

Les fissures dans les cuves de Tihange 2 et Doel 3

La question qui se pose à propos de ces fissures¹ découvertes vers 2012 dans les cuves de ces deux centrales est bien sûr celle de leur dangerosité, et le point crucial est la question de l'évolution de la situation.

C'est peu dire qu'il y a un manque d'information fiables et que les contradictions relevées posent des questions fondamentales.

Les conclusions d'Electrabel, validée par l'AFCN² en 2015 sont que

1. Ces fissures seraient des bulles d'hydrogène (elliptiques et plates, de l'épaisseur d'un papier cigarette, dont les plus grandes vont jusqu'à 18 cm), d'origine métallurgique, qui sont donc là depuis la fabrication. On en compte plus de 3000 pour Tihange et 13000 pour Doel (comptage de 2015)
2. Qu'elles ne présenteraient pas de danger sérieux en l'état de 2015. (suite à des « tests » décrits plus bas)
3. Que ces fissures, d'après le rapport de 2015 n'auraient pas évolué entre 2012 et 2014
4. Que le phénomène de migration d'atomes d'hydrogène depuis l'eau du circuit primaire vers la structure de la cuve ne se produirait pas.

1. Les fissures sont-elles là depuis le début ?

Bien que le fabricant Hollandais des cuves³ ait disparu, apparemment avec ses archives concernant les traitements thermiques appliqués, les pièces ont été validées en Belgique lors de la construction, et les techniques ultrasoniques ont été utilisées pour valider les pièces.

Ceci est confirmé par le fait qu'un anneau a été refusé lors de la fabrication pour cause de défaut d'hydrogène (Source : AFCN⁴). On peut donc supposer que les autres anneaux⁵ ont été acceptés après un test réussi. Il y a donc de fortes chances qu'il n'y avait pas de défauts juste après la fabrication, au moins pas dans leur état actuel.

Comme les techniques ultrasoniques ont effectivement évolué, on pourrait donc admettre qu'il y a trente ans, on aurait moins détecté les petites microfissures. Mais alors si les fissures de plus de 10 centimètres étaient déjà là comment ne les aurait-on pas détectées vers 1980 ?

Sur ce point l'AFCN se montre évasive !

Il est clair pour tout le monde qu'une cuve neuve présentant de tels défauts ne serait pas acceptée à la mise en service, ce qui aurait dû suffire à la rejeter en 2015. ***Même le directeur de l'AFCN a été forcé de reconnaître que tout nouveau réacteur nucléaire présentant ces défauts ne pourrait être homologué⁶.*** Que le gouvernement laisse remettre ces réacteurs en activité est incompréhensible et inacceptable.

2. Les cuves sont-elles fragilisées par les fissures ?

Ces 13 000 fissures, de quelques millimètres à 18 cm dans la cuve de Doel3 ne peuvent que poser la question de la fragilité, le droit à l'erreur n'est pas permis !

N'oublions pas que nous jouons ici avec la santé et la vie de millions de personnes !!!!!!!!!!!!!

Il n'a pas été possible de tester la fragilité de la cuve elle-même, car il faudrait faire des tests destructifs ! Les tests ont été faits sur des échantillons provenant d'autres installations, dont la représentativité est discutable.

Ces échantillons ont été irradiés dans le réacteur de Mol, pour simuler un vieillissement de 40 ans par irradiation neutronique.

Il ne s'agissait pas d'un test en situation réelle, car les trois facteurs principaux à prendre en compte seraient

- Les chocs thermiques dans de l'eau sous haute pression, passant de 300 °à 45° en cas d'urgence.
- Le bombardement neutronique qui à la longue peut modifier la structure cristalline du métal.

- La présence d'hydrogène libre (H), le plus petit atome existant, qui a sous certaines conditions, la propriété de pouvoir diffuser à travers le métal. Ce troisième point ne pouvait tout simplement pas être testé dans des conditions réalistes.

