a été à déplorer.

Le démantèlement du réacteur de recherche Thetis s'est terminé en 2015.

Le dossier de démantèlement final, les documents de cartographie du béton de la cuve du réacteur et la cartographie finale du bâtiment Thetis ont été approuvés par l'AFCN et Bel V en 2015.

Le bâtiment Thetis (à l'exception du plancher activé de la cuve du réacteur) a été libéré.

L'autorisation de Classe I a été levée en décembre 2015 et la cuve du réacteur intégrée dans l'autorisation de Classe II existante du site INW.

### 1.2.6 Institut des matériaux et mesures de référence (IRMM)

En 2015, aucun événement majeur n'a été à déplorer.

L'exploitation du LINAC, de l'installation Van de Graaff, du service de spectrométrie de masse, du bâtiment principal, du bâtiment des déchets et des trois appareils à rayons X dans le bâtiment CRM 130 s'est déroulée correctement.

La réception d'un quatrième appareil à rayons X pour la recherche expérimentale a eu lieu en janvier 2015.

D'importants avancements ont été enregistrés dans le suivi de la mise en œuvre des actions PSR et BESTA.

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

Le démantèlement des bâtiments 1, 2, 3 et 5 s'est poursuivi en 2015.

Le bâtiment 1 (labo) a été démantelé intégralement en 2015.

Dans le bâtiment 2 (GADO), la plupart des travaux de démantèlement ont été terminés et la plupart des mesures de libération réalisées en 2015.

Le bâtiment 3 a été démoli, jusqu'aux fondations. L'évacuation et la mesure des fondations ont débuté en décembre 2015.

Le démantèlement du bâtiment 5 s'est poursuivi en 2015.

L'approbation des notes de méthodologie et des dossiers de libération pour les bâtiments 1, 2, 5, 5M et les terrains de FBFC est prévue pour 2016.

La dernière campagne MOX dans le bâtiment 5M s'est clôturée en avril 2015. Les derniers éléments (sauf 45 crayons de réserve) ont été sortis du site en juin 2015.

En août 2015, un incendie s'est déclaré dans le local de décontamination du bâtiment 5 lors de l'exécution de travaux dans une installation de découpage plasma. Cet incident, ainsi que les retards constatés au niveau des travaux de démantèlement, ont incité Bel V à procéder à un contrôle plus poussé de cette installation.

# Activités réglementaires en Belgique

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

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

Aucun accident n'a été à déplorer en 2015.

L'accumulation de déchets radioactifs sur site, parfois stockés dans des institutions publiques, comme des universités, est restée un point d'attention pour Bel V. La sous-traitance de la caractérisation des déchets radioactifs ou la libération inconditionnelle de déchets après caractérisation par un autre exploitant sont également des points d'attention.

Le nombre d'accélérateurs n'ayant pas été utilisés depuis plusieurs années en Belgique continue de croître. Jusqu'à présent, aucun d'entre eux n'a introduit de demande officielle d'autorisation de démantèlement à l'AFCN, en dépit du fait qu'un processus de nettoyage est en cours, comme le relèvent les inspections régulières menées par Bel V.

## 1.3 Capacité de réaction et intervention d'urgence

### 1.3.1 Exercices d'intervention d'urgence

Trois exercices de capacité de réaction et d'intervention d'urgence ont été organisés en 2015 sous la supervision de la Direction Générale Centre de Crise du Service Public Fédéral Intérieur (DG Centre de crise) :

- En mars pour la centrale nucléaire de Doel : exercice partiel limité à l'interaction entre les cellules de crise de l'exploitant (on-site) et la cellule d'évaluation CELEVAL (off-site).
- En octobre pour la région de Mol-Dessel avec les installations nucléaires du SCK•CEN (réacteur de recherche BR2) et de Belgoprocess : 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 assiste toutes les instances participantes à tous les stades (développement, préparation, exécution et évaluation) de cet exercice.
- En novembre pour la centrale nucléaire de Tihange : exercice partiel limité à l'interaction entre les cellules de crise de l'exploitant (on-site) et la cellule d'évaluation CELEVAL (off-site).

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 région de Mol-Dessel (un représentant de Bel V y a été désigné comme membre de l'équipe de gestion de l'exercice). Un représentant de Bel V a également été associé au workshop destiné aux premiers intervenants, à l'exercice Table-top « Flux d'informations » et à la session d'information, tous trois organisés dans le cadre de cet exercice.

En plus des exercices repris ci-dessus, Bel V a participé à deux exercices internes (à la cellule interne de crise commune de l'AFCN et de Bel V) organisés par l'AFCN et pour lequel un représentant de Bel V a simulé le rôle d'EDA/comité de coordination.

### 1.3.2 Autres activités dans ce domaine

Bel V a participé à la poursuite des projets initiés les années précédentes (comme l'implémentation dans les zones de planification d'urgence concernées des principes et des modalités définis en 2009-2010 ou le développement d'améliorations concernant la protection des intervenants en situation d'urgence radiologique).

Bel V est associée avec l'AFCN au 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. Une version consolidée de révision de ce plan devrait être disponible dans le courant 2016.

### 1.3.3 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) ;
- Deux représentants de Bel V ont participé, comme formateurs, à un module de formation ENSTTI « Emergency preparedness & Response » qui s'est tenu dans les bureaux de l'ENSTTI fin juin-début juillet 2015 (Fontenay-aux-Roses) ;
- Un représentant de Bel V a participé, comme formateur, à un module de formation « Conseiller en substances dangereuses » organisée par l'Université de Mons (Jurbise, janvier 2015) ;
- Un représentant de Bel V a participé au sous-groupe de travail « Zones de planification » mis en place par le Conseil Scientifique de l'AFCN ;
- Bel V a participé à des activités de R&D dans le domaine de la réaction et de l'intervention d'urgence, dans le cadre d'un programme de recherche avec la Vrije Universiteit Brussel (VUB) concernant le développement de « cognitive radio for nuclear power plants » (programme de 4 ans associé à un Doctorat) ;
- Bel V a été associée à une proposition coordonnée par l'IRSN et établie dans le cadre du programme de R&D H2020 (projet FASTNET : FAST Nuclear Emergency Tools). Ce projet devrait démarrer en 2016 et s'étaler sur 4 ans.

### 1.3.4 Coopération internationale

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

- Working Group Emergencies d'HERCA (Heads of European Radiological protection Competent Authorities) ;
- Réunion d'échanges entre l'IRSN, l'AFCN et Bel V sur la capacité de réaction et d'intervention d'urgence (Bruxelles, juin 2015) ;
- Réunions d'échange entre les autorités belges, néerlandaises et allemandes (La Haye, septembre 2015, et Trèves, octobre 2015).

# 2 Introduction

Marc DUBOIS

Depuis sa création en 2008, Bel V a géré un nombre croissant de problèmes de sûreté majeurs et variés dans le cadre de projets lancés dans différentes installations nucléaires en Belgique. La diversité de ces projets (p. ex. PSR, LTO, stress tests, indications de défaut dans les cuves des réacteurs de Doel 3 et Tihange 2, installations de stockage des déchets, PSA, Myrrha, etc.) nous impose de préserver et développer l'expertise dont nous disposons actuellement et d'en accumuler davantage.

En 2015, notre charge de travail s'est considérablement accrue dans le cadre des projets nationaux à l'intention de toutes les parties prenantes (exploitants, l'AFCN et Bel V) après que le gouvernement belge a décidé fin 2014 de ne finalement pas fermer Doel 1 et 2, et de poursuivre l'exploitation à long terme.

Dans ce contexte particulier, nous tenons à remercier spécialement toutes les équipes de projet de Bel V pour leurs précieux efforts, visant à maintenir nos évaluations de sûreté au plus haut niveau, tout en respectant autant que possible les délais.

Au niveau international, Bel V participe activement au programme de coopération lancé par l'Union européenne. La compétence des experts de Bel V est réputée et très appréciée par les autorités réglementaires dans de nombreux pays. Participer à ces projets internationaux permet à Bel V de promouvoir son image sur la scène internationale et d'étendre les connaissances techniques de ses TRC (centres de responsabilité technique).

2

# Évaluations de sûreté et projets nationaux

# 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 (selon les dispositions de l'Arrêté royal du 30 novembre 2011), Electrabel et Tractebel Engineering ont poursuivi leurs efforts visant à développer des analyses de sûreté probabilistes « Internal Fire PSA » et « Internal Flooding PSA » pour les centrales nucléaires belges. Ces modèles PSA incluront une analyse PSA Niveau 1 spécifique pour chacune des centrales (à l'exception de Doel 1/2, pour lesquelles le développement de modèles « Fire and Flooding PSA » a été reporté en raison de la fermeture définitive initialement prévue pour 2015) et une analyse PSA Niveau 2 pour une centrale représentative (Doel 3). Tous les états de fonctionnement des centrales seront examinés. En 2015, Bel V a examiné le développement de l'étude « Flooding PSA » pour toutes les unités. L'« Internal Fire PSA » s'est concentrée essentiellement sur la première itération des projets, consistant à obtenir des premiers résultats bruts (par ex. sans encore prendre en compte l'analyse de circuit détaillée). Bel V a également contrôlé le projet « Fire and Flooding PSA » niveau 2 et examiné plusieurs notes (par ex. méthodologie HRA, états d'endommagement de la centrale) dans le contexte de ce projet.

Bel V a également contrôlé la mise en œuvre sur site des recommandations PSA (c'est-à-dire modifications de la centrale, changements de procédures, etc.) formulées en 2011 à l'issue d'une mise à jour globale des modèles PSA concernant les événements internes qui a eu lieu à l'occasion des précédentes réévaluations périodiques de sûreté (PSR). De plus, ces modèles PSA spécifiques à chaque unité ont également fait l'objet d'une nouvelle mise à jour en 2012/2013 en prenant en compte toutes les modifications apportées aux centrales jusqu'en 2010. Des mises à jour futures de ces modèles PSA sont prévues, dans le but de prendre en compte le retour d'expérience opérationnel belge depuis les mises à jour précédentes. En 2015, Bel V a discuté avec Electrabel de sa méthodologie proposée visant à prendre en compte le retour d'expérience opérationnel belge afin de déterminer les données qui seront utilisées pour la mise à jour PSA (par ex. fréquences d'événement déclencheur).

