

L'inspection en service : objectifs, méthodes et stratégies / In-service inspection: Objectives, methods and strategies

Président / President : Rémi GUILLET – Commission centrale des appareils à pression (CCAP) France
Gérard CATTIAUX – IRSN France, Yves LAPOSTOLLE – ASN France, Jean SALIN – EDF France,
Colin MOSES – CCSN Canada, Wallace NORRIS – NRC USA

Sophie MOURLON - This morning we are talking about in-service inspection.

Ce matin, nous allons parler de l'inspection en service. Nous l'avons vu hier, la surveillance en exploitation et en particulier en service tient une grande place dans la gestion du vieillissement. Nous vous proposons d'en débattre ce matin avec plusieurs problématiques : comment les programmes de suivi en service doivent-ils être conçus ? Quelles sont les stratégies de surveillance ? En ce qui concerne les méthodes d'examen non destructifs, quelles sont leurs performances ? Quelles sont leurs limites ? Les applications doivent-elles être qualifiées ?

Cette séance sera présidée par Monsieur Rémi Guillet, Président de la Commission centrale des appareils à pression. La Commission centrale des appareils à pression est un acteur important dans le contrôle technique et réglementaire des équipements sous pression en France.

Rémi GUILLET, CCAP France - Merci, c'est un honneur pour moi d'être parmi vous ce matin avec beaucoup de français que nous rencontrons régulièrement, mais également avec beaucoup de collègues étrangers, de tous horizons géographiques, de tous horizons techniques avec des préoccupations de constructeurs, d'organismes de contrôle, d'exploitants.



Quelques mots sur cette Commission centrale des appareils à pression. Le mot commission n'est pas à prendre dans le sens de nos collègues canadiens pour lesquelles la commission correspond plutôt à l'Autorité de sûreté nucléaire. Cette Commission centrale des appareils à

pression est un organe de consultation, composé d'une cinquantaine de membres, avec un rôle extrêmement technique qui est un rôle d'avis donné au ministre chargé de l'industrie et donc de la sûreté nucléaire, sur les questions d'appareils à pression.

Notre sujet est aujourd'hui le vieillissement. Il est amusant de rappeler que cette commission va bientôt avoir 200 ans. Nous rappelons que les questions qui nous préoccupent, ont déjà préoccupé nos anciens il y a longtemps, et qu'il ne faut pas oublier le travail qui a été fait. C'est d'ailleurs aussi un encouragement dans nos propres travaux.

Je voudrais souligner la qualité des participants à cette commission : nous sommes particulièrement heureux d'y compter deux experts étrangers, Monsieur Roussel de Vincotte et Monsieur Gendrich de GRS. Participent à cette commission les constructeurs, les exploitants, les organismes de contrôle et également les diverses administrations concernées et un certain nombre d'experts. Je crois que ce même milieu est réuni ici, et c'est dans un cadre qui reste très souvent convivial bien qu'extrêmement sérieux et rigoureux que se déroulent les travaux de la commission. Je soulignerais que nous y voyons deux types de problèmes : les questions liées aux réacteurs nucléaires sous l'aspect « appareils à pression », mais également tous les autres appareils à pression depuis l'extincteur ou la bouteille de gaz butane jusqu'au gros appareil réacteur de l'industrie chimique. Il y a un enrichissement mutuel entre ces deux types d'appareils, ceux du secteur nucléaire et ceux plus ordinaires qui s'est toujours révélé très important, très utile des deux côtés. C'est à ce titre que je viens ici, non seulement pour présider cette séance, mais également pour écouter et voir les enseignements que nous pouvons en tirer plus généralement pour une bouteille butane ou un appareil de l'industrie chimique.

Sophie MOURLON - Il est en effet important de souligner le fait que nous avons vocation à enrichir nos connaissances techniques et nos pratiques réglementaires de plusieurs manières. Nous sommes ici pour nous enrichir par le partage de l'expérience internationale. Nous aurons également l'enrichissement par des métiers similaires qui concernent la mécanique et les équipements sous pression avec des applications différentes dans le domaine nucléaire et dans le domaine hors nucléaire.

De plus nous vous proposerons cet après-midi

une ouverture vers des métiers qui ont des préoccupations de sûreté et de vieillissement similaires, encore différents, ceux des ouvrages d'art et du bâtiment.

Dominique ARNAUD - Ingénieur à l'IRSN, qui est l'appui technique de l'ASN, Gérard Cattiaux est expert dans le service des spécialistes des contrôles non destructifs. Par ailleurs, toute sa carrière s'est déroulée dans ce domaine des méthodes de contrôle et de l'expertise. La présentation porte sur les recherches de l'IRSN en contrôles non destructifs dans le cadre du vieillissement des installations nucléaires.

Gérard CATTIAUX, IRSN France - Monsieur le Président, Mesdames et Messieurs bonjour. Je vais donc parler des actions de recherche de l'IRSN dans le domaine des contrôles non destructifs engagés dans le cadre du vieillissement des installations nucléaires. Je présente également les co-auteurs du CEA de Saclay qui ont en charge la réalisation des études : Monsieur Philippe Benoît, Madame Clarisse Poitevin et Monsieur Thierry Sollier.



Je commencerai par le sommaire de ma présentation, une introduction puis ce que peuvent apporter ces recherches. Viendront ensuite les principaux thèmes de recherche qui seront illustrés de quelques exemples. Le premier portera sur le contrôle par ultrasons de pièces de formes complexes à l'aide d'un traducteur contact « intelligent », le second sur la simulation de la prédiction de la performance des contrôles par ultrasons, le troisième sur un exemple de recherche dans le domaine des courants de Foucault, qui porte sur la mise au point d'un prototype plus souple pour des défauts en surface. Je terminerai enfin par les conclusions et les perspectives.

Commençons l'introduction par un premier constat : une très grande part des activités de maintenance des installations nucléaires sont réalisées par CND (ultrasons, courant de Foucault, radiographie, ressuage ou encore magnétoscopie). En ce qui concerne le choix

des recherches en CND engagées par l'IRSN, les orientations prises ont surtout porté sur les ultrasons car ils sont majoritairement utilisés pour la recherche des défauts dans l'épaisseur. Par ailleurs, cette technique permet aussi de redimensionner la plupart des défauts, et de les identifier. Bien que les techniques conventionnelles soient adaptées à la plupart des cas courants, elles peuvent être aussi sérieusement limitées, par exemple en ultrasons, sur des composants de formes complexes, par exemple des petits coudes ou de très petites tuyauteries ou encore sur des composants qui présentent des accidents de surface. Les matériaux à gros grains ou encore la prise en compte des défauts réels fermés, occasionnent également des difficultés. En courants de Foucault, les difficultés similaires sont rencontrées pour des formes complexes, toujours en présence de défauts fermés. En conséquence, l'IRSN estime que nous devons continuer à progresser, ce qui l'a incité à initier des recherches dites démonstratives ou incitatives en amont de l'industrialisation pour développer d'autres prototypes adaptés en cas de contrôles plus difficiles, pouvant être occasionnés par le vieillissement. Les phénomènes sont surtout la fatigue thermique et la corrosion sous contrainte.

L'IRSN engage également des études de simulation, en aide aux expertises demandées par l'Autorité de sûreté nucléaire, pour se doter de moyens d'appréciation des performances de contrôles non destructifs. La simulation porte surtout sur les ultrasons et les courants de Foucault. Nous engageons également des études en radiographie.

Que peuvent apporter ces recherches ? Ces recherches apportent leur contribution à la résolution de problèmes de contrôle difficile par la mise au point de capteurs CND prototypes démonstratifs du futur. Elles prennent en compte bien sûr le risque d'apparition de nouveaux défauts dus au vieillissement des installations. Elles dotent également l'IRSN d'outils de simulation, utilisés dans nos expertises pour apprécier nos méthodes de contrôles non destructifs. Elles contribuent au renforcement des capacités d'expertise de l'IRSN indépendamment des exploitants. Elles permettent aux experts d'être très bien informés de l'orientation et de l'évolution des techniques nouvelles. Elles font, bien sûr, bénéficier l'Autorité de sûreté des acquis en recherche et développement. Bien évidemment, des relais industriels de recherche sont attendus. Ceux-ci se vérifient actuellement pour des applications dans le

domaine nucléaire mais également pour l'aéronautique, l'industrie du tube, l'automobile, voire le médical.

Passons maintenant aux principaux thèmes de recherche de l'IRSN qui ont porté sur la mise au point d'une chaîne électronique de contrôle pour les capteurs ultrasons multi-éléments. La mise au point du prototype, et les premiers travaux ont porté sur le développement d'une chaîne électronique appelée Faust (Focalisation Adaptative Ultrasonore Tomographique). Le relais industriel de cette chaîne a été pris et a conduit à la création d'une société appelée Multi 2000 qui commercialise la chaîne Multi 2000.