Personne n'explique le fait que seuls certains anneaux⁷ des deux centrales de Tihange 2 et de Doel 3, pourtant du même fabricant⁸, présentent un problème. Il est possible qu'ils aient subi un traitement thermique différent des autres, résultant peut-être d'une erreur. Il est donc très difficile de trouver des échantillons représentatifs pour tester l'évolution de ce matériau.

A partir de ce test de vieillissement par irradiation ils calculent le vieillissement du métal au moyen de programmes intégrant des courbes spécialisées censées être réalistes, mais qui dépendent de la nature de l'échantillon.

Ils n'ont donc pas pu tester la diffusion d'hydrogène dans les défauts de la structure cristalline du métal.

De plus il est probable que le vieillissement par irradiation neutronique augmente les micro-défauts et donc aussi la propagation de l'hydrogène mono-atomique. Ce point n'a bien sûr pas pu être évalué.

Un premier test a échoué, le morceau de métal⁹ s'est trop fragilisé, il a été considéré comme anormal et n'a pas été pris en compte, une nouvelle batterie de tests a été mise en marche, avec d'autres morceaux de métal tout aussi peu représentatifs...

A partir d'une interprétation très discutable de ces tests, Electrabel¹⁰ et l'AFCN affirment que la fragilité du métal et l'intégrité structurelle ne seraient pas diminuée en dehors des chocs thermiques importants, comme lors des arrêts d'urgence, où certaines précautions devraient être prises. Ils préconisent ainsi une augmentation de la température de l'eau du système de refroidissement d'urgence à 45°, ce qui est un aveu du danger de fragilisation. Notons que la marge de manœuvre est très réduite, car près de 2000 m³ d'eau doivent être disponibles¹¹ entre 45° et 50°. Si c'est plus froid, cela fragiliserait la cuve, au-delà de 50° ce serait inefficace. Espérons que cette eau tiède sera disponible en quantité suffisante lors des situations d'urgence. La marge de sécurité de 5° est beaucoup trop faible !

3. Y-a-t-il oui ou non une évolution des fissures ?

Dans les archives de la Presse on voit qu'en janvier 2015 l'AFCN a tout d'abord laissé croire à une augmentation du nombre et de la taille des fissures entre 2012 et 2014¹². Ceci a été ensuite démenti en prétendant de nouveau qu'il s'agirait d'une question de réglage du matériel devenu plus performant en 2014, qui détecte plus de petits défaut et qui constate que certains défauts paraissent maintenant plus longs parce qu'on s'est rendu compte que plusieurs défauts alignés n'en font en fait qu'un seul...

En avril 2017, 70 fissures de plus sont détectées à Tihange 2¹³ et 300 à Doel 3.

Explication officielle : ceci est dû au repositionnement de la caméra, la situation est stable.

Même stratégie de défense : les variations des mesures ne sont pas dus à une évolution du phénomène, mais à dus à un changement de nature ou de positionnement des instruments de mesures !

L'AFCN dans son rapport du 14 Juin 2017 fait des concessions à Electrabel mais demande des recherches complémentaires et n'affirme pas que la situation soit stable.¹⁴

Une nouvelle évaluation serait prévue en septembre 2017.

Nous apprenons ce 12 septembre 2017, que les professeurs Peirs et Boonen (KUL) contestent les conclusions de l'AFCN, prétendant que la quantité d'hydrogène présente à la fabrication, et qui serait connue, est beaucoup trop faible par rapport à la quantité de « bulles » présentes aujourd'hui. Et que donc on ne peut exclure que le nombre de défauts ait augmenté avec le temps, ou qu'un phénomène inconnu se soit passé. Ils contestent aussi la pratique de regrouper plusieurs défauts en un seul. Cela permet de diminuer le nombre total, et ne diminue pas les problèmes de fragilisation éventuelle de la pièce¹⁵.

L'exploitant est donc incapable de prouver qu'il n'y a pas eu d'évolution entre 1980 et 2012 ni entre 2012 et 2017.

4. Le problème de l'hydrogène

Quelle que soit l'origine des fissures les « fissures / failles / bulles aplaties/flocons » d'hydrogène sont bien là. Il y a toujours de l'hydrogène (H) dans l'eau du circuit primaire, entre autres à cause de la décomposition de l'eau (H²O) par les radiations et la corrosion, entre autres facteurs¹.