En 2015, Bel V a également été impliqué dans le contrôle de la mise à jour des modèles PSA (prenant en compte la portée et la méthodologie révisées) pour des événements internes. Les principaux résultats de cette mise à jour sont des recommandations extraites d'un examen externe par des pairs de l'analyse PSA de Doel 3 par rapport à la norme American Society of Mechanical Engineers (ASME) pour l'analyse PSA. En 2015, Bel V a examiné et discuté avec Electrabel de plusieurs documents sur la méthodologie (par ex. adaptation de la méthodologie HRA) et des documents d'étude dans le contexte de ce projet.

Par le biais de la réunion annuelle avec le Comité permanent PSA d'Electrabel et de Tractebel Engineering, Bel V a contrôlé l'utilisation en augmentation progressive des modèles PSA par Electrabel pour différentes applications PSA. De manière plus précise, Bel V a contrôlé la conformité avec les exigences de l'Arrêté royal du 30 novembre 2011 concernant la mise en œuvre des applications PSA (c'est-à-dire l'utilisation de PSA pour vérifier l'adéquation des procédures et modifications de la centrale et pour évaluer l'importance des événements opérationnels). La possibilité de mise sur pied d'un processus de collecte de données plus complet pouvant servir au développement PSA a également été envisagée et abordée avec Electrabel dans ce cadre.

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 de 14 « 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.

- Centrales nucléaires – Deuxièmes PSR communes
  Des documents concernant les domaines couverts et la méthodologie conformes aux directives de l'AFCN ont été publiés pour toutes les unités. Tous les rapports d'évaluation pour Doel 4, Tihange 1 et Tihange 3 (un par facteur de sûreté et un pour l'évaluation de sûreté globale) ont été analysés par Bel V. Les conclusions de cette analyse ont été transmises à l'AFCN et à l'exploitant.
- La deuxième réévaluation périodique de sûreté de l'IRE a débuté en novembre 2015. Une réunion a été organisée par l'AFCN avec Bel V et l'IRE pour engager la discussion concernant les documents sur les domaines couverts et la méthodologie.
- L'évaluation de sûreté périodique « PSR 2016 » du SCK•CEN suit son cours. Le SCK•CEN fournit chaque mois plusieurs documents à analyser à Bel V, conformément au calendrier repris dans le document de méthodologie. Bel V analyse les documents et transmet le résultat de son analyse au SCK•CEN. Le cas échéant, des réunions de concertation sont organisées pour faciliter les discussions et aplanir les points de blocage. Au 31 décembre, 86 % des documents avaient été transmis à Bel V. 33 % ont pu être clôturés.
- Dans le cadre de la révision décennale du Site 2 de Belgoprocess, les premiers documents soutenant les rapports d'analyse ont été étudiés par Bel V en 2015.

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

L'implémentation à Tihange 1 du plan d'action détaillé issu des rapports LTO de synthèse finaux approuvés par l'autorité de sûreté (juin 2012) s'est poursuivie en 2015 pour chaque domaine couvert par la note stratégique sur l'exploitation à long terme de l'AFCN :

- Développement d'un programme de gestion du vieillissement (« Ageing Management ») ;
- Réévaluation de la conception (« Agreed Design Upgrade ») ;
- Conditions préalables (« Preconditions ») à remplir avant le début de la période de prolongation de l'exploitation de Tihange 1 ;
- Gestion des connaissances et des compétences (« Knowledge Management »).

Conformément au planning du plan d'action LTO approuvé, tous les engagements liés aux thèmes « Preconditions » et « Gestion des connaissances et des compétences » ont été clôturés avant le début de la période d'exploitation à long terme de cette unité, soit le 30 septembre. Les demandes de clôture par l'exploitant des projets LTO liés à ces thèmes, accompagnées d'un dossier de synthèse reprenant les documents justificatifs, ont toutes été approuvées avant cette échéance par Bel V.

Les travaux et dossiers de modification liés au thème « Ageing Management » du programme LTO (réalisés partiellement sur la voie de sûreté S1 lors de l'arrêt de tranche 2014) ont été finalisés lors d'un arrêt spécial qui a eu lieu du 20 juin au 15 septembre. La finalisation effective des travaux sur cette voie S1 en 2015 (conformément au calendrier du plan d'action) et la réception partielle des dossiers de modification associés ont été vérifiées favorablement lors d'une inspection commune AFCN/Bel V réalisée début décembre 2015. Les travaux sur la voie de sûreté S2, prévus lors de l'arrêt de tranche d'avril-juillet 2016, sont en cours de préparation. Les dossiers de modification associés sont progressivement soumis à Bel V pour analyse, commentaires et approbation.

Concernant le domaine « Agreed Design Update », les 2 chantiers majeurs relatifs à l'extension du Système d'Ultime Repli (SUR) de Tihange 1 et à la construction d'un simulateur full-scale représentatif de cette unité (pour optimiser la formation des opérateurs) se poursuivent. La mise en service du nouveau simulateur de Tihange 1 est prévue pour le premier trimestre 2016.

En application de l'article 13 du RGPRI (Arrêté royal du 20/07/2001) par l'AFCN, un Arrêté royal a été délivré le 27 septembre par lequel les conditions d'autorisation de Tihange 1 sont complétées dans le cadre de l'exploitation à long terme. Ces conditions portent sur les modalités du plan d'action LTO approuvé par l'autorité de sûreté en juin 2012. En particulier, tout délai par rapport au calendrier de ce plan d'action ou tout écart par rapport à son contenu doit être soumis à l'approbation de l'AFCN.

Concernant les domaines « Ageing Management » et « Agreed Design Upgrade», l'exploitant a soumis une demande de mise à jour de ce plan d'action à l'AFCN, qui l'a approuvée le 30 septembre. Les adaptations demandées ne remettent en effet pas en cause les principaux jalons du calendrier du plan d'action initial ni la sûreté nucléaire de l'installation.

La mission SALTO (Safety Aspects of LTO) de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), organisée à la demande de l'AFCN (dans sa note stratégique), a eu lieu du 13 au 22 janvier.

Cette mission a conduit à 7 suggestions et 3 recommandations et a identifié une « bonne pratique ». Le rapport a été édité en mars 2015 par l'AIEA. L'AFCN et Bel V assureront un suivi de ces actions.

Cette mission a porté également sur le follow-up des 13 suggestions et recommandations formulées par l'AIEA lors du « pré-SALTO » (limited scope) de novembre 2012, organisé, en préparation, à l'initiative de l'exploitant. Sur ces 13 « issues », six ont été décrétées comme résolues et sept présentent de bons progrès.

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

Fin décembre 2014, le gouvernement décidait de révoquer la décision relative à la fermeture de Doel 1/2 et d'ouvrir la porte à la possibilité d'une éventuelle LTO. Le projet « arrêt définitif » (AD) a été abandonné. La situation finale (provisoire) du projet AD est clairement décrite, afin qu'en cas de réouverture du projet à l'avenir, un point de départ clair soit disponible.

En septembre 2014, l'AFCN avait établi une note d'orientation à ce propos à l'occasion d'une possible décision politique permettant une nouvelle exploitation à long terme de Doel 1/2. Cette note politique a été exposée au Conseil scientifique du 12 septembre 2014. Cette note stipule qu'Electrabel doit soumettre un plan d'action intégré à l'approbation des autorités de sûreté. 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 T0 »). Les actions prioritaires doivent être terminées avant le redémarrage en exploitation LTO (cycle 41), et il doit également être satisfait à des conditions préalables à la LTO. Les autres changements peuvent être étalés sur une période de 3 ans (exceptionnellement de 5 ans) après approbation du dossier LTO.

Bel V a tout d'abord évalué le caractère complet des différents modules de travail et documents sous-jacents étant à la base du plan d'action intégré. Il a ensuite été évalué si le plan d'action intégré d'Electrabel répondait aux exigences de la note d'orientation de l'AFCN de septembre 2014. Il a été procédé à une présentation lors du Conseil scientifique du 22 mai 2015. Ce Conseil a également estimé que le plan d'action était complet et qu'un accord avait été atteint concernant les principes de hiérarchisation.

Voici ce que Bel V a présenté lors du Conseil scientifique du 11 septembre 2015 :

- Le plan d'action intégré est complet ;
- La liste d'actions prioritaires est complète et son exécution sera suivie par Bel V en tant que condition au redémarrage ;
- Une évaluation du planning et de la faisabilité de la liste d'actions pour les actions non prioritaires ;
- Un examen de l'organisation du projet, avec les besoins en personnel nécessaires et l'exercice de recrutement en cours.

Les actions prioritaires ont été exécutées lors du dernier trimestre (celles devant être exécutées avant le redémarrage dans le cadre de la LTO). L'exécution des actions individuelles a été approuvée par le Service de Contrôle Physique et cette approbation a été confirmée par Bel V. Le 21 décembre 2015, KCD a transmis un rapport d'état d'avancement à l'AFCN et à Bel V confirmant que toutes les actions prioritaires avaient été exécutées. Le 23 décembre, Bel V a établi un procès-verbal qui, conformément à l'AR ANPP-0011847 du 27 septembre 2015 par lequel les conditions d'autorisation des réacteurs Doel 1 et Doel 2 sont complétées dans le cadre de l'exploitation à long terme, atteste la réception des actions prioritaires du projet LTO. Doel 2 et ensuite Doel 1 ont été redémarrés dans les jours suivants.

On peut en conclure que ce projet, en raison de son volume de travail considérable, des délais courts et de l'incertitude due à l'attente de décisions au niveau gouvernemental, a été un défi de taille pour l'exploitant, mais aussi pour Bel V.

## 2.5 Projet BEST (A)

### 2.5.1 Les centrales nucléaires

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'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, en conformité avec la méthodologie d'ENSREG (2012) ;
4. plan d'action d'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 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.

En 2015, tout comme en 2013 et en 2014, 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...) 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'action. Ces retards sont parfois importants (un, voire deux ans estimés) pour les améliorations de sûreté les plus ambitieuses et affectent l'avancement général du projet BEST.

### 2.5.2 Autres installations nucléaires

À la suite de l'accident de Fukushima, des stress-tests ont été également effectués au sein de toutes les autres installations nucléaires de classe I en fonctionnement (projet BESTA). Des rapports d'évaluation de la sûreté ont été rédigés par les opérateurs et examinés par l'AFCN/Bel V. Le 16 avril 2013, l'AFCN a publié sur son site web le rapport national relatif à ces stress-tests. Les plans d'action nécessaires destinés aux exploitants respectifs ont été finalisés le 1er juillet 2013, après quoi la phase de mise en œuvre a été lancée.