Un autre développement important a porté sur un contact ultrasons multi-éléments adaptable, pour lequel les relais industriels sont en cours. Les autres thèmes importants de recherche sont les suivants : la mise au point d'un prototype de traducteur contact ultrasons multi-éléments adaptable aux surfaces complexes pour les matériaux à très gros grains, un prototype de traducteur contact ultrasons multi-éléments adaptable pour le contrôle de structures en béton, une sonde souple courant de Foucault pour les formes complexes et enfin la mise au point de simulations en ultrasons et en courant de Foucault.

Passons maintenant à un premier exemple de recherche : la mise au point du contrôle de deux pièces de formes complexes à l'aide d'un traducteur contact intelligent. Tout d'abord, dans la grande majorité des cas, le contrôle ultrasons présente des performances acceptables, confirmées à l'issue des qualifications des méthodes, mais en présence de géométrie complexe, ou de petits coudes ou de petits piquages ou d'accidents géométriques en surface, les performances peuvent être fortement dégradées. Il peut en résulter une mauvaise détection et un mauvais dimensionnement. Et ses performances sont encore plus dégradées sur des matériaux à gros grains.

L'IRSN a alors engagé des travaux de recherche démonstrative visant à mettre au point un traducteur prototype de contact intelligent dont le champ acoustique transmis dans la pièce s'adapte en temps réel à la forme du composant contrôlé.

Ce traducteur est composé d'un réseau de petits éléments piézoélectriques regroupés sur une surface flexible qui s'adapte à la forme de la pièce. Il dispose d'une instrumentation interne qui est destinée à la mesure. Grâce à son instrumentation, les mesures lui

permettent d'évaluer le profil interne des pièces et de le prendre en compte par la suite pour les contrôles. Pour compléter l'utilisation de ce traducteur, la chaîne de mesures industrielle Multi 2000, issue des travaux démonstratifs de l'IRSN, assure le traitement des données des mesures de profilométrie, pour appliquer en temps réel des lois de retard en émission sur chaque élément du réseau. Ceci permet alors de produire un réseau acoustique optimisé dans la pièce. Cette chaîne Multi 2000 assure aussi la production des imageries du contrôle.

Quels sont donc les résultats obtenus ? Tout d'abord, ces résultats sont obtenus dans le cadre des études amont. La démonstration du bon fonctionnement du prototype 2D, 3D a été apportée et des défauts sont détectés et dimensionnés par diffraction. Nous observons donc les signaux sur les sommets de défauts plans comme les fissures et ceci permet de les dimensionner par diffraction là où des moyens de contrôle conventionnels sont totalement mis en défauts. Face à la dégradation de la surface, ou à l'accident de surface nous sommes capables d'observer l'écho produit par le défaut et l'écho produit par le sommet du défaut ce qui permet bien sûr de mesurer la hauteur du défaut.

En ce qui concerne la suite, des exploitants comme EPRI ou EDF, des prestataires et des constructeurs font des études. Les industries aéronautiques, automobiles et médicales engagent également des études avec ce traducteur. Un premier exemple d'application, qui a fait l'objet de publication aux États-Unis, est une étude pour l'EPRI, faite par le CEA, qui porte sur l'examen par ultrasons de composants qui comportent des réparations.

Autres applications intéressantes, une application engagée par l'exploitant EDF qui porte sur la mise au point d'un contrôle ultrasons des piquages primaires de forme complexe, le but étant de détecter mais surtout de dimensionner des défauts plans comme des fissures en surface interne.

Nous pouvons ici voir le contrôle sur une entaille de 7 mm de hauteur qui simule une fissure située sous le cône. Le traducteur a donc un angle de réfraction de 22 degrés permettant d'attaquer correctement le défaut mais il a également un angle dans l'autre plan de 30 degrés pour suivre le cône. Nous constatons donc que surtout le dimensionnement par diffraction au sommet de l'entaille est parfaitement obtenu. Cette autre expérimentation montre qu'un défaut plan de

trois mm de diamètre, situé sous la jonction cylindre/cône est très bien détecté, avec un excellent rapport signal/bruit, ce qui est globalement très remarquable à cause de la difficulté de couplage entre la jonction cylindre/cône. L'image sur le trou à fond plat de trois millimètres est particulièrement bonne et le couplage est relativement bon sous cette jonction.

Nous allons passer à la simulation des contrôles. L'IRSN souhaite disposer de moyens de simulation des CND pour estimer les limites des contrôles dans le cadre des expertises qu'il réalise pour l'Autorité de sûreté nucléaire. Pour cela, l'IRSN participe au développement d'un logiciel de simulation par le CEA qui s'appelle CIVA et qui mutualise les besoins industries, nucléaires et aéronautiques, par exemple. L'IRSN dispose ainsi du simulateur CIVA et obtient des résultats indépendants de ceux des exploitants, sur des aspects techniques liés à des contrôles non destructifs, pour ses besoins d'expertise.

Les travaux de simulation portent sur des contrôles ultrasons de composants à géométrie complexe, sur des contrôles ultrasons de viroles de forte épaisseur comme des matériaux de cuves ou de réacteurs, ils portent encore par exemple sur la prise en compte du cas des défauts réels sur des pièces de formes complexes.

Passons maintenant à un premier exemple de simulation, simulation sur une géométrie complexe. Le problème, est qu'en présence de géométrie complexe, interne et externe, avec accidents géométriques en surface, les performances du contrôle sont mal connues. Par exemple, en présence d'une lame d'ombre, il y a déviation ou éclatement du faisceau acoustique dont il résulte une mauvaise détection et un mauvais dimensionnement des défauts. Il y a là un très grand nombre de cas possibles, et l'expérimentation est coûteuse et compliquée. La solution pour apprécier la performance des contrôles dans tous ces cas est d'utiliser la simulation.

Comment est réalisée cette simulation ? Nous définissons les composants et les défauts dans le logiciel ou par CAO, c'est-à-dire que nous donnons l'épaisseur des composants, leur forme, les matériaux utilisés. Ensuite nous décrivons le traducteur dans le logiciel, son encombrement, les dimensions de l'élément piézoélectrique, la fréquence, l'angle de réfraction. La réponse permet alors de prédire

les éléments ultrasonores obtenus sur des défauts en prenant en compte le couplage, l'interaction du faisceau avec le défaut et également la géométrie du fond.

Autre cas de simulation, le développement de modèles adaptés aux cas de matériaux de forte épaisseur, par exemple des cuves de réacteurs nucléaires, réacteurs sous pression ou autre. Les développements prennent en compte la géométrie du composant, son épaisseur, la forme qui peut être plane ou courbe, le cas des ultrasons focalisés largement utilisés en France, les effets de la désorientation des défauts, appelés tilt et skew, qui sont des désorientations dans deux plans perpendiculaires. Ces développements prennent enfin en compte la position des défauts définis dans toute l'épaisseur du composant.

Nous faisons réaliser des maquettes qui servent à valider les modèles de simulation. Par exemple dans une maquette, nous avons implanté des défauts de 6 mm, 12 mm et 15 mm en parois interne, externe et également dans le milieu de l'épaisseur. Dans ce cas de figure, vous voyez qu'il existe un défaut désorienté avec une valeur de tilt de 10 degrés.

Voici donc quelques résultats obtenus en termes de comparaison expérimentation-simulation sur une maquette de 250 mm d'épaisseur avec des défauts plans de type entailles électro-érodées de 6, 12 et 15 mm, avec deux types de défauts : plans débouchant par voie externe et inclinés de 10 degrés. Les résultats montrent globalement une très bonne prédiction de l'amplitude des échos y compris ceux qui sont obtenus sur les sommets des défauts par diffraction. Nous sommes également capables de prédire le comportement de défauts inclinés.

Je vais enfin présenter la mise au point de sondes souples par courant de Foucault. Des besoins d'amélioration sont identifiés en courant de Foucault comme pour les ultrasons. Pour les contrôles de composants en surface complète, il est nécessaire d'avoir une très bonne adaptation de la sonde à la forme du composant, un très bon rapport signal sur bruit, et également une simulation pour mieux cerner les limites des méthodes en présence de formes complexes ou encore de défauts fermés.

Des composants concernés par ces études peuvent être, par exemple, des zones de transition de dudgeonnage de tubes de

générateurs de vapeur, des composants en inconel 600 ou autre sur des installations diverses qui peuvent être concernés par de la fissuration par corrosion sous contrainte ou encore des parties de composants concernés par de la fissuration par fatigue thermique et dans des gammes d'épaisseur compatibles avec les courants de Foucault.