L'hydrogène (H), le plus petit atome existant a sous certaines conditions la propriété de pouvoir diffuser à travers le métal. En particulier lorsqu'il y a des micro-défauts à la surface du métal, il s'insinue dans les interstices, où il est rejoint par des semblables, et deux par deux ils forment des molécules de gaz d'hydrogène H₂ qui peuvent alors créer une pression très forte qui, de proche en proche, va agrandir le défaut et le transformer en fissure. Il est probable (c'est mon opinion) que c'est cela qui s'est produit, et cela ne peut que s'aggraver. Le métal d'origine comportait simplement des micro-défauts non-détectés qui auraient permis à l'hydrogène de pénétrer plus que la normale dans le métal. (HIC : Hydrogen Induced Cracking)

Mais même si les bulles d'hydrogène étaient d'origine métallurgique, elles pourraient s'étendre par l'arrivée de l'hydrogène se diffusant de l'eau vers le métal. Ce phénomène est connu et ne peut être écarté facilement. Leur argument principal est que les fissures ne sont pas radiales et que beaucoup se trouvent assez loin de la surface (4 à 6 cm) de la cuve qui mesure à peu près 20 cm.

Les conclusions d'Electrabel¹⁶, validées par l'AFCN en novembre 2016 contredisent les hypothèses des experts Bogaerts & Mc Donald¹⁷, en minimisant les sources d'hydrogène et en sous-estimant la possibilité d'une porosité anormale de la cuve¹⁸.

Ce point est crucial, car il peut conduire à une aggravation des défauts, d'autant plus qu'il faudrait étudier la synergie entre la fragilisation neutronique du métal et la porosité à l'hydrogène !

Vu que ces défauts n'ont apparemment été observés qu'à T2 et D3, et vu qu'il n'y a pas d'indice nous permettant de supposer que plus d'hydrogène serait produit dans ces centrales que dans les autres, je présume que des défauts mineurs étaient présents à la fabrication, et peut-être avec de faibles inclusions d'hydrogène.

Ensuite la production normale d'hydrogène s'est insinuée dans ces défauts pour progresser dans la matrice métallique et provoquer ces fissures évolutives.

Conclusion :

Nous avons plus que des doutes sur la solidité des cuves de Tihange 2 et Doel 3, et l'exploitant ne nous offre pas non plus des certitudes. Les experts ne sont pas tous d'accord, personne n'a de certitudes sur l'évolution de cette situation anormale.

¹ Walter Bogaerts montre qu'il y a quatre sources connues de production d'hydrogène dans la cuve :

A. Les réactions de corrosion à l'interface acier-eau, avec la production d'hydrogène dans la partie « cathodique » du processus de la réaction chimique de corrosion (cette dissociation chimique de l'eau est en fait une électrolyse très locale). Ceci transmet une énergie conséquente à l'hydrogène produit, qui lui permet d'avoir potentiellement une pression élevée dans la matrice métallique.

B. La décomposition de l'eau par radiolyse, donc sous l'effet des radiations, en Oxygène et Hydrogène. Ceci est bien connu depuis longtemps des ingénieurs nucléaires.

C. Dissociation de l'eau à l'interface acier-eau, par des mécanismes autres que la corrosion.

D. Transmutation des éléments de la paroi métallique par les radiations, qui produisent de l'hydrogène

La répartition de la proportion de ces quatre modes n'est pas connue avec certitude. Je pensais que B était le plus important, Walter Bogaerts pense que A est très important. Les processus C et D sont certainement mineurs.

http://findunucleaire.be/pdf/T2D3/Bogaerts-WF..._Hydrogen-and-NPP-Life-Management_Doel3-and-Tihange-2_sept2015.pdf

Nous craignons que les pressions économiques et politiques prennent le dessus sur l'analyse objective des risques énormes encourus.

Devant de telles incertitudes, le principe de précaution nous demande de les fermer au plus vite ; d'autant plus que pendant un hiver elles ont été fermées toutes les deux et nous avons pu nous en passer.