Le suivi technique et organisationnel de l'implémentation des actions par les différents exploitants est sous la responsabilité du contrôle en fonctionnement de chaque installation (inspecteur Bel V de l'installation). Ce suivi inclut, comme pour le projet BEST, 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.

L'avancement des plans d'action est généralement satisfaisant. Bel V relève encore néanmoins chez certains exploitants (Belgoprocess, l'IRE) des difficultés à tenir les plannings prévus malgré les ressources supplémentaires affectées en 2015 pour tenter de résorber le retard.

## 2.6 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.

À l'issue de l'analyse détaillée du dossier de sûreté par l'AFCN et Bel V, plus de 200 questions ont été soumises à l'ONDRAF, ce dernier ayant commencé à y apporter des réponses. Bel V est étroitement impliquée dans l'analyse des réponses de l'ONDRAF, en collaboration avec l'AFCN. De plus, dans le cadre des évaluations de sûreté à long terme, Bel V a poursuivi ses activités de vérification de sûreté indépendante (en utilisant sa propre capacité de modélisation) (déjà lancées en février 2012).

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. Dans ce cadre, Bel V a contribué en 2015 au développement d'un « Strategic Research Agenda » définissant les besoins du « Regulatory Body » en termes d'expertise nécessaire au review du dossier de sûreté SFC1 prévu en 2020. Bel V a également participé aux discussions entre le « Regulatory Body » et l'ONDRAF concernant un ensemble de sujets importants pour le programme de stockage (aspects sécurité, modélisation de la biosphère, monitoring, réversibilité…). Enfin, Bel V a contribué au review de l'AFCN du plan R&D publié par l'ONDRAF et du projet de programme national de gestion des combustibles usés et des déchets radioactifs.

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 2015.

En 2013, une substance analogue à un gel a été découverte dans plusieurs fûts contenant des déchets, provenant de la centrale nucléaire de Doel et stockés chez Belgoprocess. Des examens plus approfondis ont permis de découvrir que des milliers de fûts stockés chez Belgoprocess étaient potentiellement concernés par cette problématique de formation de gel. Depuis la découverte de ce problème, Bel V s'est assurée que Belgoprocess prenait les mesures nécessaires pour garantir la sûreté de ses bâtiments de stockage. De plus, Bel V s'est assurée que la centrale nucléaire de Doel développait des nouveaux processus de conditionnement, sûrs, pour les flux de déchets concernés

par la formation de gel et pour que le stockage temporaire sur le site de déchets radioactifs non conditionnés demeure sûr. Dans le contexte de cette problématique de formation de gel, Bel V a participé en 2014 à un nouveau groupe de travail, permettant à l'AFCN, Bel V et l'ONDRAF de se consulter mutuellement concernant les mesures à entreprendre pour gérer cette problématique et éviter un tel problème à l'avenir.

## 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 2015. Cette phase préalable à l'autorisation a été prolongée d'au moins un an et devrait ainsi se poursuivre jusqu'au moins la fin de 2017.

Dans le contexte de cette phase préalable à l'autorisation, 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 2015, plus d'un tiers 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 que la conception de MYRRHA est en évolution constante, beaucoup de documents sont à prévoir en 2016 et 2017.

Mais comme l'entièreté des points d'attention ne pourra être traitée d'ici fin 2017, l'objectif du centre de Mol est de mettre, durant la période 2016-2017, 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. Ceci afin de présenter, lors du troisième trimestre 2017, à son autorité de tutelle, un dossier suffisamment étoffé dans la perspective de se voir accorder les subsides nécessaires à la continuation du projet.

En parallèle, le SCK•CEN entend initier en 2016 un processus d'autorisation de création et d'exploitation d'un accélérateur de 100 MeV qui serait finalisé en 2018, les travaux de construction étant planifiés pour 2019-2022 avec une mise en service en 2024 (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 design supplémentaire avec des modifications relativement importantes (loop-type design au lieu du pool-type design).

## 2.8 Défauts de la cuve du réacteur

En juin 2012, outre l'examen des soudures de la cuve du réacteur de Doel 3 requis par le programme réglementaire d'inspection en service pour la clôture du troisième intervalle d'inspection, il a été procédé à un contrôle par ultrasons du matériau de base des viroles de la cuve. Ce contrôle a été initié à l'occasion du programme d'inspection élaboré pour toutes les unités belges dans le cadre du retour d'expérience opérationnel de Tricastin 1, où des défauts de sous-revêtement – défauts plans perpendiculaires à la paroi interne de la cuve – ont été identifiés. Aucun défaut de sous-revêtement n'a été décelé, mais plusieurs milliers d'indications de défauts quasi-laminaires ont été mises en

évidence dans les viroles supérieure et inférieure de cœur. Des inspections similaires ont ensuite été menées en septembre 2012 à Tihange 2, dont la cuve de réacteur est de conception et de construction identiques. Des indications de défauts quasi-laminaires similaires ont également été décelées, mais dans une moindre mesure.

L'exploitant a décidé de maintenir les unités de Doel 3 et Tihange 2 à l'arrêt à froid, avec un cœur déchargé, et a entamé des analyses en vue de soutenir une demande de redémarrage de l'exploitation.

La démonstration de sûreté par l'exploitant a été documentée dans deux dossiers de sûreté (un pour chaque unité), qui ont été soumis à l'AFCN et Bel V en décembre 2012. Les dossiers de sûreté, étayés par plusieurs documents techniques, ont permis à l'exploitant de conclure que l'exploitation sûre des deux unités était garantie et que les unités pouvaient immédiatement être redémarrées.

En prenant en considération les avis de différents groupes d'experts belges et étrangers et les conclusions des évaluations de Bel V et d'AIB-Vinçotte, l'AFCN a émis en janvier 2013 un rapport d'évaluation provisoire. Ce rapport conclut que certaines questions restaient ouvertes, mettant en doute le niveau de confiance attendu dans l'exploitation sûre des unités, mais également que ces questions ouvertes, dans l'état actuel des connaissances et au vu des données disponibles, ne représentaient pas des conditions de nature à requérir la fermeture définitive de Doel 3 et Tihange 2. En conséquence, l'AFCN a décidé que, dans l'état actuel du dossier, Doel 3 et Tihange 2 ne pouvaient être redémarrées que lorsque l'exploitant aura satisfait aux exigences énoncées dans son rapport d'évaluation provisoire. Ces exigences incluent des actions à court et moyen termes. En réponse, l'exploitant a développé un plan d'action afin de répondre à ces exigences.

Lorsque l'exploitant a finalisé son plan d'action à court terme, l'AFCN a vérifié si tous les problèmes de sûreté à l'origine de ces exigences avaient été résolus et si les réserves correspondantes pouvaient être levées. Sur cette base, l'AFCN a décidé le 17 mai 2013 que Doel 3 et Tihange 2 pouvaient redémarrer en toute sûreté. En conséquence, l'exploitation de Doel 3 et Tihange 2 a repris en juin 2013.

Depuis, l'exploitant a poursuivi son plan d'action en réalisant les actions à moyen terme. Parmi les principales actions à moyen terme figurent entre autres celles relatives à la qualification spécifique de la méthode d'inspection par ultrasons, et à la confirmation expérimentale du conservatisme de la marge considérée dans les dossiers de sûreté pour tenir compte de l'influence additionnelle des défauts dus à l'hydrogène sur la fragilisation sous irradiation de l'acier des cuves. Pour ces deux actions en particulier, l'exploitant a bénéficié de l'existence d'une pièce forgée affectée par des défauts dus à l'hydrogène. Cette pièce est une virole de générateur de vapeur fabriquée par AREVA, rebutée récemment.

D'une part, l'objectif de la qualification de la méthode d'inspection est de confirmer la capacité de la procédure d'inspection par ultrasons à détecter les défauts dus à l'hydrogène, à les localiser et à les caractériser avec le niveau de confiance recherché. La qualification de la méthode d'inspection par l'exploitant a essentiellement été suivie par AIB-Vinçotte, et a abouti à un aménagement de la procédure d'inspection, consistant essentiellement en une amélioration du procédé de dimensionnement et par un abaissement du seuil de notation. Sur la base de celle-ci, le nombre de défauts détectés dans les viroles de Tihange 2 et de Doel 3 a été revu à la hausse de manière significative. La zone affectée par le phénomène étant restée inchangée, cela a conduit à la nécessité de considérer une plus grande densité de défauts dans les calculs pour la justification de la tenue structurelle des cuves.

D'autre part, l'objectif de la vérification expérimentale de l'influence de l'irradiation sur les propriétés mécaniques d'un matériau affecté par des défauts dus à l'hydrogène, et en particulier les propriétés de ténacité, est de s'assurer que la fragilisation sous irradiation d'un tel matériau est conforme à ce qui est attendu d'un matériau sain, mais avec prise en compte de la teneur plus élevée en éléments fragilisants dans les ségrégations localisées où les défauts dus à l'hydrogène sont présents. Dans cette optique, des échantillons provenant de la virole affectée d'AREVA ont été irradiés dans le réacteur BR2 du SCK•CEN avant de subir une série de tests mécaniques divers. Ces tests ont mis en évidence un comportement inattendu, indiquant un effet de l'irradiation plus important que prévu sur la ténacité du matériau. L'existence de ce phénomène de fragilisation a été confirmée au travers d'essais répétés. Un programme de recherche a donc été élaboré par l'exploitant en vue de mieux comprendre ce phénomène, et de vérifier s'il est propre au matériau de la virole AREVA, ou s'il est caractéristique de tous les matériaux affectés par des défauts dus à l'hydrogène, en particulier le matériau des cuves de Tihange 2 et Doel 3. Notons que suite à la découverte de ce phénomène, l'AFCN a mis sur pied un groupe d'experts internationaux, chargé de participer à l'évaluation de la problématique au nom de l'autorité de sûreté.