Pour répondre à ce besoin, la mise au point des technologies de sondes souples en courant de Foucault à fort rapport signal sur bruit, j'insiste sur ce terme, adaptable à la géométrie des formes complexes, a été effectuée. Nous avons essayé, pour la mise au point de cette nouvelle technologie, des validations expérimentales sur des maquettes fissurées et avec un réseau de faïençage par fatigue thermique. L'ouverture des fissures se situe dans la gamme 5, 20 microns jusqu'à 200 microns. D'un point de vue résultats, nous avons donc une imagerie C-Scan qui montre que la détection de l'ensemble de ces fissures, y compris des réseaux de faïençage est parfaitement assurée.

Voici un exemple d'application possible pour le nucléaire, choisi pour sa complexité : il s'agit de la mise au point d'un prototype de sonde souple, adaptée à l'examen de la soudure de pénétration de fond de cuve, pour détecter des fissures sur la surface complexe de la soudure avec un fort rapport signal sur bruit. Ce cas est issu du retour d'expérience internationale qui a révélé une fissure sur une soudure de fond de cuves d'un réacteur aux États-Unis. L'information vient de la base de données ADAMS de la NRC. D'autres domaines sont concernés par le développement de ce type de sonde, il s'agit surtout de l'aéronautique.

En conclusion, partant de faits observés durant les expertises, que les examens non destructifs ne sont pas toujours bien adaptés à la détection et au dimensionnement de défauts sur des parties de composants de formes complexes avec des matériaux à gros grains ou à la particularité de certains défauts, et partant également du fait que ces matériaux peuvent être concernés par des phénomènes de vieillissement, l'IRSN a estimé qu'il fallait continuer de progresser. Il a donc engagé les études démonstratives et incitatives pour le développement de prototypes. Cela porte donc sur les ultrasons et les courants de Foucault. L'IRSN participe également à la mise au point de modèles de simulation pour bénéficier, durant les expertises, de moyens d'évaluation de performance des méthodes de contrôle afin de cerner leurs limites. Ces études, situées en amont de l'industrialisation, permettent

d'enrichir les capacités d'expertise de l'IRSN dans ce domaine indépendamment des exploitants et devraient aider à terme à solutionner les problèmes techniques les plus difficiles rencontrés en CND sur des composants concernés par le vieillissement.

Dominique ARNAUD - Yves Lapostolle a longtemps été chargé d'une unité d'exams non destructifs au CEA et est actuellement chargé, au BCCN, des référentiels de suivi en service des réacteurs à eau sous pression. Il va présenter la démarche réglementaire d'application des examens non destructifs, qu'il suit également au BCCN.



Yves LAPOSTOLLE,
ASN France -

Monsieur le Président, Mesdames et Messieurs, je vais expliquer ce que nous entendons par le terme de qualification des méthodes d'essais non destructifs dans le cadre de l'inspection en service des réacteurs à eau sous pression, et vous

montrer l'application que nous en avons faite dans la réglementation française. Pour ce faire, je vais tenter de vous montrer quelles sont les origines du besoin de qualification des END, vous montrer les travaux européens qui ont été menés en la matière, comment les résultats de ces travaux ont été intégrés dans le référentiel réglementaire français, vous donner quelques points de repères de tous ces processus de qualification en parlant de l'entité de qualification qui est un maillon important du processus et vous décrire les différentes phases de ce processus de qualification. Je vous dirai ensuite où nous en sommes sur le plan français quant à l'avancement de ce programme et conclurai en vous donnant les éléments qui sont l'apport de cette méthodologie au niveau des contrôles non destructifs.

L'origine du besoin de qualification est résumée dans une phrase relativement simple, et vous verrez que cela introduit par la suite des notions qui ne sont pas aussi simples. Il faut apporter la démonstration que les examens non destructifs ont la capacité de détecter les défauts ayant un impact sur la sûreté. Vous me direz que nous avons fait des contrôles non destructifs bien auparavant. Certes, mais ce besoin est issu de programmes internationaux qui ont été menés

il y a quelques années déjà et qui ont démontré un aspect négatif mais également des aspects positifs. L'aspect négatif était la non-adéquation des méthodes utilisées – parce que dans un premier temps nous avons transposé les méthodes de fabrication à l'exploitation en service – ainsi que l'insuffisance des codes. La démonstration que les examens avaient la capacité de détecter des défauts que nous craignons n'était donc pas satisfaisante. Le volet positif était que les laboratoires, qui se sont exercés sur les maquettes qui leur ont été proposées, avaient leurs méthodes propres et nous avons pu démontrer de cette façon qu'il existait des pratiques capables de détecter les défauts craints et de les placer correctement.



Sur le plan européen, deux démarches conjointes ont été menées. La première sous l'égide des exploitants groupés au sein de l'European Network for Inspection Qualification dont les travaux ont abouti à un document de méthodologie qui a été publié en 1996. Parallèlement à ces travaux des exploitants, les autorités de sûreté de la communauté européenne, regroupées au sein du Nuclear Regulator Working Group, ont également œuvré pour une méthodologie qui avait plutôt une vision sûreté, pour aboutir à une position commune de ces autorités de sûreté publiée également en 1996. Ces deux groupes n'ont pas fonctionné de façon complètement indépendante, les représentants de l'un des groupes allant dans l'autre, et inversement. Ces travaux ont abouti à proposer une méthodologie dont j'ai repris ici les principaux éléments. Cette méthodologie débute d'abord par la description des types de défauts à détecter ou à caractériser. Cela est le besoin de départ, et l'expression de ce besoin. Cette méthodologie demande aussi à ce que nous examinons les variables essentielles de la méthode utilisée, c'est-à-dire les variables qui ont une influence sur les résultats du contrôle. Ceci pour garantir les performances ou savoir si les performances sont dégradées dans certaines zones. La méthodologie demande

également que nous examinons la représentativité des maquettes qui sont utilisées pour accomplir ce programme de qualification, et pour qualifier la méthode. Et, compte tenu des positions un peu différentes, des cultures différentes des participants, il a été décidé de donner la possibilité de qualifier les contrôleurs séparément.

Comment cette méthodologie a-t-elle été traduite dans le référentiel français ? Elle a été prise en compte par l'arrêté ministériel du 10 novembre 1999, relatif à la surveillance de l'exploitation du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux des réacteurs à eau pressurisée. Je vais vous donner les principaux points qui ont été listés et proposés dans cet arrêté. Il est d'abord dit que les procédés d'examen non destructifs employés en exploitation font l'objet, préalablement à leur utilisation, d'une qualification prononcée par une entité choisie par l'exploitant. Il est donc clairement indiqué que l'exploitant a cette responsabilité. L'exploitant doit apporter la justification de la compétence et de l'indépendance de l'entité de qualification qui doit être accréditée.

Nous introduisons donc au niveau de cet arrêté trois types de qualification selon la sensibilité de la zone explorée à une dégradation. Certains de ces types sont la transcription des documents européens. Les autres points de l'arrêté sont des précisions de fonctionnement technique. Une synthèse de qualification est transmise au DGSNR avant mise en œuvre du procédé. Cette synthèse précise en particulier les compétences du personnel appelé à mettre en œuvre ces procédés. De plus ce personnel doit être certifié par un organisme indépendant.

Je reviens sur les types de qualification, sur lesquels je suis passé rapidement. Ils sont donc de trois types. Nous parlons de qualification spécifique lorsqu'un mode d'endommagement conduisant à un défaut déjà observé est identifié. Cela veut dire que nous avons déjà, soit sur des tranches voisines en international, soit sur le parc français, observé ces dégradations. Nous savons donc, dans ce cas, décrire correctement le défaut donc le point d'entrée du processus de qualification.

Nous parlons de qualification générale lorsque le mode de dégradation est présumé. Par analogie à des zones où nous avons observé des défauts, à des matériaux, à des sollicitations, nous craignons dans des zones particulières qu'il puisse se produire le type de défauts ayant pu se produire ailleurs, tout en

ne l'ayant pas encore observé. Nous sommes donc conduit à faire des hypothèses sur la description du défaut, sur le moyen d'entrée dans le processus de qualification, et le cahier des charges. Nous avons souhaité également, dans les zones pour lesquelles nous ne craignons pas de dégradation particulière, faire des contrôles au titre de la défense en profondeur et en tirer des éléments sur les méthodes que nous allons appliquer dans ces zones. Ces éléments sont la description des performances de la méthode, et de ses moyens d'utilisation. Bien sûr, il n'y a pas dans le cahier des charges de défauts décrits à ce stade, mais nous aurons des éléments sur ce que nous sommes capables de voir en appliquant cette méthode. Et, pour que le système ne soit pas fermé, nous avons alors la possibilité d'utiliser des méthodes de contrôle dans des cas particuliers où nous avons besoin d'affiner ou de caractériser des défauts avec des méthodes plus pointues. Nous parlons alors d'expertise et nous avons donc la possibilité d'utiliser d'autres méthodes que celles qui sont préprogrammées, prévues, labellisées au départ. Ce sont donc des méthodes qui sont capables d'apporter des éléments de caractérisation complémentaire, moyennant des conditions particulières de garantie de la maîtrise du procédé mis en œuvre par des experts dont la compétence est démontrée.