L'exploitant (Engie), l'AFCN et le gouvernement Belge jouent à la Roulette Russe avec la santé et la vie de millions d'habitants des populations Belges, Hollandaises, Allemandes, Luxembourgeoises et Françaises, qu'il serait par ailleurs impossible de déplacer au cas d'urgence !

Philippe Looze

Ingénieur Physicien ULg

Dernières nouvelles :

Communiqué de presse de FDN du 16 Juin 2017 :

http://findunucleaire.be/pdf/FDN/FDN_Communique_16-juin-2017.pdf

[https://www.rtbf.be/info/societe/detail_doel-3-et-tihange-2-un-nouveau-rapport-scientifique-
alarmant?id=9707100](https://www.rtbf.be/info/societe/detail_doel-3-et-tihange-2-un-nouveau-rapport-scientifique-alarmant?id=9707100)

En maintenant les réacteurs Doel 3 et Tihange 2 en fonctionnement, nous prenons des risques inacceptables déclare Walter Bogaerts, l'ancien directeur de Belgoprocess(1) et professeur à l'université de Gent et de Leuven, dans un billet d'opinion publié dans De Standard le 4 septembre 2017.

Selon lui, les preuves d'une prise de risque inacceptable sont incontestables. Les inspections de 2014 ont non seulement montré qu'il y avait plus de « microfissures » dans les cuves des réacteurs qu'en 2012, mais qu'elles étaient aussi plus grandes. Certaines fissures se sont agrandies jusqu'à atteindre une dimension maximale de 17,9 par 7,2 centimètres. Et il y en a beaucoup : 13.047 dans la cuve de Doel 3 et 3.149 dans la cuve de Tihange 2. Pour Doel 3, cela signifie que dans certaines parties de la cuve, on trouve plus de 40 fissures par décimètre cube. L'argument selon lequel elles ne font qu'à peine l'épaisseur d'une feuille de cigarette(2) n'a aucune valeur scientifique. Le réseau tridimensionnel qui compose l'acier et assure sa cohésion est rompu à l'endroit de ces fissures.

Un rapport (Peirs & Boonen) sème le doute sur la sûreté de Doel 3 et Tihange 2 (Le Soir 12/09/17).

<https://www.dropbox.com/s/5xe8vl9gt9vupzn/Un%20rapport%20s%C3%A8me%20le%20doute%20sur%20la%20s%C3%BBret%C3%A9%20de%20Doel%203%20et%20Tihange%202%20-%20Le%20Soir.pdf?dl=0>

Références:

Découverte de nouvelles fissures sur les cuves de Tihange 2 et Doel 3 (février 2015)

<https://www.actu-environnement.com/ae/news/doel-thiange-nouvelles-fissures-afcn-electrabel-gdf-suez-23886.php4>

Rapport de l'experte Allemande en Science des Matériaux :

http://liege.mpc.be/doc/energie/nucleaire/-Belgique/-%7EEEn-anglais/Tweer-Ilse_Report-Flawed-Reactor-Pressure-Vessels-Doel-3-and-Tihange-2_Jan2016.pdf

Résumé :

http://findunucleaire.be/pdf/T2D3/Tweer-Ilse_Rapport-sur-les-cuves-defectueuses-des-reacteurs-Doel-3-et-Tihange-2_RESUME_Jan2016.pdf

« Hydrogen and NPP Life Management: Doel 3 and Tihange 2 » –

« L'hydrogène et la gestion de la vie des centrales nucléaires de Doel 3 et Tihange 2 » :

http://findunucleaire.be/pdf/T2D3/Bogaerts-WF..._Hydrogen-and-NPP-Life-Management_Doel3-and-Tihange-2_sept2015.pdf

Rapport de l'AFCN sur l'hypothèse des fissures induites par l'hydrogène :

http://findunucleaire.be/pdf/T2D3/AFCN_%20Flaw%20indications%20in%20the%20reactor%20pressure%20vessels%20of%20D3%20and%20T2%20-%20Final%20Evaluation%20Report_12nov2015.pdf