Au cours de ses recherches, l'exploitant est parvenu à mettre la main sur une autre pièce affectée par des défauts dus à l'hydrogène. Cette pièce avait fait l'objet d'un programme de recherche allemand dans les années 1980. Les résultats obtenus dans le cadre de ce programme de recherche allemand ainsi que ceux de nouveaux essais destructifs après irradiation d'un échantillon encore disponible de ce matériau ont permis à l'exploitant d'appuyer une des conclusions de son analyse de la cause première selon laquelle l'endommagement par défauts dus à l'hydrogène pouvait être exclu comme cause du comportement inattendu observé sur la virole AREVA. Il en a déduit que les défauts dus à l'hydrogène n'entraînaient pas, du fait de leur présence, une fragilisation accrue du matériau sous l'effet de l'irradiation neutronique. Le groupe d'experts internationaux mis sur pied par l'AFCN a approuvé cette conclusion. Néanmoins, l'exploitant a estimé que, par souci de conservatisme, le comportement atypique de la virole AREVA devait être considéré dans le cadre de l'analyse des cuves de Doel 3 et Tihange 2, par la prise en compte d'un terme de fragilisation sans durcissement dans la loi de prédiction de la fragilisation sous irradiation.

Un groupe d'experts a également été mis sur pied par l'AFCN pour répondre aux préoccupations soulevées par quelques professeurs universitaires. Ceux-ci ont avancé l'hypothèse selon laquelle les défauts dus à l'hydrogène présents dans les cuves pouvaient s'agrandir en service selon un mécanisme de fissuration induite par l'hydrogène. Ce phénomène implique, au sein des défauts, une accumulation d'hydrogène, provenant de différentes sources potentielles. Par cette accumulation, des pressions significatives se développeraient à l'intérieur des fissures existantes, susceptibles de conduire à leur propagation. Le groupe d'experts a conclu que cette hypothèse n'était pas applicable au cas des cuves de Doel 3 et Tihange 2.

Suite à l'acceptation de la méthodologie par les autorités de sûreté, l'exploitant a remis à l'AFCN les nouveaux Safety Cases le 17 juillet 2015. Ceux-ci ont fait l'objet d'une analyse indépendante par différents organismes, à savoir AIB Vinçotte, Oak Ridge National Laboratory (ORNL) et Bel V. Ceux-ci ont finalisé leurs rapports en novembre 2015 et ont abouti aux mêmes conclusions, à savoir que la démonstration apportée par l'exploitant dans le cadre de cette problématique était adéquate. En particulier, le « Safety Evaluation Report » de Bel V concluait que « *Considering the information made available, in particular the Electrabel assessment reports and the supporting analysis reports, but also the current understanding of the involved phenomena, Bel V concludes that the flaking damage has been demonstrated satisfactorily to have an acceptable impact on the serviceability of the Doel 3 and Tihange 2 RPVs during normal, abnormal and accidental service conditions.* »

Le 17 novembre 2015, l'AFCN a donné son feu vert à l'exploitant pour un redémarrage des unités de Doel 3 et Tihange 2. Tihange 2 a redémarré le 14 décembre et Doel 3 le 8 janvier 2016.

# Évaluations de sûreté et projets nationaux

## 2.9 Remplacement du couvercle de la cuve des réacteurs – Tihange 3 et Doel 4

Le remplacement à titre préventif (dans le cadre du retour d'expérience international) des couvercles de cuve des réacteurs de Tihange 3 et Doel 4 fait l'objet d'une modification importante au sens de l'article 12 de l'Arrêté royal du 20 juillet 2001 portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants.

Pour rappel, les évaluations préliminaires et finales par Bel V des demandes d'autorisation qui ont été introduites en octobre 2013 par Electrabel pour les deux sites auprès de l'AFCN ainsi que des documents transmis ultérieurement en support à ces demandes ont été présentées au Conseil Scientifique de l'AFCN, respectivement lors des sessions du 28 février 2014 et du 12 décembre 2014.

Sur la base de l'avis motivé provisoire favorable émis le 12 décembre 2014 par le Conseil Scientifique concernant les demandes introduites par Electrabel pour le remplacement des couvercles de cuve de Tihange 3 et de Doel 4, les Arrêtés royaux d'autorisation de ces remplacements ont été délivrés le 26 février 2015. Ces Arrêtés royaux sont assortis de conditions à remplir avant que la cuve du réacteur équipée de son nouveau couvercle puisse être mise en pression, et en vue de la délivrance des arrêtés de confirmation pour chacune de ces unités.

Le couvercle de la cuve du réacteur de Tihange 3 a été remplacé durant l'arrêt de tranche 2015 (mars-avril) de cette unité. L'examen par Bel V du respect des conditions de l'Arrêté royal d'autorisation (mise à jour du Rapport de Sûreté, soumission aux Autorités du programme d'essais sur site pour insertion de points de convocation et d'arrêt...) a conduit à la délivrance par Bel V, le 30 avril 2015, du procès-verbal de réception. Sur cette base, l'Arrêté royal de confirmation de l'autorisation pour ce remplacement a été délivré et mis en vigueur le 7 mai 2015. Le projet est clôturé pour Tihange 3.

Le nouveau couvercle de cuve de Doel 4 a été installé lors de l'arrêt de tranche 2015. Suite à la vérification des conditions de l'Arrêté royal d'autorisation et au suivi des essais de qualification sur site, Bel V a émis le 12 octobre 2015 le procès-verbal de réception. Sur cette base, l'Arrêté royal de confirmation relatif à cette modification importante a été délivré le 15 octobre 2015. L'Arrêté royal autorisant l'entreposage de l'ancien couvercle dans le bâtiment de stockage des générateurs de vapeur usés du site a été délivré préalablement (le 11 septembre 2015). Le projet est également clôturé pour Doel 4.

# 3-4 Introduction

Pieter DE GELDER

En tant qu'organisation technique de sûreté de l'AFCN, Bel V attache une importance cruciale à l'expertise. C'est pourquoi elle s'efforce toujours de participer aux activités d'organisations internationales, d'échanger des informations avec des organisations homologues et d'être impliquée dans des activités de recherche et de développement (R&D).

Pour ce qui est des organisations internationales elles-mêmes, Bel V participe à de nombreuses activités d'institutions renommées, telles que l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE).

WENRA et un certain nombre d'accords bilatéraux jouent un rôle important dans l'échange d'informations avec des organisations homologues. L'ETSON, EUROSAFE et l'ENSTTI offrent à Bel V des opportunités de networking intéressantes. Un événement important dans ce cadre a été l'organisation du Forum EUROSAFE 2015 à Bruxelles. Des projets d'assistance sous l'égide de l'Union européenne permettent également à Bel V de partager son expertise et son expérience avec d'autres pays, tout en apprenant auprès d'organisations partenaires par la même occasion.

La recherche et le développement sont essentiels pour préserver et développer notre expertise. C'est pourquoi Bel V participe à de nombreuses activités de R&D et sponsorise des projets de recherche dans des universités et des instituts de recherche.

# 3

# 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 CSNI « Working Group on Fuel Cycle Safety » (WGFCS) ;
- 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 Organizational Factors » (WGHOF) ;
- le CSNI « Working Group on Fuel Safety Margins » (WGFSM) ;
- le « Senior Level Task Group on Safety Culture » de l'Organisme de réglementation ;
- le « RWMC Integration Group for the Safety Case (IGSC) » ;
- le « RWMC Working Party on Decommissioning and Dismantling (WPDD) » ;
- divers projets de l'OCDE (voir également point 4.4 sur la R&D) ;
- les activités de coordination du « Incident Reporting System » (IRS, IRSRR, FINAS).

Le Directeur général de Bel V est membre du Groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire (INSAG) de l'AIEA, et a participé à deux réunions en 2015.

Bel V a participé au « Nuclear Safety Standards Committee » (NUSSC) de l'AIEA.

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

- planification d'urgence ;
- atténuation des accidents graves par le biais d'une ventilation des enceintes de confinement ;
- sécurité informatique pour Instrumentation & Contrôle ;
- le retour d'expérience opérationnel ;
- systèmes d'alimentation électrique ;
- la sûreté de l'élimination des déchets radioactifs et de la gestion du combustible usé ;
- la sûreté des installations du cycle du combustible ;
- la sûreté de déclassement et la gestion des risques ;
- radioprotection ;
- l'interface de sûreté et sécurité pour les réacteurs de recherche.

Le Directeur général de Bel V est Vice-président du Steering Committee du Technical and Scientific Support Organization Forum (TSOF) de l'AIEA. Il a participé à deux réunions en 2015.

Un représentant de Bel V est membre du « Steering Committee on Regulatory Competence and Knowledge Management » (coordonné par l'AIEA). En collaboration avec un autre collègue de Bel V, il a participé à la septième réunion de ce comité.

Un représentant de Bel V a participé (en sa qualité de membre de la délégation belge) à la cinquième réunion d'examen (en mai 2015) des parties contractantes à la Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs.

# Projets et activités internationaux

## 3.2 Collaboration avec les autorités de sûreté

### 3.2.1 Groupe de travail franco-belge sur la sûreté nucléaire

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

Voici les principaux sujets des réunions de 2015 : nouvelles initiatives concernant la réglementation, état des centrales de Chooz et Gravelines, inspections croisées, feed-back concernant des exercices d'intervention d'urgence, projets de déclassement et de démantèlement et le statut du dossier de sécurité concernant les indications de défaut dans les cuves sous pression des réacteurs de Doel 3 et Tihange 2.

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

Des 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-après). Il a également été question des interfaces avec d'autres forums internationaux (surtout l'ENSREG et HERCA) lors de ces réunions. En 2015, une attention spéciale a été accordée à la préparation du premier examen thématique par les pairs (portant sur la gestion du vieillissement) à organiser dans le cadre de la Directive sur la sûreté nucléaire de la Commission européenne, l'interface entre la sûreté et la sécurité, les indications observées dans les cuves sous pression des réacteurs de Beznau (CH) et Famanville-3 (F) et la Déclaration de Vienne sur la sûreté nucléaire.

#### RHWG (Reactor Harmonization Working Group)

Bel V a participé aux trois réunions RHWG organisées en 2015. La principale publication du RHWG en 2015 était intitulée « Guidance Document Issue T : Natural Hazards » et complète les niveaux de référence Issue T publiés en 2014. Le RHWG a poursuivi des discussions sur le benchmarking de l'implémentation de ces niveaux de référence actualisés dans les réglementations et au sein des centrales nucléaires. Le RHWG a également élaboré une proposition pour les termes de référence du premier examen thématique par les pairs (voir ci-avant).