Pour être complets, nous avons traité à part les méthodes globales, qui sont généralement des méthodes de substitution de contrôle visuel en requalification périodique. Il s'agit par exemple de l'écoute acoustique ou des tests d'étanchéité à l'hélium des faisceaux tubulaires des générateurs de vapeur.

Je vais maintenant vous dire deux mots concernant l'entité de qualification qui sera, je pense, plus développée dans l'exposé selon la vision de l'exploitant en la matière. Cette entité de qualification est une commission définie en tant qu'organisme d'inspection au sens de la norme ISO 17020. Les premiers travaux ont été faits en utilisant la norme EN 45004 qui était la version antérieure de cette norme ISO. Cette commission de qualification a été accréditée par le COFRAC depuis le 1er juin 2002 et a subi des audits de renouvellement de ses accréditations. La commission de qualification comprend un Président, expert nommé par le Directeur de la Division production nucléaire d'EDF ; elle comprend également un responsable d'assurance qualité, parce que bien sûr, au sens de la norme, elle a un système qualité propre et est indépendant des autres unités d'EDF ; un secrétaire pour

assurer la gestion de cette entité et un collège d'experts internes ou externes à l'entreprise. Ce collège compte actuellement neuf experts. Si nous faisons donc le total, la commission comprend dix experts nommés pour trois ans.

Je vais maintenant vous détailler, très rapidement et très schématiquement, les différentes phases du processus de qualification. J'ai découpé ceci en trois phases principales. Le point de départ est la formalisation des exigences de l'exploitant, c'est le cahier des charges fonctionnel. L'exploitant doit décrire le composant sur lequel vont être appliquées les méthodes de contrôle, les caractéristiques géométriques et du point de vue matériaux, la zone qui sera soumise à l'examen, les caractéristiques du défaut recherché, sa longueur, sa hauteur, son orientation, le maximum d'éléments sur la dégradation recherchée et le type de qualification qui est associé.

La deuxième phase de cette démarche de qualification est technique. Cette phase débute par le choix de la technique d'examen par le prestataire ou par l'entité en charge de conduire ce processus. Vient ensuite la définition de la démarche où nous allons déterminer la part que nous allons donner aux différentes justifications. Ces différentes justifications sont techniques et théoriques : pourquoi applique-t-on cette méthode, quel est le processus physique intéressant pour voir ce type de défauts, faut-il la constitution d'une maquette avec des défauts représentatifs. Il est prévu sous l'aspect réglementaire pour ces maquettes, qu'une validation formelle de leur représentativité soit faite par la commission de qualification. Il s'agit également de connaître la part donnée à la modélisation. Le dernier volet de cet aspect technique est l'élaboration d'un dossier de synthèse de qualification dont nous avons vu qu'il est requis par la réglementation. Ce dossier de synthèse doit reprendre les paramètres essentiels, ceux qui conditionnent les performances du contrôle et donner la fiche des performances revendiquées pour cette méthode.

La dernière phase, la phase où intervient la commission de qualification, est l'examen de conformité de l'application de la méthode utilisée par rapport aux exigences du cahier des charges, c'est-à-dire de la bonne adéquation des méthodes et des performances par rapport au défaut recherché. La commission de qualification fait cet examen de conformité à partir de la synthèse de qualification, de la procédure de contrôle et du rapport de surveillance des essais de

qualification parce que, lors de ces essais, la commission nomme une personne chargée de suivre sur la base d'un programme de surveillance tous les travaux qui sont faits dans le cadre de la qualification. La sanction donnée par cette commission de qualification, s'il y a conformité, est la délivrance d'une attestation. S'il y a non-conformité, des compléments à instruire sont demandés.

Le dernier volet, de la responsabilité de l'exploitant, est la décision de la mise en œuvre de la méthode qualifiée.

Toute cette partie est un peu théorique. Maintenant, où en sommes-nous en France au niveau du programme ? Juste une petite définition pour nous mettre d'accord sur les chiffres que nous allons voir par la suite. Le terme d'application définie est la mise en œuvre d'un procédé d'END sur une zone. Selon cette définition, le nombre d'applications utilisées dans le cadre des visites de surveillance du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux, est de 144. Bien sûr cela ne représente pas 144 méthodes à qualifier. Compte tenu du fait que les géométries sont assez voisines, que les méthodes le sont également, un regroupement a pu être réalisé. Nous avons donc finalement 76 dossiers de qualification. Voilà le point de départ, le volume global de qualifications.

Voici le bilan proposé à la fin du premier trimestre : quarante dossiers de qualification sont arrivés à leur terme avec une attestation de qualification. Je vous donne la répartition, simplement pour situer les techniques utilisées, 19 concernent les ultrasons, 10 les courants de Foucault, 6 la radiographie et 5 les examens surfaciques regroupant les pénétrants et la magnétoscopie.

Je terminerai en vous donnant simplement notre vision des apports de ce processus de qualification.

Le premier qui me semble assez important est la réflexion provoquée sur les attentes du contrôle. Il a fallu que l'exploitant se pose le problème, la vision de ce qu'il attendait du contrôle qui était fait, qu'il décrive le besoin des performances du contrôle. Ce point important était d'ailleurs le point de départ du processus de qualification.

L'Autorité de sûreté, pour sa part, a la démonstration de l'adéquation des performances avec le besoin, c'est-à-dire que la méthode est capable de détecter un défaut. Je précise qu'il ne s'agit pas d'aspect probabiliste.

L'attestation de conformité est délivrée par le collège d'experts à l'exploitant. Un point également important sur cette méthodologie de qualification est la prise en compte des paramètres qui ont une influence sur les performances du contrôle. Ceci doit permettre de maintenir cette adéquation si l'un des paramètres varie dans la plage dans laquelle il a été bien ciblé.

Voilà ce que je voulais vous proposer pour vous expliquer ce qu'était pour l'ASN la qualification et sa traduction réglementaire.

Dominique ARNAUD – Monsieur Salin a une formation en génie physique des matériaux. Expert en contrôles non destructifs chez EDF, il est actuellement suppléant du président de la commission de qualification des END créée en 1993. Sa présentation concerne les évolutions techniques induites par la qualification des procédés d'essai non destructif.

Jean SALIN, EDF France – Monsieur le Président, ladies and gentlemen, it is on behalf of the Commission members and its President, Claude Birac, that I have the honour of making this presentation. I hope that it will not only be a translation of Yves LAPOSTOLLE's presentation. We have had to respect the new regulation and it was a new deal for in-service inspection. I will present the methodology used by the Commission to examine the NDT qualification dossiers. In fact, I will try to explain how the Commission runs. I will present and summarise the evolutions induced by the qualification process on the NDT methods and give you some general conclusions.



The new regulation was a great deal. I wish to emphasise that, in France, this new order takes charge of the inspection not only for the primary coolant system but also for the secondary coolant system. The job was performed also because of the identification of increased brittle fracture margins and takes more largely into account areas where fatigue or stress corrosion cracking may potentially

occur. These areas are called 'sensitive (to damage)' areas.

We have to qualify all the NDT methods before applying them on site. You have to understand from this presentation that we have a schedule of the way we are going to manage to qualify all our procedures. We have placed a commission in charge of pronouncing this NDT qualification and we have defined the parameters to prove that this qualification is independent of the plant operator and is also independent of the NDT department in charge of developing the methods and presenting them to the commission.

Concerning sensitive areas, we have to carry out our performance review on the damage presumed or established. For the other areas, out of sensitive areas, we have to apply conventional qualifications by explaining the performance in the framework of a defence-in-depth. In that case, the procedures are sometimes very close to the factory procedures but we have to prove more than, for example, the curvature of the zone to be inspected.

The Commission itself is the entity in charge of pronouncing the qualification in terms of conformity between the plant operator requirements and the performances reached by NDT methods. In case of conformity, an attestation of qualification is issued. The Commission was established in its first form during the ENIG discussions and started in 1998. The form it reached was completely defined in the year 2002 in a deal with COFRAC accreditation. At the same time, this Commission was recognised by the French Safety Authority.

Nowadays, the Commission counts ten NDT experts – some belong to the CEA, others to the Navy. In the Navy, people have the same type of problems we may have in our units so that was a good way to have a large panel of people with experience in NDT. The Commission examines the NDT qualification dossiers during sessions. During these sessions, the NDT qualifications are presented by the developers of the NDT method. Most of the dossiers are now established by the NDT sub-contractors and the methodology used by the Commission generally includes three steps.