Lire point 4.2.1 page 41 (Rapport de l'AFCN de 2013)

Doel 3 & Tihange 2 RPV issue: FANC synthesis note on "hydrogen induced cracking" hypothesis:

<http://www.fanc.fgov.be/GED/00000000/4000/4031.pdf>

[Le redémarrage de Doel 3 et Tihange 2 doit être considéré comme une expérience particulièrement dangereuse,](#)


Paul Lannoye, février 2016

Article du 9 Juin 2017 :

<http://www.7sur7.be/7s7/fr/1502/Belgique/article/detail/3178771/2017/06/09/De-nouvelles-microfissures-decouvertes-sur-Tihange-2.dhtml>

Un rapport (Peirs & Boonen) sème le doute sur la sûreté de Doel 3 et Tihange 2 (Le Soir 12/09/17).

<https://www.dropbox.com/s/5xe8vl9gt9vupzn/Un%20rapport%20s%C3%A8me%20le%20doute%20sur%20la%20s%C3%BBret%C3%A9%20de%20Doel%203%20et%20Tihange%202%20-%20Le%20Soir.pdf?dl=0>

Le billet d'opinion du 4 septembre 2017 de Walter Bogaerts au format PDF, [en néerlandais](#)  et la [traduction en français](#) (pour FDN, traduction : Kim Andringa).

Sur Facebook : <https://www.facebook.com/groups/FinDuNucleaire/>

Sur le site de « Fin du Nucléaire » : <http://findunucleaire.be/documents.htm>

¹ Le terme employé par l'AFCN est "hydrogen flake", ou "flocon d'hydrogène", pour rassurer la population en évitant le terme de « fissure » (crack in English). Comme il s'agit d'une discontinuité plane dans le métal de la cuve, nous pensons que le terme de fissure est tout à fait approprié.

² AFCN = « Agence Fédérale (Belge) de Contrôle Nucléaire »

³ "Rotterdamsche Droogdok Maatschappij"

⁴ The ultrasonic testing technology at the time of manufacture was appropriate to detect flaws as those found in 2012, and flawed components were rejected during the construction:

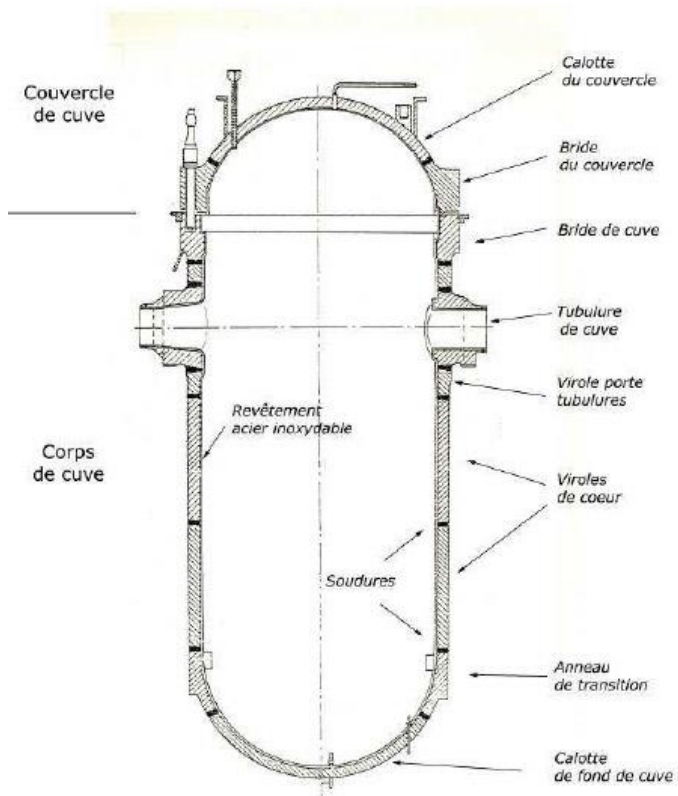
„The discrepancy between the indications reported in the acceptance reports of the rings from the 1970s and in the 2012 inspection in the core shells of the two plants remains unresolved, since the UT technology available at that time should have had the capacity to detect the indications found. Furthermore, it is documented that some other parts, like the transition rings, were rejected exactly because of these hydrogen flakes. Despite these questions, the Board is convinced that the indications found are most likely related to hydrogen flakes that were created during manufacturing of the vessel.”