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

Les plans d'action des exploitants belges (Electrabel et Belgoprocess) concernant la mise en place des niveaux de référence WENRA dans les installations de stockage des déchets radioactifs et du combustible nucléaire usagé ont été clôturés par l'AFCN en 2015, sur proposition de Bel V.

En 2015, le WENRA-WGWD a entamé l'élaboration d'un nouveau rapport rassemblant les niveaux de référence en matière de sûreté (SRL) dans les installations de traitement des déchets. En mars, Bel V a participé à la 34e réunion du WGWD (organisée à Paris), durant laquelle le développement de ce rapport SRL sur le traitement des déchets a été initié. Fin 2015, Bel V a contribué à l'examen de la première version provisoire de ce rapport.

### 3.2.3 Autorité de sûreté néerlandaise ANVS

Il y a peu, les autorités de sûreté néerlandaises ont été restructurées par la création de l'Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS). Bel V a participé, en soutien de l'AFCN, à une réunion d'échange d'informations (à organiser annuellement) entre l'AFCN et l'ANVS.

Suite à cette réunion, une rencontre a été organisée entre l'ANVS et Bel V afin d'examiner la mesure dans laquelle Bel V pouvait soutenir l'ANVS dans le domaine de la sûreté nucléaire. Certains sujets ont été identifiés et une première réunion spécifique avec l'ANVS a eu lieu dans l'intervalle. Bel V a également présenté à l'ANVS ses activités R&D et son processus de gestion R&D.

### 3.2.4 Groupe de travail franco-suisse

Ce groupe de travail est composé des autorités réglementaires de Suisse et de Belgique (ENSI, AFCN, Bel V). Une réunion a lieu chaque année, tantôt à Brugg, tantôt à Bruxelles. Au départ, le groupe incluait également les organisations réglementaires de France (ASN, IRSN) et abordait principalement des problèmes concernant l'exploitation à long terme et les plans d'action suivant les stress-tests. Mais en 2014, il a été décidé de créer un groupe belgo-suisse bilatéral couvrant des sujets plus divers liés à la sûreté nucléaire, à l'instar du groupe franco-belge. Le cas échéant, des réunions techniques spécifiques peuvent être organisées entre les trois organisations réglementaires.

En 2015, entre autres les sujets suivants ont été abordés : guides de l'AFCN pour les nouvelles installations de classe I ; plans d'action suisses à l'issue de l'accident de Fukushima ; exploitation résiduelle et fermeture définitive d'anciennes centrales (Doel 1/2, Mühleberg) ; sécurité (menace interne) ; et le statut du dossier de sûreté concernant les indications de défaut dans les cuves sous pression des réacteurs des centrales de Doel 3 et Tihange 2.

### 3.2.5 FRAmatome REGulators (FRAREG)

Depuis nombre d'années, Bel V représente la Belgique au sein du groupe de travail FRAmatome REGulators, qui se réunit tous les 2 à 3 ans.

En novembre 2015, Bel V a accueilli la huitième réunion de ce groupe de travail FRAREG. Tous les pays membres ont participé (Belgique, Chine, France, Afrique du Sud et Corée du Sud). Voici les principaux sujets abordés : évolution des cadres réglementaires, améliorations de sûreté mises en place et planifiées de réacteurs à eau pressurisée à la suite de l'accident de Fukushima, enseignements tirés des dernières réévaluations de sûreté, exploitation à long terme des centrales nucléaires et autres problèmes spécifiques concernant les conditions matérielles et de fonctionnement des réacteurs à eau pressurisée.

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

Le principal objectif de cette task force internationale est de créer un dossier public des attentes réglementaires convenues sur la validation des logiciels critiques de sûreté mis en œuvre dans les installations nucléaires. La task force se compose d'experts des régulateurs et organisations de sûreté technique. Leur objectif est de maintenir 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 joue un rôle important et actif au sein de cette task force depuis ses débuts en 1994.

Huit pays sont actuellement membres. Deux réunions plénières ont eu lieu (CNSC, Ottawa et Bel V, Bruxelles). Une révision complète du rapport de position commune sur les pratiques en matière d'autorisation a été clôturée et publiée sur les sites Web des membres en décembre 2015. Dans le même temps, la Nuclear Regulatory Commission (NRC) aux États-Unis 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 les informations dans son examen des autorisations et son cadre réglementaire.

Fin 2015, l'organisation de sûreté technique chinoise, le Nuclear and Radiation Safety Center (NSC), a manifesté son intérêt à participer aux activités de la task force et a été invité à la première réunion de 2016, dans le but d'étudier les possibilités et bénéfices mutuels de sa future participation en tant que membre à part entière.

Dans l'intervalle, les travaux se sont poursuivis concernant les nouvelles questions liées aux autorisations soulevées dans le cadre de problèmes de cybersécurité, nouvelles qualifications de bâtiments et plateformes logicielles, certification de tiers et incidences des logiciels dans la validation des dispositifs logiques programmables récemment introduits, comme les matrices prédiffusées programmables par l'utilisateur (FPGA).

## 3.3 Coopération avec les organisations techniques de sûreté

### 3.3.1 EUROSAFE

En novembre 2015, Bel V a accueilli pour la quatrième fois le Forum EUROSAFE. Le Forum EUROSAFE, une co-organisation avec l'IRSN, le Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) 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 présidant le comité du programme EUROSAFE, en présidant la session plénière, en fournissant les présidents pour séminaire et en présentant plusieurs exposés.

Le comité du programme EUROSAFE s'est rassemblé trois fois à Bruxelles (janvier, mai et lors du Forum), sous la présidence de Bel V.

L'EUROSAFE Tribune 27 intitulée « Going global : ETSON inputs to the 2014 IAEA TSO Conference in Beijing » (consultable sur http://www.eurosafe-forum.org/#Tribune) reflète la participation active de Bel V dans le cadre de cet événement, principalement par le biais de la présidence de la Conférence par le Directeur général de Bel V.

Dans l'EUROSAFE Tribune 28 intitulée « Severe accident management : new directives, new questions, new research » (également consultable sur http://www.eurosafe-forum.org/#Tribune), Bel V a apporté sa contribution sous la forme d'une brève déclaration sur la coopération transfrontalière en matière de planification d'urgence.

### 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.

En juillet 2015, le Directeur général de Bel V a été élu président d'ETSON. L'Assemblée générale d'ETSON et/ou le Conseil se sont réunis à Munich (juillet) et à Bruxelles (novembre, à l'occasion du Forum EUROSAFE).

En 2015, l'extension du réseau a été encore renforcée et une nouvelle organisation membre de Hongrie (MTA EK) 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.etson.eu/InformationCenter/Pages/Reports-Publications.aspx). En 2015, un nouveau TSAG sur les « Safety Fluid Systems » a été publié.

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 ».

En mai, ETSON a organisé un workshop intitulé « Overview on the assessments of Earthquake/Flood and Provisions in case of Station blackout (SBO) or Loss of ultimate heat sink (LUHS), in the light of the Fukushima accident ». Bel V a apporté sa contribution en présidant une session et donnant plusieurs présentations. Un rapport sera également prochainement publié sur le site Web d'ETSON.

Entre le 24 et le 28 août, plusieurs membres dits « junior » du personnel de Bel V ont participé activement au huitième ETSON Summer Workshop à Villigen (Suisse). Le workshop avait pour thème « Material properties aspects in nuclear safety ». Des représentants de Bel V ont participé en donnant des présentations et en coordonnant des sessions de travail.

### 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. Le Directeur général de Bel V a été président de l'ENSTTI jusque fin 2014.

En 2015, le personnel de Bel V a également donné les cours intitulés « Emergency preparedness and response » (juin et juillet) et « Management of spent fuel and radioactive waste » (novembre-décembre).

### 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.

La collaboration avec l'IRSN dans le domaine de la gestion des déchets radioactifs s'est poursuivie en 2015. Trois thèses de doctorat cofinancées par Bel V et l'IRSN ont été suivies : une première thèse de doctorat consacrée à l'étude de la diffusion des radionucléides dans le béton et les interfaces argile-béton en prenant en considération les effets de la température élevée (jusqu'à 70°C, expériences en laboratoire et in situ menées dans le laboratoire souterrain de Tournemire) ; une deuxième thèse de

doctorat portant sur la modélisation du transport d'espèces chimiques dans des matériaux poreux simples (sable, etc.) faisant l'objet d'un phénomène de colmatage de porosité ou d'ouverture de la porosité ; une troisième thèse de doctorat consacrée au développement d'une 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 (sur la base d'un programme expérimental détaillé effectué au sein de l'IRSN). Une nouvelle thèse de doctorat cofinancée par Bel V et l'IRSN a été initiée en 2015, 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. Pour terminer, Bel V a continué en 2015 à utiliser le code HYTEC, obtenu dans le contexte du Pôle Géochimie Transport (PGT) auquel participent notamment Bel V et l'IRSN, pour la modélisation des phénomènes de dégradation du ciment.

## 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 s'étalera sur la période 2014-2020.

### 3.4.1 Arménie

Bel V a coopéré avec l'Autorité de sûreté nucléaire d'Arménie (ANRA) pendant de nombreuses années sur les projets financés par le consortium TACIS/ICSN. À l'heure actuelle, Bel V participe au projet AR/TS/07 : « Amélioration des capacités d'évaluation de la sûreté de l'ANRA pour l'autorisation des activités d'amélioration et de déclassement Medzamor 2 » (suivi du projet AR/TS/06). Le projet a été lancé en juillet 2013 et la réunion d'ouverture a eu lieu en septembre 2014.

En 2015, Bel V a participé à la tâche 5 de ce projet : « Pilot decommissioning project and licensing related documentation ».

### 3.4.2 Maroc

Bel V a participé en tant que chef de projet technique et également aux tâches 1 et 3 du premier projet ICSN (MO/RA/01) avec le Maroc, qui a débuté en avril 2011.

Pendant la première réunion d'avancement organisée à Rabat en janvier 2012, il a été décidé de geler les activités en raison du retard de la promulgation de la loi créant la nouvelle autorité de réglementation. Dès lors, il n'y a eu aucune activité en 2012 ni en 2013. Le projet a redémarré en janvier 2014 avec un nouveau Chef de projet technique, en raison du départ à la retraite du Chef de projet technique de Bel V.

Bel V a participé aux tâches 1 et 3 du projet :

- Tâche 1 : mise à jour du plan stratégique, du plan d'action et du plan de coopération dans le domaine du renforcement des capacités de l'autorité réglementaire nationale, en ce compris un aperçu de la situation actuelle ;
- Tâche 3 : Aide dans le domaine du cadre réglementaire.