The plant operator has to write the requirements and these requirements are addressed to the NDT department of EDF and also to the Commission. The NDT department develops through its own efforts, or through a

sub-contractor or vendor, the application. In fact, EDF takes charge of all the NDT manual inspection and the vendors are in charge of the automatic inspection, as well as the vessel inspection, the nozzle inspection presented by Gérard Cattiaux, or the steam generator tube inspection. In fact, this skeleton is quite well-known by everybody because, in all countries, we have reached the same type of organisation – you need only to change some names. For example, in Sweden, there are four plant operators, the NDT department is the Swedish qualification centre, and part of this activity is also involved in the qualification commission. If we use the example of the United States, you replace qualification commission by PDI and the NDT department by APRI. That is, in fact, we have, in general frame, quite the same organisation to pronounce this qualification.

The three steps of the examination methodology performed by the commission are looking to the presentation made by Yves Lapostolle. In fact, the NDT department presents to the Commission, in the first step, the plant operator requirements, defects to be searched, areas of the components to be inspected, the qualification technical approach to reach the requirements, the technical justification, and the mock-ups used to verify the performances. This step is very important – it is the step in which we fix the framework of the qualification. When the NDT department comes to present the job performed at this first step, a lot of work has already been done before, between the NDT department and the regulator to reach the right value and define what is also possible to be done and to fix a framework that can be, or might be, obtained. In France, in fact, we use very few mock-ups to validate performances. A lot of work uses more engineering reasoning, computerised modelling and some tests.

At the second step, the NDT department presents to the Commission the inspection procedure and the qualifications trials programme before applying it to the mock-up. At last, the Commission agrees on the sampling programme established by the NDT department and also chooses the people in charge of witnessing the trials.

The third and final step to getting the certificate is the most important. It is the presentation, in a session, to all the Commission members, of the qualification synthesis with a performance demonstration. The NDT department has to argue how he reaches the performances. He has to argue the framework in which the

performances are available and also present the criteria that people will use on site to ensure that the procedure is always applied in the framework of the qualification. We have to demonstrate that the performances people assert in the synthesis are available on-site during the in-service inspection. Due to the feedback experience, around 30% of the dossier are revised after hand. From a technical point of view, the NDT method provides a more precise definition of the defect search and of the areas to be inspected. It provides more precision on the length, height, and – importantly – the opening of the defect. If we have very few radiographic testing procedures qualified, it is due to the difficulty of defining the opening of the defect. A deeper knowledge of the performance is reached but also the qualification domain limits in terms of influential parameters and also the accuracy of the tool sizing is very dependent on the surface geometry and the nature of the width. By evolution induced by the qualification process on the NDT methods, from all the qualification process points of view, the progress deals with a more rigorous approach by using technical justifications and demonstrations of performance. At this step, all the elements are better documented. It should also be understood that a guarantee has to be done. We do not try to reach a score but we have to guarantee a performance available in the long-term and also available on site during the in-service inspection. An improvement of personal skills of operators at the level defined by the qualification : for each qualification, we have to specify if it is necessary to update not only the inspector's knowledge, but also other engineering and development personnel in charge of building the qualification dossier.

This new regulation, in accordance with the French code RSEM, leads to develop new NDT methods to inspect sensitive zones, as was previously presented, and also a need to revisit the existing methods for the other zones in the scope of defence-in-depth, to be sure that what we have done in the past is always available.

In conclusion, this needs a very strong effort on the part of a plant operator and its sub-contractors to improve confidence in the in-service inspection results and, therefore, in the safety of the installation and lead to a sufficient safety level for the full duration of the plant life. Thank you very much.

Rémi GUILLET - Merci, je crois que vous avez volontairement choisi de ne pas présenter des exemples de progrès qui avaient été apportés.

Nous pouvons y revenir lors des questions et je pense que vous aurez certainement à répondre à des demandes sur votre texte, très intéressant sur ce point.

Dominique ARNAUD – Monsieur MOSES représente l'autorité de sûreté nucléaire canadienne. Il va nous présenter l'approche canadienne du suivi du vieillissement des réacteurs. Il s'agit d'un point de vue spécifique puisque la filière CANDU n'est pas une filière à eau sous pression.

Colin MOSES, CCSN Canada - Merci. My presentation will take a step backwards from these ones, talking about our approach to ageing but also highlighting the importance of surveillance of systems and components. For my presentation I will give a little background, discussing some more CANDU-specific ageing concerns and giving a little history lesson, and then go on to discuss a regulatory approach towards managing the ageing of NPPs, talking about the feedback process that we incorporated to respond to new degradation, called 'regulation by feedback', and also discussing some of the ageing management programmes that are in place at our licensee sites and discussing where we want to go from here.



During the early operating years, Canadian CANDU plants tended to operate with good capacity factors. However, as plants age – as I think we saw with every plant – degradation mechanisms that were not previously identified began to have an effect. In the next few slides I will highlight some of the specific CANDU-specific ageing concerns and discuss our approach to managing them.

The first deals with fuel channels. If you are not familiar with the CANDU design, the CANDU is pressurised heavy water with online fueling, so it has about 480 or 380 fuel channels which contain the fuel bundles. Fuel channels can experience radiation-induced material property changes, delayed hydride

cracking, which actually caused the failure of a pressure tube. Our way to manage the ageing of this is, of course, in-service inspection. The licensees have developed fitness-for-service guidelines to analyse the results of the inspections and to determine the adequacy if they receive indications and their ability to continue operating. To respond to indications, they have the option – depending on its size – to either replace, repair or go on operating.

Feeder piping is the piping that transports the coolant from the fuel channel up into the headers and into the steam generators. Feeder piping is experiencing higher-than-expected flow-assisted corrosion, which has led to shorter operating intervals to maintain inspection before the feeders approach their minimum thickness. It is a carbon steel but it is experiencing stress corrosion cracking. They just recently discovered a new mechanism that they believe is hydrogen-assisted low-temperature creep cracking on the outside surface of the feeders. Of course, with all of these cracking mechanisms, anything could lead to a small crack. With feeders, I think the importance of developing special, unique NDT tools is important. The feeders are very tightly packed; during the design phase, they did not necessarily count on the need for inspection and replacement. That has led to the development of several specific tools and also the expansion with the newest degradation cracking, which is not the normal location expansion, to bring tools that can wrap entirely around the feeder, inspecting the entire surface.

Steam generators, of course, also experience ageing mechanisms. This is very similar to what is seen in the rest of the world so I will not go into too much details but we are seeing corrosion, erosion, wear, etc.

In response to the degradation of these mechanisms, the CNSC staff early on implemented a regulation by feedback model. This process, I should note, is primarily reactive: it responds to detected or failed components, detected indications of failed components. We have extensive in-service inspection requirements through standards that are adopted in our operating licences. These inspections can lead to the detection of a new type of degradation mechanism. In some cases, unfortunately, we can also learn about these through an in-service failure.

Our first response, of course, is to ask the licensees to define the degradation mechanism

and to investigate its causes. We also ask them to assess the safety implications of this new degradation mechanism and to justify continued operation of the plant. Our reporting requirements also inform us of any new detections or new degradations that is discovered at the plants. We require licensees to adjust controls, taking into account the information that they have gained from the previous two steps and also, in some cases, to develop a rejection criteria, which is the fitness-for-service guidelines I was describing earlier for the pressure tubes and the feeders. The adjusted controls may also include limits on operating or, of course, increased inspections on the components and similar components. The feedback is that, from these inspections, we learn and maintain knowledge about the ongoing degradation of the components. We continue to use the regulation by feedback model as new degradation mechanisms are identified, but the process was developed on a case-by-case basis for certain systems, so it lacked a systematic and proactive approach to component ageing. As a result, in the early 90s, the CNSC asked licensees to address certain concerns. Specifically, we asked licensees to demonstrate that potentially detrimental changes in plant condition are identified and addressed, that ageing-related programmes are integrated into an overall systematic programme, that their steady-state and dynamic analyses remain valid taking into account the degradation of the plant and the ageing of the plant, and to review that they are completing reviews of essential components to determine their ongoing condition and available lifetime.



Since then, licensees have developed programmes based essentially on the IAEA guidelines that we suggested they follow. They address not only systems important to safety, including those listed here, but they also address systems important to economics. As the CNSC we do not enforce this but, of course, we have no problem with them

incorporating performance ageing issues with performance ageing issues into an overall programme.

What requirements do we have in place to address ageing? We have several requirements scattered through a series of different documents. Some of them are listed here. We do recognise that the current level of ageing management effort needs to be increased as the plants continue to age in order to ensure that plant safety is maintained adequately. This will require a strengthening of the role of proactive ageing management, utilising a systematic ageing management process such as Demming's "Plan-Do-Check-Act" Cycle, which I am sure you are all familiar with.

