



Note de presse



Novembre 2015

Dossier des cuves de Doel 3 et Tihange 2 : conclusions du rapport d'Electrabel

1. Introduction

L'Agence Fédérale de Contrôle Nucléaire a décidé ce 17/11/2015 d'autoriser le redémarrage des réacteurs de Doel 3 et Tihange 2. Cette décision fait suite à la remise par Electrabel à l'AFCN de la première version de son rapport final (*Safety Cases*) le 17 juillet dernier suivi par la remise des rapports définitifs le 28 octobre 2015.

Sur base de l'ensemble des inspections, de plus de 1500 tests sur matériaux et des analyses détaillées, Electrabel confirme que l'intégrité structurelle des deux cuves est garantie en toute situation, en fonctionnement normal ou en cas d'accident, et satisfait à toutes les exigences avec une marge de sécurité importante. Le redémarrage des deux réacteurs est donc justifié.

Cette conclusion est basée sur un examen détaillé et documenté, unique au monde, réalisé par une équipe multidisciplinaire constituée d'experts d'Electrabel, de Laborelec et de Tractebel Engineering. Durant toute la durée des travaux, cette équipe multidisciplinaire a collaboré avec différentes institutions reconnues tant en Belgique qu'à l'étranger : SCK•CEN (Belgique), Areva (France), UGent, CRM (Belgique), Tohoku University (Japon), CEA (France), VTT (Finlande), Intertek (USA), etc.

Le travail réalisé par ces experts, les dizaines de milliers d'heures de recherches et les plus de 1500 essais sur des matériaux sont d'une ampleur sans précédent dans le monde.

2. Rétroactes : été 2012, découverte d'indications dans les cuves des réacteurs de Doel 3 et Tihange 2

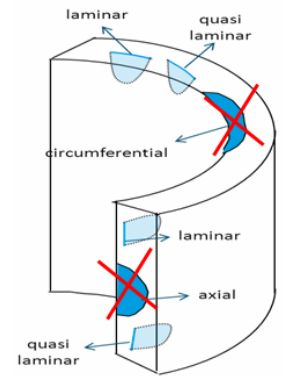
En août 2012, durant une inspection par ultrasons réalisée dans le cadre de la révision décennale, des indications dans la cuve du réacteur de Doel 3 ont été détectées. Après analyses approfondies et après avoir consulté plusieurs experts, il s'est avéré qu'il s'agissait de « Défauts Dus à l'Hydrogène ». Les défauts dus à l'hydrogène sont un phénomène bien connu dans le secteur de la métallurgie. Durant le processus de production de l'acier (coulée du lingot et forgeage), certains gaz peuvent entrer dans ce dernier. Une application correcte du procédé de forgeage conduit à ce que la plupart de ces gaz s'en échappe. Lors du forgeage des cuves de Doel 3 et Tihange 2 il y a quarante ans, une partie de l'hydrogène n'a pas disparu de l'acier et en conséquence, le gaz résiduel est resté piégé dans la microstructure de l'acier.

En septembre 2012, la cuve de Tihange 2, forgée à la même époque que celle de Doel 3 et par le même procédé, a été inspectée. Ce même phénomène des « défauts dus à l'hydrogène » a été découvert dans la cuve de Tihange 2. Des recherches approfondies sur le phénomène et son impact potentiel sur les cuves de Doel 3 et Tihange 2 ont alors débuté.

Suite à ces recherches qui auront duré une dizaine de mois, Electrabel a conclu que les deux centrales pouvaient être redémarrées et a émis un rapport de sûreté sur base des conclusions suivantes :

- Les défauts dus à l'hydrogène formés lors du forgeage sont un phénomène connu dans le secteur de la métallurgie. Ce phénomène n'est en aucun cas relié à l'activité nucléaire.

- Les défauts dus à l'hydrogène ne sont pas évolutifs.
- Les défauts dus à l'hydrogène sont quasi laminaires, ce qui signifie qu'ils sont orientés parallèlement à la paroi interne de la cuve. Ils sont donc peu soumis aux contraintes mécaniques présentes dans la cuve du réacteur.
- Le matériau de la cuve du réacteur n'est pas affecté par les défauts dus à l'hydrogène.