Le projet s'est terminé en avril 2015.

### 3.4.3 Vietnam

Bel V a participé au premier projet de coopération entre la Commission européenne et le Vietnam. Ce projet a été lancé en juillet 2012. L'objectif général de ce projet était de développer et de renforcer le cadre légal ainsi que les capacités managériales et techniques de la Vietnam Agency for Radiation and Nuclear Safety (VARANS) et de l'organisation technique de sûreté locale.

Bel V était impliquée dans la tâche 2 du projet, à savoir le développement d'un système de garantie de la qualité pour l'évaluation et la vérification de la surveillance réglementaire de la sûreté (guides et procédures réglementaires internes).

Le projet s'est terminé en mai 2015.

### 3.4.4 Chine

Bel V participe au premier projet ICSN entre la Commission européenne et la Chine (CH3.01/11), baptisé « Enhancing the capacity and regulatory capabilities of the Chinese national nuclear safety authority and its technical support organisation ».

L'accord avec la Commission européenne a été signé au début du mois de décembre 2013. Le projet durera trois ans. Bel V participe à trois tâches :

- Tâche 2,3 : Évaluation indépendante, validation et vérification de la sûreté de systèmes d'instrument et de contrôle numériques utilisés dans les centrales nucléaires ;
- Tâche 3 : Culture et gestion de la sûreté (Bel V fait office d'expert clé) ;
- Tâche 5 : Évaluation des dangers d'inondation.

Le projet inclut la formation d'experts chinois en Belgique et en Chine.

### 3.4.5 Philippines

Bel V participe au premier projet ICSN entre la Commission européenne et les Philippines (PH3.01.09), baptisé « Technical assistance for improving the legal framework for nuclear and strengthening the capabilities of the Regulatory Authorities of the Philippines (PNRI) and its technical support organisation ».

L'accord avec la Commission européenne a été signé en novembre 2013. Le projet durera trois ans. Bel V participe à la sous-tâche 1.2, encadrant les PNRI dans le développement de réglementations de sûreté.

### 3.4.6 Égypte

Bel V participe au deuxième projet ICSN entre la Commission européenne et l'Égypte (EG.01.10), baptisé « Provision of assistance related to developing and strengthening the capabilities of the Egyptian Nuclear and Radiological Regulatory Authority (ENRRA) ». Ce projet a été gelé pendant deux ans en raison des troubles politiques ayant secoué l'Égypte.

La réunion de lancement du projet a eu lieu en novembre 2013. Le projet durera trois ans. Bel V est impliqué 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.

### 3.4.7 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 durera trois ans. Bel V participe 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.

### 3.4.8 Ukraine

Bel V participe à un projet ICSN entre la Commission européenne et l'Ukraine (U3.01/12) 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 non divergente basée sur des sources neutroniques sur un assemblage non divergent à électrons piloté par accélérateur.

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

Bel V participe 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. Le projet se terminera en septembre 2017. Bel V est 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.

# 4

# Gestion de l'expertise

# 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 2015, plus de 70 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 2 rapport IRS, 1 rapport IRSRR et 1 rapport FINAS.

2015 a 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 :

- indisponibilité de plusieurs trains de sauvegarde du principal système de refroidissement à eau brute (ERWCS) combinée à l'inondation de la salle des pompes ERWCS de Doel 1/2 ;
- violation des spécifications techniques en raison du blocage d'une vanne d'isolement de l'enceinte de confinement en position ouverte à la suite d'une fermeture intempestive de la vanne à Tihange 3 ;
- violation des spécifications techniques en raison de l'échec d'un test périodique de fermeture d'une vanne d'isolement de l'enceinte de confinement à Tihange 3 ;
- incendie d'un filtre du système de ventilation d'une installation de découpeur au plasma lors des activités de déclassement à la FBFC ;
- arrêt d'urgence pendant une intervention de maintenance au niveau de l'alimentation électrique du mécanisme de commande des grappes de réglage à Tihange 3 ;
- injection de sécurité HZP (hot zero power) lors du test périodique des vannes dans l'alimentation en vapeur de la pompe d'eau alimentaire auxiliaire entraînée par turbine à Tihange 1 ;
- explosion et incendie du transformateur de puissance à Doel 1.

## 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, le Comité de coordination du retour d'expérience à l'étranger de Bel V sélectionne des événements ayant donné lieu soit à une Operating Experience Examination Request Letter (OEERL), soit à une Operating Experience Information Letter (OEIL) soit à des inspections de suivi.

En 2015, à la suite d'une analyse poussée des guides de l'industrie nucléaire pour la prévention et la gestion effectives de l'accumulation de gaz du système approuvée en 2014 par l'USNRC, une OEERL a été envoyée aux exploitants des centrales nucléaires, demandant des informations concernant l'application de ces guides en Belgique.

Suite à un examen approfondi d'un rapport IRS concernant le givrage de systèmes de ventilation de bâtiments nucléaires auxiliaires après la perte du système de chauffage à l'eau chaude à Chinon en 2012, des inspections de suivi spécifiques sont prévues pour le début de 2016 dans les centrales nucléaires belges.

En collaboration avec l'AFCN, Bel V a également procédé à un examen de l'applicabilité d'un défaut de conception des dômes forgés des cuves de réacteur du réacteur EPR à Flamanville et a demandé aux exploitants des centrales nucléaires belges de fournir une preuve formelle de l'absence de défaillances similaires dans les nouveaux couvercles de cuve sous pression du réacteur de Tihange 3 et Doel 4, installés pendant les arrêts de 2015.

De plus, un suivi d'anciennes OEERL a eu lieu :

- « Design vulnerability in electric power systems », initiée en 2012, a nécessité de plus amples discussions avec les exploitants et leur architecte-ingénieur concernant l'analyse des conséquences d'un voltage déséquilibré des approvisionnements de réseau externe et les améliorations de protection du système proposées ;
- « Non-compliance of component cooling systems in France », initiée en 2013, a progressé grâce à l'examen de réponses d'exploitants et demandes d'informations et analyses supplémentaires.

## 4.3 Gestion des connaissances

Pour plusieurs raisons (l'une d'entre elles étant qu'au cours des 5 à 10 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 à 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 2015, plusieurs nouveaux ingénieurs ont été recrutés. Ceci demande de gros efforts de la part des ingénieurs les plus expérimentés afin de transmettre de façon adéquate leurs connaissances. 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 est aussi à mentionner l'attention portée par Bel V concernant le transfert des connaissances des experts partant à la retraite vers des membres du personnel plus jeunes. Un « Knowledge Transfer Form » est utilisé à cette fin. De surcroît, nous utilisons une « Knowledge Critical Grid » dans l'objectif d'identifier et de réduire les risques de perte de connaissance. 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 Activités de gestion

Les activités de recherche et développement (R&D) restent un pilier important du développement continu et pérenne de l'expertise de Bel V. En 2015, une attention toute particulière a été à nouveau accordée à la possibilité d'encourager des nouveaux projets R&D.

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

**Phénomènes thermohydrauliques**

En 2015, les activités R&D thermohydrauliques ont couvert la participation de Bel V dans les projets OCDE/AEN PKL, ATLAS et PREMIUM, les applications CATHARE et RELAP5-3D à des centrales nucléaires belges typiques et aux contextes MYRRHA, ainsi que deux articles et des présentations dans des journaux et conférences internationaux.

En 2015, Bel V a organisé avec fruit (pour la première fois) la 7e édition de la réunion OCDE/AEN PKL-3. Lors de cette réunion, Bel V a donné trois présentations, portant principalement sur les simulations 3D CATHARE des tests de circulation naturelle réalisés dans les installations PKL et ROCOM.

Dans le cadre des projets expérimentaux OCDE/AEN PKL-3 et ATLAS, Bel V a soumis des propositions de test concernant l'évaluation des flux de circulation naturelle et les effets 3D sur le mélange dans la cuve du réacteur. Les propositions pour le projet PKL-3 ont été menées avec fruit dans les installations de test ROCOM et PACTEL. Le résultat ROCOM a permis d'évaluer des phénomènes survenant dans des flux de circulation naturelle asymétriques dans l'espace annulaire de la cuve du réacteur. D'un autre côté, les résultats du test PACTEL ont mis l'accent sur le phénomène d'inversion du flux dans les tubes en U du générateur vapeur pendant le régime de circulation naturelle à phase unique.

Les résultats démontrent que dans différentes conditions de flux, 30 % du flux de circulation naturelle est inversé dans le tube en U du générateur de vapeur actif.

Dans le cadre du projet OCDE/AEN PREMIUM portant sur le développement, l'étude, la comparaison et l'application de méthodes pour la quantification de l'incertitude des modèles physiques contenus dans les codes du système thermohydraulique utilisés dans la sûreté nucléaire, Bel V a participé à la dernière phase (phase V) du projet. Dans cette phase, les conclusions et enseignements principaux tirés du benchmark ont été extraits, et l'orientation de travaux futurs a été proposée et rapportée dans la phase V et le rapport final de PREMIUM.

Les activités R&D liées au projet MYRRHA à l'aide du modèle RELAPS-3D ont été menées en prenant en compte les évaluations de « pre-licensing » concernant la simulation de l'insertion de la réactivité (RIA), la perte de débit de réfrigérant forcé du réacteur (LOFC) et la perte de source froide thermodynamique (LOHS) en état transitoire.

D'autres applications basées sur CATHARE et RELAP3D pour réacteurs à eau pressurisée ont également été étudiées . Un jeu de données d'entrée CATHARE pour une centrale nucléaire 3 boucles a été utilisé en vue de mener des études d'évaluation du phénomène d'interruption de circulation naturelle (NCI). En outre, un jeu de données d'entrée RELAP5-3D pour un réacteur à eau pressurisée 3 boucles a été mis au point.

Au final, deux articles ont été publiés en 2015. Le premier article, intitulé « Experimental and Analytical Assessment of Natural Circulation Interruption Phenomenon in the LSTF and PKL Test Facilities » a été publié dans le journal Nuclear Technology de l'ANS. Le second, intitulé « Assessment of CATHARE 3D model in predicting the mixing phenomenon in a PWR reactor pressure vessel downcomer », a été présenté au Forum EUROSAFE 2015 à Bruxelles.