In addition, effective regulatory oversight of our licensees' programmes is hampered by a lack of explicit regulatory requirements on ageing management. The lack of common benchmarks makes it difficult for us to ensure consistency in our assessments of licensees' ageing management programmes at different sites, so we have embarked on the production of an ageing management regulatory standard. The objectives of this standard will be: to describe the organisational characteristics of an effective ageing management programme; to describe the general attributes of an effective ageing management programme for managing specific ageing mechanisms and their effects on particular SSCs; to inform licensees of our expectations and recommendations for ageing management of SSCs which are important to safety; and, of course, to facilitate our evaluation of the licensees' programmes.

We are currently in the fact-finding phase in the production of this standard, but we expect the standard to address such requirements as plant reviews, which involves the selection of SSCs which are important to safety, and the identification of the potential detrimental effects of ageing on their ability to meet their design intent. The requirements will also include the need for a gap analysis to assess the existing programmes at licensee plants and to assess their adequacy in accounting for all these degradation mechanisms. We will also include requirements for documentation and record-keeping. We believe that the regulatory standard will benefit not only licensees and their programmes but also ourselves and our work and also the public by increasing safety. Licensees will use it for developing a framework for their programmes and reinforcing the already existing programmes.

The CNSC will use it as a basis for inspections and comprehensive licensing assessments of long-term operation. We expect that this will result in increased effectiveness of existing ageing management programmes, increased reliability of critical SSCs, and, also, increased safety.

There is still other work to be done. In addition to the ageing management programme requirements, which are our current priority, we see a need to further the development in the area of risk-informed operation, using probabilistic tools for condition assessment of critical components and condition monitoring. We also need to move towards process-based regulatory approvals, for example, allowing licensees to disposition based on previously accepted fitness-for-service guidelines. Licensees have also expressed recent interest in risk-informed in-service inspection, which we heard about in some of the earlier slides as well. The CNSC, based not only on Mihama but also on fatigue cracking of a steam dump header that occurred at one of our BWR plants, which did not result in a rupture but was a very near miss, identified the need to develop some inspection requirements for conventional systems, not only our nuclear-safety-important systems.

In conclusion, I would like to highlight that ageing management programmes are in place at our licensees and that appropriate licensing and compliance activities are carried out by the CNSC to ensure the required levels of safety are maintained. The CNSC and licensees are moving towards a more proactive approach to address the ageing of Canadian nuclear power plants. This regulatory standard that I discussed earlier, to increase ageing management programme effectiveness, and ongoing risk-informed research are examples of this. Thank you very much.

Dominique ARNAUD – Wallace NORRIS est ingénieur dans la partie recherche de la NRC, membre du comité de qualification des inspections en service de la SNE.



Wallace NORRIS, NRC USA - I would like to briefly discuss some of the changes taking place in in-service inspection programmes. Initially, they were prescriptive.

Starting in the early 90s, there were pressures

to make programmes more efficient and decrease costs. Recently, there has been a renewed focus on ISI as a result of occurrences of degradation.

The NRC has utilised the ASME Code since 1971 and Section XI contains requirements for ISI. As a result of deregulation, ISI has been an area of focus, as utilities try to reduce operating costs and improve efficiency. The NRC has relied on utility programmes, to identify adverse trends in performance and, thus, potential concerns were raised relative to efforts by the industry to reduce costs.

It should be noted that while the concern for overall raised plant safety continues to improve, most plants have become more efficient while increasing capacity factors and maintaining good safety performance. As I mentioned previously, ISI programmes have been an area of focus with regard to efforts to find efficiencies. In particular, there have been many changes to ASME Code requirements. There have been changes to administrative requirements, such as personnel requirements and reporting requirements, and there have also been changes to technical requirements, such as components to be examined or the percentage of specific components to be examined. There have been efforts to expand the use of risk-informed ISI beyond piping. The NRC has encouraged the use of PRA as a way to focus ISI resources on risk-significant locations.



Some of the changes recently proposed, however, are based on generic or average risk-importance information rather than plant-specific PRAs. It is not clear that this approach would always be bounding. As a result of recent events, there has been a renewed focus on ISI, such as

the occurrences of primary water stress corrosion cracking. One goal of this renewed focus is to make ISI more proactive. For example, new ASME Code requirements are under development to address reactor pressure vessel nozzle degradation and boric acid corrosion of components due to leakage. In addition, the industry and the NRC have initiated material degradation programmes to anticipate and correct degradation before structural integrity is challenged.

In conclusion, even though industry performance continues to improve, recent events have highlighted the need to maintain effective ISI programmes. Some of the recently proposed changes are not consistent with this need. Examinations must anticipate and correct degradation before significant structural integrity and safety challenges arise. Thank you.

Sophie MOURLON - Thank you Mr Norris. Thank you to all of you. It was interesting to have these different presentations at different levels. We talked about methods themselves and the principles of the ISI programmes, which brings us to questions about the limits of the methods themselves and about ideas for more proactive ISI programmes. The big question is how to look for degradations that we do not know anything about because we do not expect them. Thank you.

Rémi GUILLET - Monsieur Moses, vous avez insisté sur le fait que, compte tenu de la situation en matière de vieillissement, vous aviez besoin d'essais et de contrôles particulièrement pertinents, montrant que la situation permettait le maintien en service. De même, Monsieur Norris a signalé que l'inspection en service pouvait être un des sujets sur lesquels des économies allaient être recherchées. Je voudrais vous demander à l'un comme l'autre quel est votre point de vue par rapport à cette exigence française qui nous a été présentée, cette exigence en matière de qualification, qui se situe en amont des contrôles qui sont réalisés. Ne pensez-vous pas que cela serait un bon outil complémentaire, ou peut-être l'avez-vous déjà mis en œuvre, et si oui, pouvez vous nous préciser ce qui se fait dans votre pays en matière de qualification de ces contrôles ?

Colin MOSES - I listened with interest to the qualification process used and being put in place in France. I think it is essential to ensure that our in-service inspections are giving us meaningful results, that we are interpreting the results correctly, and that we are responding to actual inspection results. The process in Canada, although I am not intimately familiar with it, is very similar. We require performance demonstration of the inspection procedure which qualifies the



operator using the specific technique on the specific defect.

Wallace NORRIS - As was mentioned in one of the presentations, we do have the PDI qualification. We are moving to have all our examinations to be Appendix 8 qualified. It was also mentioned that we are using EPRI in many ways to do this and we are continuing with that process.

Sophie MOURLON - Mr Norris, has there been an analysis of what is the feeling in the United States about the way the utilities feel about this performance demonstration requirement? With respect to what you said, there is a requirement for lower costs and post-performance demonstration. Does it induce higher costs and what is the feeling of the utilities towards this requirement?

Wallace NORRIS - I believe there are actually two different things. We are all moving forward with the qualification process. As was discussed yesterday, one of the issues is the number of examinations and the components to be examined. When you apply PRAs to that process, very many times you can reduce the number of examinations. That is the process that I discussed, where we have some concerns with, not a lot, but some of the proposals that have been taken to the ASME.

Edmund SULLIVAN - I just wanted to add a couple of comments to Mr Norris's comments. I think there are a couple of different issues and currents here on this question that we



need to think about. One of them is that we have been working in the United States, with the industry, on the qualification programme for a number of years. I think that the industry sees that this whole programme is of benefit, despite the costs, in order to use ISI to control the plant as opposed to having degradation and unexpected outages. I think that in the NRC in the US, and I am sure elsewhere, they see this as money well spent.

In terms of the risk-informed methodologies, I think we have to separate types of inspection. There are inspections that we do, in a way, to make sure that something is not happening that we are not expecting. We try to economise and prioritise our examinations, but when we actually have a degradation that we have to respond to, like PWSCC, I think we have to face the fact that it is an extra expense, it is extra work, it is not anticipated, and it is not a thing to be thought of in the same vein as the way we approach risk-informed inspections for what you might call 'base' inspection programmes.

Yves RIGAL - Ma question est pour Monsieur Cattiaux. Dans votre exposé, vous avez dit que vous aviez des limitations au niveau des grosseurs de grains dans le métal quand la surface à contrôler et la zone de passage sont difficiles d'accès. Quelles sont ces limitations ?

Gérard CATTIAUX - Nous devons tout de même considérer que ce sont des études démonstratives – nous en sommes au stade de prototype – qui de toute façon, dès le départ, n'ont pas tenu forcément compte des questions d'encombrement des palpeurs, bien que ce soit un paramètre extrêmement influent par la suite pour éventuellement passer dans des zones où il y aurait finalement un manque d'espace. Les paramètres les plus importants qui ont été pris en compte étaient, par exemple, les rayons de courbure, nous nous sommes imposés de très petits rayons dès le départ. Mais par contre, pour ce qui est de l'encombrement total, je pense que l'industrialisation qui est en cours devrait normalement conduire petit à petit à réduire la hauteur de ces nouveaux capteurs. Je dirais que les industriels vont maintenant prendre le relais.