<http://www.fanc.fgov.be/GED/00000000/3300/3393.pdf> page 10

⁵ Appelé aussi « virole ».

⁶ Le 18 janvier 2016, lors d'une rencontre avec la secrétaire d'État luxembourgeoise, Camille Gira.

⁷ Les cuves sont faites d'anneaux (appelés « viroles ») soudés les uns sur les autres. Epaisseur : 20 cm



Cuve de réacteur 1300 MWe

⁹ Provenant d'un générateur de vapeur fourni par AREVA.

¹⁰ L'exploitant (Electrabel absorbé par Engie) exécute ou fait sous-traiter les tests et les études. Ensuite l'AFCN valide les résultats et en tire les conclusions en terme d'autorisations, dans ce cas-ci de redémarrage de l'installation.

¹¹ Ilse Treer suggère qu'il faut à de l'ordre de 1800 mètres cube.

¹² Communiqué AFCN du 17 février 2015 :

« Les derniers résultats des analyses conduites par Electrabel au sujet des fissures constatées sur les cuves des réacteurs nucléaires belges de Doel 3 et Tihange 2 ont donné lieu à "la détection d'un plus grand nombre d'indications de défauts que lors des mesures de 2012 et 2013", a annoncé le 13 février l'Agence fédérale belge de contrôle nucléaire (AFCN)...

"Cela signifie qu'Electrabel doit prendre en compte dans ses calculs 13.047 indications de défauts pour Doel 3 et 3.149 pour Tihange 2", précise l'agence en charge de la sûreté nucléaire en Belgique. Jusqu'à maintenant, les différentes analyses réalisées

faisaient état de respectivement 8.062 et 2.011 fissures. Ces nouveaux défauts sont similaires à ceux qui étaient jusqu'alors pris en compte dans les calculs et se situent dans la même zone de la cuve. »

¹³ <http://www.7sur7.be/7s7/fr/1502/Belgique/article/detail/3178771/2017/06/09/De-nouvelles-microfissures-decouvertes-sur-Tihange-2.dhtml> Article du 9 Juin 2017

¹⁴ « Les documents fournis en annexe de cette note présentent les résultats complets de la réinspection de la cuve de Doel 3 par ultrasons et des résultats partiels pour la réinspection de la cuve de Tihange 2. En effet, compte tenu du temps nécessaire à l'analyse et l'interprétation complète des résultats, l'AFCN a accepté qu'Electrabel puisse demander un redémarrage des réacteurs après une analyse partielle des résultats, tout en exigeant que l'analyse complète soit réalisée dans les trois mois suivants le redémarrage. » Source :

<http://afcn.fgov.be/fr/news/l-afcn-publie-les-rapports-des-reinspections-relatives-aux-flocons-d-hydrogene-a-doel-3-et-tihange-2/891.aspx> (14 juin 2017).

¹⁵

<https://www.dropbox.com/s/5xe8vl9gt9vupzn/Un%20rapport%20s%C3%A8me%20le%20doute%20sur%20la%20s%C3%BBret%C3%A9%20de%20Doel%20et%20Tihange%20-%20Le%20Soir.pdf?dl=0>

¹⁶ Doel 3 & Tihange 2 RPV issue: FANC synthesis note on “hydrogen induced cracking” hypothesis:

<http://www.fanc.fgov.be/GED/00000000/4000/4031.pdf>

¹⁷ <http://findunucleaire.be/pdf/T2D3/Bogaerts-WF... Hydrogen-and-NPP-Life-Management Doel3-and-Tihange-2 sept2015.pdf>

¹⁸ [Le redémarrage de Doel 3 et Tihange 2 doit être considéré comme une expérience particulièrement dangereuse](#) Par Paul

Lannoye, février 2016.