### Accidents graves

En 2015, des avancées notables ont été enregistrées dans le développement des capacités de simulation MELCOR au sein de Bel V. Un modèle MELCOR pour un réacteur à eau pressurisée 3 boucles avait initialement été développé pour MELCOR 1.8.6 et ensuite converti en MELCOR 2.1 par le biais de SNAP. Les principaux efforts de modélisation se concentraient sur le package principal et la réalisation d'une stabilisation à pleine puissance (analyse d'état d'équilibre).

De plus, la modélisation inclut à présent également l'isolement (version code MELCOR 2.1 uniquement).

Bel V a également avancé dans la simulation de scénarios d'accident et l'analyse de résultats dans les domaines suivants :

- Stabilisation à pleine puissance des versions de code MELCOR 1.8.6 et 2.1 ;
- Transitoire de brèche intermédiaire du circuit de refroidissement primaire pour les versions MELCOR 1.8.6 et 2.1 ;
- Comparaison entre les résultats de MELCOR 2.1 et CATHARE pour un transitoire de refroidissement asymétrique d'un réacteur à eau pressurisée à 3 boucles ;
- Grosse brèche du circuit de refroidissement primaire avec MELCOR 2.1.

Le modèle MELCOR développé par Bel V convient à des calculs d'état d'équilibre et d'état transitoire (avant défaillance du combustible). L'analyse transitoire (après défaillance du combustible) a commencé.

En collaboration avec Tractebel Engineering et SCK•CEN, Bel V a organisé la réunion du European MELCOR User Group (EMUG) 2015 les 17 et 18 mars à Bruxelles. En marge de l'organisation, Bel V a contribué aux sessions techniques.

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

Bel V a également participé au « JRC Workshop on Severe Accident Simulators for Nuclear Power Plants », à la 7e conférence ERMSAR, à la 7e réunion PGR de l'OCDE/EAN PKL3, à la « Technical Meeting on Severe Accident Mitigation through Improvements in Filtered Containment Venting for Water Cooled Reactors » de l'AIEA, à la réunion du Cooperative Severe Accident Research Program (CSARP) et à la réunion de MELCOR Code Assessment Program (MCAP).

### Méthodologie PSA et ses applications

Bel V a eu l'occasion d'échanger des informations avec l'IRSN concernant la méthodologie PSA en cas d'inondation interne.

Les activités PSA Event Analysis (PSAEA) sont toujours en cours chez Bel V. En 2015, elles portaient principalement sur un screening des études menées par Electrabel afin de déterminer la valeur ajoutée que pourrait apporter une analyse supplémentaire par Bel V. Bel V a participé à la 18e réunion technique sur « Experiences with risk-based precursor analysis » (Bruxelles, 28-30 octobre 2015). Des PSA Event Analyses réalisées par Electrabel pour les centrales nucléaires belges et des organisations étrangères (compagnies d'énergie, TSO) pour des centrales nucléaires étrangères ont été abordées.

Bel V a assisté à la réunion de l'International RiskSpectrum User Group (Londres, 11-12 novembre 2015) organisée par Lloyd's Register Consulting.

Bel V a participé à deux réunions du groupe d'experts PSA d'ETSON. De manière spécifique, des informations ont également été échangées concernant des problèmes liés aux accidents de piscines de désactivation du combustible usé et les enseignements tirés de PSA par les organisations de sûreté technique.

Les méthodologies SPAR-H, THERP, ASEP, ATHEANA et IDHEAS ainsi que les différences entre ces méthodologies et les domaines d'application ont été étudiées. Les spécificités nécessaires à la mise en œuvre de HRA pour le PSA Niveau 2 et à l'introduction de dépendances entre les modèles PSA de Niveau 1 et de Niveau 2 ont en outre été examinées.

**Protection incendie**

L'implication de Bel V dans le projet OCDE/AEN PRISME2 s'est poursuivie en 2015. La participation à ce projet est considérée comme cruciale pour l'acquisition de connaissances appropriées concernant le comportement du feu dans des centrales nucléaires, comme la propagation de fumée et de gaz chauds par le biais d'ouvertures horizontales, la propagation de l'incendie à une source d'incendie réelle, comme les chemins de câbles ou une armoire électrique, et la propagation d'incendie d'une source à une autre, et l'extinction d'incendies. Dans le cadre de ce projet, l'amélioration de la prévision de la vitesse de dégagement de chaleur continue d'être considérée comme particulièrement importante. Sur la base des résultats d'expériences, des directives pour des codes de calcul pour la simulation d'incendies complexes, comme au niveau de chemins de câbles et des armoires électriques, constituent un autre objectif majeur, au vu de l'absence de connaissances concernant ces types de sources d'incendie et, selon les hypothèses de simulation, de la grande disparité des résultats.

Dans le cadre de la thèse de doctorat financée par Bel V, des simulations préliminaires ont eu lieu à l'Université de Gand à l'aide du logiciel ISIS CFD de l'IRSN afin de reproduire le comportement complexe des feux en espace confiné, et en particulier le comportement oscillatoire observé lors de certaines expériences PRISME2. La prévision numérique de ce comportement est en effet considérée comme difficile et elle pourrait, en marge d'une meilleure compréhension des origines de ce phénomène, également conduire à un meilleur aperçu des capacités des codes et des améliorations possibles.

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

**Stockage de déchets**

En 2015, Bel V a poursuivi ses efforts de R&D en vue de renforcer son expertise dans les modèles en zone rapprochée, soutenant l'évaluation de sûreté à long terme d'une installation de stockage en surface. D'importants efforts ont notamment été consentis afin de développer des modèles non saturés en 2D représentant des scénarios d'évolution possibles de l'installation de stockage en surface. Bel V a également actualisé les modèles 2D représentant la zone rapprochée de l'entreposage développés ces dernières années afin de prendre en compte l'évolution attendue de l'entreposage développée par l'ONDRAF et évaluée par l'organisme de réglementation.

Dans le contexte de sa participation au Pôle Géochimie Transport (PGT IV), Bel V a poursuivi le développement d'une expertise dans la compréhension et la modélisation du transport réactif dans des milieux poreux. Bel V a par exemple organisé un workshop sur la modélisation du transport réactif dans du ciment à l'intention des chercheurs du Pôle Géochimie Transport.

Trois thèses de doctorat cofinancées par Bel V ont été également suivies : une première thèse de doctorat consacrée à l'étude de la diffusion des radionucléides dans le béton et les interfaces argile-béton en prenant en considération les effets de la température élevée ; une deuxième thèse de doctorat portant sur l'examen et la modélisation du transport d'espèces chimiques dans des matériaux poreux simples (sable, etc.) faisant l'objet d'un phénomène de colmatage de porosité ou d'ouverture de la porosité ; une troisième thèse de doctorat consacrée au développement d'une 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. Ces thèses de doctorat offrent à Bel V des résultats et informations pertinents pour ses propres activités de R&D (par ex. modélisation du transport et transport réactif de la

migration des radionucléides) et, plus généralement, pour la sûreté à long terme de l'entreposage des déchets. De plus, ces thèses de doctorat ont également permis à Bel V de renforcer sa collaboration avec d'autres organisations techniques de sûreté (par ex. IRSN) et organisations dans le domaine de la recherche et du développement (par ex. CEA).

Finalement, Bel V participe à 2 projets européens (actions de coordination et de support) concernant la R&D pour l'entreposage des déchets initiés en 2015 : JOPRAD (projet européen sur le développement d'un programme R&D conjoint au niveau européen) et SITEX II (développement d'un réseau d'organisations de sécurité technique et d'autorités de réglementation nucléaire). Dans le cadre de ce dernier projet, Bel V est à la tête du groupe de travail en charge de structurer les possibles activités R&D du réseau. De plus, Bel V a participé à plusieurs groupes de travail de l'AEN et de l'AIEA liés à la mise au rebut des déchets radioactifs (par ex. AEN-IGSC, AIEA-PRISMA, AIEA-HIDRA, AIEA-GEOSAF II...).

L'ensemble de ces activités R&D de Bel V a contribué au maintien et au renforcement des connaissances dans le domaine de l'évaluation de la sûreté de la mise au rebut des déchets et des aptitudes liées à l'examen de ces évaluations de sûreté.

**Déclassement et démantèlement**

Les activités R&D menées dans le cadre du projet de déclassement DriMa ont porté leurs fruits dans le cadre de la collecte et de l'organisation d'informations et d'expériences qui s'avèreront utiles pour Bel V dans la préparation et l'organisation de l'évaluation d'un vaste projet de déclassement.

### 4.4.4 R&D sur des sujets transversaux

**Évaluation de la culture de sûreté**

Bel V a participé au CNRA Senior Task Group portant sur la culture de sécurité de l'organisme de réglementation. La publication d'un « livret vert » de l'AEN à ce propos est prévue.

De plus, un modèle de Bel V destiné à traduire la culture de sécurité de l'organisme de réglementation a été développé.

**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.

**Vérification et validation**

Bel V a procédé à la maintenance et à l'actualisation des directives recommandées pour assurer la validité de modèles et résultats de calculs utilisés dans des analyses de sûreté et documenter les activités de vérification et de validation. Ces directives sont de plus en plus utilisées dans plusieurs projets nationaux et internationaux de Bel V.

La problématique de l'évaluation de la sûreté de plateformes logicielles commerciales utilisées pour soutenir les applications I&C numériques a été étudiée. Des critères de sécurité pour la gestion de dossiers de sûreté lors de la sélection et l'acquisition de telles plateformes ont été identifiés.

Des contributions aux exigences réglementaires liées aux deux sujets susmentionnés ont été apportées à la position commune des régulateurs internationaux sur des logiciels critiques de sûreté.

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

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

*Vrije Universiteit Brussel (VUB)*

Un accord de recherche a été signé en octobre 2012 avec la VUB, qui effectuera des études dans le domaine de la radio cognitive pour les centrales nucléaires. Ce projet contribuera au plan d'urgence. L'objectif est d'améliorer les liens de communication pendant les urgences qui pourraient promouvoir une gestion des urgences plus rigoureuse.

Bel V collabore également 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)*

Depuis novembre 2012, Bel V sponsorise un projet de R&D, au sein de l'ULB, dans le domaine de l'évaluation de la sûreté à long terme de l'entreposage des déchets radioactifs. Ce projet a trait à la modélisation et à l'évolution de coefficients de diffusion pendant la dégradation de ciment utilisé pour la mise au rebut de 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. Ces thèses de doctorat ont pour but de mieux comprendre les phénomènes sous-jacents, à l'aide d'une mécanique des fluides numérique (CFD), des nappes liquides faisant office de sources d'incendie (comme dans le cadre des expériences organisées dans le projet PRISME).