Yves RIGAL, SPN France - Merci. J'ai une seconde question pour Monsieur Yves Lapostolle. Vous nous parlez des contrôles, mais dans aucun des exposés présentés aujourd'hui, vous ne parlez du point de départ, la notion d'indication ou de défaut. Vous savez qu'en contrôle, nous devons partir d'un point de départ pour avoir un bon jugement. Lorsque nous construisons un appareil, il y a des imperfections, ses méthodes de contrôle sont très précises, de façon à avoir un bon niveau de jugement derrière. Comment est géré ce problème ?

Yves LAPOSTOLLE - Je vais peut-être répondre de façon un peu indirecte. Dans un premier temps, j'aimerais préciser que la qualification de contrôle n'a pas pour but de

disposer de la méthode la plus performante dans des zones données, mais de disposer d'une méthode adéquate vis-à-vis de ce qu'il y a à rechercher. Il fait partie du processus de



qualification de déterminer s'il y a un parasitage par des défauts qui pourraient être issus de la fabrication. De façon à ne pas avoir des échos parasites et des classifications d'échos ou d'indications de signaux qui ne sont pas représentatifs de ce que nous recherchons. Voilà comment, très caricaturalement, je peux répondre à la question. Merci.

Claude FAIDY, EDF France - Again, it is on risk-inform, because as you know, you are the leaders in the US on that topic and we are interested in the limitation and the beneficial aspects of that. First, do you consider that qualification benefits in your risk informed ISI. It is probably different in terms of risk evaluation at the end. If you have no qualification, it is completely different. Do you take advantage of that? Because probably the detection of the crack is largely higher and it is important for the risk evaluation that you use it as a final criteria.

Wallace NORRIS - The inspection process and the qualification process usually do not change. It is the number of components to be examined, or the percentage.

Claude FAIDY - Is global risk evaluation a criteria you use in the US? This criteria is very sensitive to the performance of your ISI. Don't you consider that the qualification that is an important aspect of the probability to detect a crack?

Wallace NORRIS - No, it is.

Claude FAIDY - And my second question relates to the NRC position. In front of the risk-inform ISI, you reduce the number of inspections, number of locations and in some cases, some performance reductions. Do you have an extra request at the NRC level to have

other inspections around these very strange results in some cases?

Wallace NORRIS - Could you repeat the question please?

Claude FAIDY - At the end of risk-inform, you started with 300 locations, you arrive at 50. It is very interesting for the user. The question is: do you have a specific request at the regulator level to add some complementary inspection after the result of this fantastic tool of risk-inform ISI? By sampling, as we have done in the past with the ASME code.



Wallace NORRIS - No, as I understand it, when the licensing groups review the programmes, it is approved beforehand. Any technical considerations or request the utility would propose, like the locations and the number of examinations, would be reviewed and approved beforehand to address emerging mechanisms or, for example, perceive areas that do not get enough coverage.

Sophie MOURLON - I think that this debate over risk-informed ISI or non-risk informed ISI is interesting because I hear that the NRC is saying that the use of risk-informed ISI induces to important reductions in the number of controls. I think I remember that yesterday, Mr Figueras from Spain said that in Spain they are using risk-informed ISI but, in the end, it did not induce such an important reduction of controls. I am wondering if the approach of risk-informed ISI is different. How come the results are so different from one country to another?

Karen GOTT - I am going to make a comment on that and it is a fairly obvious answer. It depends on how large the population is that you start with. If you have a 'cookery book' approach, where you are trying to sweep a very large number of components and the risk-informed or risk-based inspection decision process indicates that not all of these are completely relevant from a risk point of view. Then you probably will have a considerable reduction in the numbers. If you are already using, as we are, a qualitative risk-based inspection programme, you may find that the populations in the different groups are larger than necessary. So that you redistribute the numbers or the sections rather than reduce them considerably.

Sophie MOURLON - Which is what you have in Sweden.

Karen GOTT - Yes. We do not have formal risk-based inspection programme.

José TORRALBO - I would like to ask to Mr Moses what is the position in Canada related to licensing in all of the plants. Is there any new regulation coming or any approach there?

Colin MOSES - The regulatory position on life extension?

José TORRALBO - Yes.

Colin MOSES - Today, to the best of my knowledge, we have not received any official requests but we are essentially looking at it as a refurbishment of the plant. As you may know in Canada, our licences are not defined by the lifetime of the plant, but rather periodic reviews, every two to five years we re-hear on the license and issue a new one. We look at refurbishment to address basically the main issues that are not expected to last for another 20 years of operating or however long the licensee chooses. In Canada, we do not have a defined lifetime for the plant. We expect only that the licensee be able to demonstrate that sufficient safety margins remain. That said, at some point they will get to the point where some of the larger components or some of the more critical passive components may approach a point where they are basically at the end of their lifetime, and that would then trigger a refurbishment. It depends on the plant but it tends to fluctuate between the three major primary heat transfer components, being the pressure tubes, the feeders and the steam generators. All plants, I think, if they were to go for life extension, would have to replace at least the fuel channels and the feeder piping and possibly the steam generators.

From a regulatory position, to justify another 20 years, we have taken the approach of asking for something similar to a PSR. Although we do not make use of PSRs in Canada, we ask licensees to perform an integrated safety review to assess their plant against current codes and standards, to do comprehensive condition assessment. A significant number of important instruction components and to lay out what work will be needed to justify the plant operating for another 20 years.

Eric MATHET, OECD - I would like to come back on this discussion on risk-informed in-service inspection because I feel either

some misunderstanding at the different positions that the countries may take and it is very hard to give a complete overview of what is going on in a country.



No countries should be judged on what you can hear in this arena because time is too limited for proper discussions. I would like to encourage you, if you are interested in this risk-informed in-service inspection, to take a look at the state-of-the-art report that was produced by the NEA. It is a very complete report with the studies in all the countries, with the limitations and what they are doing, and is there or is there not a reduction in the inspection. And what are the benefits.

Rémi GUILLET - Merci de nous rappeler qu'effectivement, nous sommes ici réunis pour écouter des expériences qui sont à chaque fois des extraits de ce qui s'est fait dans un pays, dans un contexte tout à fait particulier, et qu'il ne faudrait surtout pas en tirer autre chose que des enseignements complémentaires de réflexion. Il n'y a pas lieu de porter de jugement sur ce que font les autres, ni de recopier, sans prendre en compte un certain nombre d'autres actions qui existent dans le pays. Je crois que cela est un point tout à fait fondamental que nous rencontrons dans tous les domaines des équipements sous pression notamment. Je voulais également rebondir sur la réponse qui a été faite par notre collègue de Suède. Je vous disais tout à l'heure que je m'intéressais au niveau de la Commission centrale des appareils à pression, aux équipements sous pression beaucoup plus banaux que les équipements nucléaires. La réponse est bien que nous ne faisons pas moins de contrôles, mais nous faisons des contrôles différents, ailleurs, et je crois qu'il est très important de pouvoir prouver que nous n'avons pas fait moins de contrôles. Je voudrais pour ma part, si vous le permettez, poser une question à Monsieur Salin. Nous pouvons imaginer que la société à laquelle il appartient a vu avec intérêt apparaître cette réglementation française, l'arrêté du 10 novembre 1999, qui imposait cette

qualification. Je trouvais tout à fait intéressant le fait qu'il évoque les progrès qui ont été apportés par la mise en œuvre de cette procédure et je voudrais, comme promis tout à l'heure, lui redonner la parole pour qu'il puisse développer un des exemples qu'il envisageait de proposer. Je pense par exemple aux contrôles par courants de Foucault, à la maîtrise de leur reproductibilité, ou un autre exemple à votre choix. En quoi cette exigence de la réglementation en matière de qualification vous a permis de progresser ?

Jean SALIN - La première étape est une évolution culturelle : sortir du concept qu'il n'y a qu'à faire des contrôles pour répondre à un problème. La plus grande évolution qui s'est faite, comme l'a montré le mois dernier la journée de la COFREND à Beaune, est que les avionneurs sont sur la même démarche, et que les pétroliers ou les gens d'Air liquide pour ne citer qu'eux, sont du même côté pour d'autres motifs. Les gens sont soumis à des pressions de la réglementation. Et la phase qui est vraiment importante est cette activité de négociations, de revues de contrats qu'il y a entre le métier des END et les gens, selon les sociétés, des bureaux d'études, ingénierie structure ou autre, pour définir quel est l'END le mieux adapté aux problèmes posés. Et cela, avant de parler des techniques en elle-même, est la première forte évolution qui est donnée par cette réglementation. C'est-à-dire donner un sens à l'activité d'END et ne pas toujours faire de cette activité le poison du système qui empêche de tourner en rond.