3. Mai 2013: l'AFCN autorise le redémarrage conditionné de Doel 3 et Tihange 2

En mai 2013, l'AFCN donne l'autorisation de redémarrer les deux centrales mais impose plusieurs actions de suivi à moyen terme. Un plan d'action est alors élaboré et validé par l'AFCN. Trois éléments doivent être approfondis :

- Déterminer les propriétés mécaniques à l'état irradié du matériau contenant des défauts dus à l'hydrogène.
- Qualification de la méthode d'inspection et d'analyse utilisée par la « Machine d'Inspection en Service (MIS-B) ».
- Réalisation d'une nouvelle inspection afin de prouver que les défauts dus à l'hydrogène ne sont pas évolutifs.

4. Mars 2014: Electrabel décide de mettre Doel 3 et Tihange 2 à l'arrêt suite au résultat inattendu d'un test mécanique sur un bloc de test

Afin d'analyser les propriétés mécaniques à l'état irradié d'une pièce rebutée contenant des défauts dus à l'hydrogène, une première campagne d'irradiation a été réalisée en janvier et février 2014 dans le réacteur du BR2 de SCK•CEN à Mol.

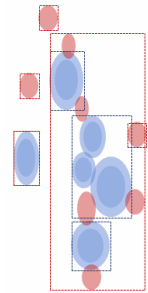
Cette première campagne d'irradiation portait sur des échantillons provenant d'un bloc de test « VB-395 » d'Areva. Ce bloc contenait des défauts dus à l'hydrogène et avait été rebuté pendant son processus de fabrication. Lors de cette première campagne d'irradiation, la ténacité de l'acier a été testée.

Les tests mécaniques (voir action 1) se sont révélés non conformes aux attentes. Sous irradiation, le bloc VB-395 présentait une fragilisation plus importante que prévue. En conséquence et par mesure de précaution, en attendant les autres résultats, Electrabel a d'initiative décidé d'avancer les révisions prévues et de mettre les deux unités à l'arrêt le 26/03/2014. Pour rappel, la règle qui prévaut dans le secteur nucléaire est celle de la sûreté absolue. C'est ce qui explique qu'en cas de questionnement, l'exploitant arrête les réacteurs jusqu'à pouvoir justifier une situation observée.

5. Mars 2014-juillet 2015: Electrabel réalise un plan d'action étendu

Electrabel a décidé d'étendre largement le plan d'action initialement exigé en mai 2013 par l'Agence Fédérale de Contrôle Nucléaire comme condition de redémarrage des deux réacteurs afin de répondre à l'ensemble des questions supplémentaires posées par l'AFCN. Une méthodologie robuste a été définie avec les experts et appliquée.

- 1) La qualification de la méthode d'inspection par ultrasons a été finalisée, après avoir augmenté la sensibilité des paramètres : les seuils de détection ont été abaissés et la méthode de dimensionnement des indications a été adaptée. Il a été démontré que la méthode d'analyse qualifiée était dès lors apte à détecter et dimensionner les indications avec le plus haut niveau de fiabilité.
- 2) Les cuves de Doel 3 et Tihange 2 ont à nouveau été inspectées. L'inspection a confirmé que les indications ne sont pas évolutives. Une nouvelle cartographie des indications a été établie. Les analyses avec des seuils plus sensibles ont permis de répertorier un plus grand nombre d'indications. La taille moyenne et la taille maximale des indications ont aussi augmenté par le fait que, par conservatisme inhérent à la technologie, des petites indications ont été rassemblées et considérées comme une seule indication plus grande. L'analyse de l'intégrité structurelle des cuves a intégré cette nouvelle cartographie.
- 3) Suite au résultat non conforme issu de la première campagne d'irradiation d'échantillons de la pièce VB-395, deux campagnes d'irradiation complémentaires de la pièce VB-395 et d'échantillons provenant des cuves de Doel 3 et Tihange 2 ont été réalisées dans le réacteur de recherche BR2 du SCK•CEN à Mol. Une quatrième campagne d'irradiation a été réalisée début 2015 sur le bloc allemand KS02 en provenance de "Materialprüfungsanstalt Universität Stuttgart". Au total, 1500 tests mécaniques ont été réalisés, dont 500 sur du matériau irradié.