*Université catholique de Louvain (UCL)*

Deux thèses de doctorat sont sponsorisées à l'UCL :

- Une première thèse de doctorat porte sur des simulations numériques de fluctuations thermiques à proximité d'une ligne de contact entre une surface libre et un mur solide. 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 de doctorat 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 quantitative de problèmes de PTS.

**Collaboration R&D avec l'IRSN**

Plusieurs accords R&D ont été conclus avec l'IRSN en 2013, dans plusieurs domaines :

- migration des radionucléides dans les installations d'entreposage des déchets – ce projet R&D est mené en collaboration avec ARMINES (France) ;
- développement d'un outil de simulation quantitatif prenant en compte la chimie et le transport hydrodynamique à utiliser dans le cadre de l'évaluation des installations d'entreposage de déchets - ce projet de R&D est mené en collaboration avec ARMINES, AREVA, EDF, LAFARGE et le CEA (tous de France) ;
- diffusion des radionucléides dans l'argile – ce projet de R&D est mené en collaboration avec le CEA (France).

## 4.5 Formation

Une approche de formation structurée a été adoptée, sur la base du « Systematic Approach to Training » (SAT) de l'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 de 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. Neuf sessions ont eu lieu en 2013, 8 en 2014 et 8 en 2015 :

- Sûreté en exploitation
- MYRRHA
- Système de gestion de la qualité
- Analyse des accidents – portée et limites
- Cadre légal belge
- Radioprotection de base
- Cadre réglementaire international
- Description synthétique installations Classe II

Un exemple de formation externe avec participation de nouvelles recrues de Bel V en 2015 :

- Sûreté des centrales à eau sous pression (Institut national des sciences et techniques nucléaires, 1 semaine)

De plus, Bel V a organisé des sessions techniques internes dans le but de diffuser les résultats R&D aux Centres de responsabilité technique. En 2015, 4 sessions techniques internes ont été organisées.

Des formations non techniques sont également organisées selon les besoins (langues, informatique…) et, de manière systématique, un programme de formation (« Interpersonal Effectiveness Development Path ») a été organisé en 2014 et 2015 afin d'améliorer les compétences en communication de l'ensemble du personnel.

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 60 activités de formation ont eu lieu en 2015.

# Bilan financier

## Bilan au 31 décembre 2015

(montants en 1 000 €)

| | | 2014 | | 2015 |
|---|---|---|---|---|
| **ACTIFS** | | **13 231** | | **13 722** |
| | | | | |
| **ACTIFS IMMOBILISÉS** | | **6 028** | | **5 652** |
| II. Immobilisations incorporelles | | 872 | | 602 |
| III. Immobilisations corporelles | | 5 154 | | 5 048 |
| A. Terrains et constructions | 4 953 | | 4 792 | |
| B. Installations, machines et outillage | 139 | | 205 | |
| C. Mobilier et matériel roulant | 62 | | 51 | |
| IV. Immobilisations financières | | 2 | | 2 |
| | | | | |
| **ACTIFS CIRCULANTS** | | **7 203** | | **8 070** |
| VII. Créances à un an au plus | | 2 994 | | 3 136 |
| A. Créances commerciales | 2 929 | | 2 890 | |
| B. Autres créances | 65 | | 246 | |
| IX. Valeurs disponibles | | 4 018 | | 4 700 |
| X. Comptes de régularisation | | 191 | | 234 |

| | | 2014 | | 2015 |
|---|---|---|---|---|
| **PASSIFS** | | **13 231** | | **13 722** |
| | | | | |
| **CAPITAUX PROPRES** | | **8 820** | | **9 485** |
| I. Fonds de l'association | | 4 732 | | 4 732 |
| IV. Réserves | | 2 868 | | 2 868 |
| V. Bénéfice reporté | | 1 220 | | 1 885 |
| | | | | |
| **DETTES** | | **4 411** | | **4 237** |
| VII. Dettes à plus d'un an | | 1 000 | | 500 |
| IX. Dettes à un an au plus | | 3 410 | | 3 736 |
| A. Dettes échéant dans l'année | 500 | | 500 | |
| C. Dettes commerciales | 204 | | 500 | |
| D. Acomptes reçus sur commande | 1 541 | | 1 500 | |
| E. Dettes fiscales, salariales et sociales | 1 165 | | 1 236 | |
| F. Autres dettes | | | | |
| X. Comptes de régularisation | | 1 | | 1 |

# Bilan financier

## Comptes de pertes et profits au 31 décembre 2015

(montants en 1 000 €)

| | 2014 | 2015 |
|---|---|---|
| Chiffre d'affaires | 11 608 | 12 746 |
| Autres produits | 142 | 241 |
| **TOTAL PRODUITS D'EXPLOITATION** | **11 750** | **12 987** |
| Services et biens divers | 1 983 | 2 534 |
| Rémunérations et charges sociales | 8 791 | 9 201 |
| Amortissements | 511 | 494 |
| Réductions de valeurs sur créances commerciales | | |
| Autres charges d'exploitation | 98 | 95 |
| **TOTAL CHARGES D'EXPLOITATION** | **11 383** | **12 324** |
| **Résultat d'exploitation** | **367** | **663** |
| Charges et produits financiers | 5 | 4 |
| **Résultat courant** | **372** | **667** |
| **Résultat de l'exercice** | **372** | **667** |

## Compte de pertes et profits : commentaires

En 2015, l'activité a été fort soutenue et cela se traduit par une augmentation de 8 % de notre chiffre d'affaires.

### Produits

#### Chiffre d'affaires

Cette année encore, la plus grande partie du chiffre d'affaires de Bel V (95 %) est liée aux prestations de contrôle réglementaire dans les établissements de classe I 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 encore été marquée par l'activité liée à la mise en œuvre des plans d'action suite aux stress tests, la poursuite de l'analyse du dossier de justification des indications dans les cuves de deux réacteurs ainsi que les révisions décennales de Doel 4 et Tihange 1 et 3. Par ailleurs nous avons observé une intensification de nos travaux dans le cadre du « Long-Term Operation » de Doel 1/2.

Une faible proportion du chiffre d'affaires (2,2 %) 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. Des contrôles sont également effectués au sein des établissements particuliers de la classe II (la future classe IIA).

#### 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. Cette année, nous avons reçu une contribution pour l'organisation du forum Eurosafe 2015 à Bruxelles.

### Charges

#### Services et biens divers

Les services et biens divers représentent 21 % des charges. Cette année, nos dépenses en Recherche et Développement représentent 4,7 % de nos charges.

#### Rémunérations et charges sociales

Les dépenses liées au personnel représentent 75 % de nos charges y compris les dépenses de formation.

#### Charges et produits financiers

Les produits financiers proviennent des placements de trésorerie.

### Résultat d'exploitation

Les résultats de l'exercice sont affectés en bénéfices reportés.

# Liste d'abréviations

| | |
|---|---|
| **AEN** | Agence pour l'énergie nucléaire (OCDE) |
| **AFCN** | Agence fédérale de contrôle nucléaire |
| **AIEA** | Agence internationale de l'énergie atomique |
| **ANVS** | Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming – Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (Pays-Bas) |
| **ASN** | Autorité de sûreté nucléaire (France) |
| **BEST** | Stress-tests belges |
| **CEA** | Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (France) |
| **CNRA** | Committee on Nuclear Regulatory Activities – Comité pour les activités nucléaires réglementaires (OCDE) |
| **CSNI** | Committee on the Safety of Nuclear Installations – Comité sur la sûreté des installations nucléaires (OCDE) |
| **DG Centre de Crise** | Direction Générale Centre de Crise du Service Public Fédéral Intérieur |
| **ENSREG** | European Nuclear Safety Regulators Group – Groupe des régulateurs européens dans le domaine de la sûreté nucléaire |
| **ENSTTI** | European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute – Institut européen de formation et de tutorat en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection (ETSON) |
| **ETSON** | European Technical Safety Organisations Network – Réseau européen des organismes techniques de sûreté |
| **FBFC** | Franco-Belge de Fabrication de Combustible |
| **FINAS** | Fuel Incident Notification and Analysis System – Système de notification et d'analyse des incidents relatifs au cycle du combustible |
| **HERCA** | Heads of European Radiological Protection Competent Authorities – Association des responsables des Autorités compétentes en radioprotection en Europe |
| **ICSN** | Instrument relatif à la coopération en matière de sûreté nucléaire (Commission européenne) |
| **IRE** | Institut National des Radioéléments |
| **IRRS** | Integrated Regulatory Review Service – Service intégré d'examen de la réglementation (AIEA) |
| **IRS** | Incident Reporting System – Système de Notification des Incidents |
| **IRSN** | Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (France) |
| **IRSRR** | Incident Reporting System for Research Reactors – Système de notification des incidents concernant les réacteurs de recherche |
| **KCD** | Kerncentrale Doel – Centrale nucléaire de Doel |
| **LTO** | Long-Term Operation – Exploitation à long terme |
| **NRC** | Nuclear Regulatory Commission (É.-U.) |
| **NUSSC** | Nuclear Safety Standards Committee – Comité de supervision de l'établissement des normes nucléaires internationales (AIEA) |
| **OCDE** | Organisation de Coopération et de Développement Économiques |
| **ONDRAF** | Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies |
| **PSA** | Probabilistic Safety Assessment – Analyse probabiliste de sûreté |
| **PSR** | Periodic Safety Review – Réévaluations périodiques de sûreté |
| **R&D** | Recherche & développement |
| **SCK•CEN** | Studie Centrum voor Kernenergie – Centre d'études d'Énergie Nucléaire (Mol) |

| | |
|---|---|
| **TBRS** | Technical Board for Reactor Safety (ETSON) |
| **TRC** | Technical Responsibility Centre – Centre de responsabilité technique (Bel V) |
| **TSO** | Technical Safety Organisation – Organisation de sûreté technique |
| **TSOF** | Technical and Scientific Support Organization Forum – Forum des organismes d'appui technique et scientifique (AIEA) |
| **WENRA** | Western European Nuclear Regulators Association – Association des autorités de surveillance d'Europe occidentale |

www.belv.be