En ce qui concerne les activités, le rôle technique d'END, les faits marquants sont les points délicats qui nous ont été révélés, par exemple en radiographie. En France, nous utilisons beaucoup la radiographie pour l'inspection des soudures inox. En fonction des modes de dégradation, nous nous heurtons effectivement à quelques problèmes à résoudre du style de la position de la source en fonction de l'ouverture des défauts. Nous avons donc là dû effectivement, resserrer les pratiques dites industrielles pour répondre au problème posé.

A propos de la question qui a été posée à Gérard Cattiaux, portant sur le fait que nous gardons le contrôle ultrasons et radiographie pour les soudures en liaison hétérogène, des soudures bimétalliques, inox sur acier noir alors que nos collègues américains conservent l'option qui était prise de faire le tout uniquement par ultrasons. Nous avons dû adapter les méthodes de contrôle par rapport à l'objectif recherché. Que ce soit en ultrasons ou en courant de Foucault, la modélisation a

beaucoup aidé et les développements ont été surtout l'établissement et la démonstration de relations entre le signal et le défaut, et le travail sur le rapport signal sur bruit. Effectivement, les méthodes diffractantes, que ce soit le TOC ou l'US focalisés sous eau. Aujourd'hui effectivement, il y a des développements côté ultrasons qui peuvent être directement exploitables. Par contre, ces techniques-là posent, en termes de qualification au sens où nous le pratiquons, beaucoup plus de problème sur la certitude de paramétrage des lois focales. Côté courant de Foucault, les progrès ont été surtout axés sur la partie recettes des sondes, fiabilité de la fourchette de recettes de sondes, pour pouvoir assurer ensuite la fourchette de reproductibilité, lors de l'inspection sur site, qui soit tout à fait acceptable.

Rémi GUILLET - Pouvez-vous rappeler ce qu'est la COFREND que vous avez citée ?

Jean SALIN - La Confédération française pour les essais non destructifs est une association loi 1901 dont l'une des finalités est la certification du personnel END en accord avec la norme européenne 1473 et maintenant son homologue au niveau ISO, reconnaissance mutuelle. Son autre fonction est la promotion des techniques d'END.

Rémi GUILLET - Vous nous avez donné une vision, si je puis dire idéale de cette création d'une nouvelle contrainte auprès de l'exploitant par cette exigence de qualification qui amène à progresser. Avez-vous tout de même à signaler des difficultés rencontrées dans l'application de cette contrainte ? Ceci pour ceux de nos amis étrangers qui auraient peut-être le sentiment que tout se déroule vraiment très bien.

Jean SALIN - Les problèmes rencontrés sont sous-jacents au tableau qui vous a été présenté, puisque nous sommes en phase d'atteindre l'objectif, et que nous avons commencé en 1998. Cela a donc été un travail de longue haleine.

Côté EDF, environ une cinquantaine de personnes sont directement impliquées dans ces développements, ceci sans compter les efforts faits par nos titulaires de marché pour répondre aux questions. J'ai évoqué quelques écueils comme les problèmes d'ouverture de défauts, ou les contrôles par radiographie. Côté radiographie, par exemple, un problème d'actualité est d'allier qualification d'un bon positionnement de source tout en assurant dans le même temps un bon niveau de

radioprotection dans le cadre de l'intervention. C'est-à-dire que si nous utilisons une source colmatée par rapport au matériel actuellement disponible, nous ne pouvons a contrario plus assurer le degré de précision de positionnement de ces sources tel que requis. Nous avons donc quelques dualités de ce type à résoudre.

Rémi GUILLET - Une question qui concernera également Monsieur Cattiaux, pouvons-nous évoquer le problème de l'évolution des méthodes, et en particulier lors de la mise en service des nouvelles méthodes, mais également sous l'aspect conservation documentaire, conservation des archives ? Nous parlons de vieillissement, donc nous parlons de documents dont il est nécessaire de pouvoir retrouver la trace, vingt, trente, quarante, cinquante ans plus tard. Pouvez-vous évoquer la manière dont la liaison est faite entre anciennes et nouvelles techniques et cette question de la conservation des résultats, la conservation des observations qui ont été faites à la fabrication et ensuite au cours des divers essais et contrôles réalisés pendant la vie des appareils ?



Gérard CATTIAUX - Pour ce qui est des résultats, des ordres de comparaisons, si j'ai bien compris, entre anciennes et nouvelles techniques, j'aurais tendance à penser que la plupart des cas pour lesquels j'évoque des possibilités de techniques nouvelles, ne sont pas forcément concernés par des archivages. Lorsque nous parlons par exemple de fissurations par fatigue thermique, nous pouvons généralement considérer que des contrôles n'ont pas été forcement faits dans ces zones. Les techniques qui sont développées, dites un peu futuristes, mettent en œuvre des moyens intelligents pour arriver à pallier les grandes difficultés occasionnées notamment par les formes des composants, et n'auront pas besoin systématiquement d'être comparées avec des techniques antérieures. Concernant les anciennes données, je pense que tous les cas traités ne sont pas concernés par des données parce qu'il n'y a pas forcément eu de contrôles réalisés. Pour le futur, d'une manière générale, tout ce qui est stocké le sera de manière numérique et il faut espérer que le stockage de l'information

numérique pourra continuer d'être traité par des moyens informatiques.

Jean SALIN - Nous avons déjà été confrontés à ce genre d'analyse. En fait, l'apport de la qualification telle que nous l'avons documentée peut nous permettre le cas échéant de se passer des enregistrements passés puisque finalement, nous avons atteint un niveau de description de l'objectif de la procédure qui est appliquée qui nous permet de dire que nous avons fixé à une époque donnée un seuil de notation qui était l'équivalent d'un défaut de 10 millimètres de profondeur par exemple. Cela a été figé à ce niveau. C'est pour cela qu'il faut bien rester sur les termes d'objectifs.

En ce qui concerne les archivages, les plus régulièrement réutilisés pour l'interprétation des résultats sont les films de fabrication où il y a effectivement un très fort apport pour dédouaner ou compléter l'analyse par rapport à des éléments qui seraient présents en racine des soudures ou réinterpréter, visualiser de nouveau la géométrie des passes de racines, la prise en compte des lardages internes, les accostages.

Alain SCHMITT - I have a question for Mr Norris about NDT qualification in the US. Is this NDT qualification a legal requirement by the NRC or not? You said that there was a programme for NDT qualifications. Does this mean that there are still NDTs that are used currently that need to be qualified? And if this is the case, is there a time limit that NRC has set for a final qualification of all NDTs used by licensees? Or is it something else?

Wallace NORRIS - No, in our regulations, we have got several pages of the methods and the qualifications, and so that is requirement. What I was referring to was that we are now looking, in the future, to qualify methods such as visual examinations, we have studies that are ongoing, and phased arrays and other state-of-the-art techniques. Qualifying those, once you have the technique field tested, will be the problem. Once the methods have gone through that process, then the PDI qualification and the EPRI testing. We would expect, at some point, to add those to the regulation also.

Ladislav HORACEK, Nuclear Research Institute de Rez, Czech Republic - You have mentioned in the presentation, you asked a formal demonstration of the qualification in France. That you have finished and approved approximately 40 qualification dossiers for the inspections. So in such a case, 19 of them were devoted to UT. The question is to specify

the techniques which are covering these 19 qualifications, if you would be so kind.

Rémi GUILLET - Je voudrais apporter un commentaire sur le premier volet de la question qui est de dire « vous avez approuvé. » En fait, l'administration n'approuve pas, j'ai tenté de le démontrer. L'exploitant définit le défaut ou le type de défaut qu'il veut rechercher. L'Autorité de sûreté peut faire un commentaire sur le type de défaut, mais ensuite tout le processus est géré et approuvé en final par cette commission d'expert qui se prononce sur la conformité de la méthode qui lui est présentée par rapport au cahier des charges de départ. Dès l'instant où cette conformité est prononcée, cela nous convient très bien. Tout cela pour expliquer que l'Autorité de sûreté n'approuve pas la méthode utilisée.

J'ajouterai un commentaire : dès l'instant où nous avons décrit le type de défaut, l'Autorité de sûreté n'a pas non plus à se prononcer sur le type de méthode à utiliser. Si nous arrivons au résultat en utilisant des ultrasons d'une certaine façon, cela est très bien. Si nous arrivons au même résultat avec de la radiographie, pourquoi pas ? Le problème est d'avoir la méthode en adéquation avec le cahier des charges de départ. C'est ensuite à l'exploitant de choisir telle ou telle méthode, dès l'instant où elles répondent toutes à la même question.