6. Juillet 2015-octobre 2015: Electrabel est convaincue que l'intégrité structurelle des cuves de Doel 3 et Tihange 2 est garantie et remet son dossier de justification pour le redémarrage des deux centrales

Sur base de toutes les inspections réalisées, des tests et expertises complémentaires et des analyses détaillées, Electrabel est convaincue que l'intégrité structurelle des cuves de Doel 3 et Tihange 2 est garantie et ce avec des marges de sûreté importantes. Cette conclusion est documentée de façon extrêmement détaillée dans les dossiers de justification remis à l'AFCN.

Les conclusions sont les suivantes :

- L'hypothèse de départ est confirmée : il s'agit de **défauts dus à l'hydrogène apparus lors de la phase de forgeage des cuves et qui sont donc présents depuis la construction même de la centrale.**
 - **Les défauts dus à l'hydrogène sont quasi laminaires**, c'est-à-dire qu'ils sont orientés parallèlement à la paroi interne de la cuve avec une inclinaison moyenne de 4° et un maximum

de 15°. Orientées de la sorte, les indications sont peu soumises aux contraintes mécaniques présentes dans la cuve du réacteur et n'impactent dès lors pas son intégrité structurelle.

- La qualification de la **méthode d'inspection par ultrason** a démontré que la **méthode qualifiée est apte** à détecter, à positionner et à dimensionner les défauts dus à l'hydrogène avec un très haut niveau de certitude.
- L'inspection réalisée en 2014 a permis de **répertorier** tous les défauts dus à l'hydrogène et confirme qu'ils sont **stables** et n'ont pas évolué en taille depuis les inspections faites en 2012. La sensibilité de l'analyse des données de mesure a également été augmentée. Les analyses avec des seuils plus sensibles ont permis de répertorier plus d'indications. Par conservatisme, plusieurs petites indications ont été regroupées et considérées comme étant une indication plus grande. Il y a dans la cuve de Doel 3 $\pm 13\ 000$ indications et ± 3000 dans celle de Tihange 2. (Doel 3: 7765 -> 13048 / Tihange 2 : 1977 -> 3149)
- Le programme de tests, réalisé sur différents blocs afin d'analyser les propriétés mécaniques du matériau irradié, a démontré que la **présence de défauts dus à l'hydrogène n'impacte pas l'évolution de la ténacité de l'acier qui les entoure**. Les tests permettent de conclure que le comportement des blocs de tests irradiés sont tous, à l'exception de la pièce VB-395, conformes aux prédictions. Les tests ont également établi que le matériau des cuves de Doel 3 et Tihange 2 ne pourrait jamais se comporter comme le bloc VB-395. Cependant, par mesure de conservatisme, les données du comportement de la pièce VB-395 ont été intégrées dans les calculs de l'intégrité structurelle des cuves des réacteurs de Doel 3 et Tihange 2. Cela veut donc dire que, même si les cuves de Doel 3 et Tihange 2 se comportaient de la sorte, l'intégrité serait en tout état de cause garantie.
- **L'intégrité structurelle des cuves est garantie** en toutes circonstances – en fonctionnement normal ou en cas d'accident – et satisfait à toutes les exigences avec une marge de sécurité importante. Des hypothèses très conservatives ont été retenues dans les calculs. Electrabel peut dès lors conclure que l'intégrité structurelle des cuves Doel 3 et Tihange 2 a depuis le début de l'exploitation été assurée à chaque instant.

7. Conclusions

La décision de redémarrage est une compétence de l'Agence Fédérale de Contrôle nucléaire.

De son côté, Electrabel déclare que Doel 3 et Tihange 2 ont été exploitées depuis leur mise en service en toute sûreté et que les analyses, tests et études réalisés confirment que les réacteurs peuvent être redémarrés en toute sûreté.

Electrabel prévoit qu'en cas de redémarrage, une inspection avec la MIS-B qualifiée sera à nouveau réalisée lors du prochain arrêt pour rechargement.