

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DE LA RECHERCHE

DIRECTION GÉNÉRALE DE L'INDUSTRIE

*Service Central de Sécurité
des Installations Nucléaires*

Paris, le **AOUT 1983**
99, rue de Grenelle
75700 PARIS CEDEX
Télex : SURATOM 204 336 F
Tél. : 556

**CHAPITRE 3 : Expérience de conception
et de construction des réacteurs
à eau sous pression**

L'expérience acquise en France en matière de conception et de construction de tranches nucléaires comportant un réacteur à eau sous pression est maintenant très importante, et tous les bénéfices que l'on pouvait tirer à cet égard de la standardisation de ces tranches sont d'ores et déjà apparus très clairement.

Des systèmes d'assurance de la qualité particulièrement rigoureux, propres au domaine "nucléaire", ont été mis en place dans tous les organismes concernés afin que soient prévenues ou détectées les éventuelles anomalies, survenant tant pendant les études de conception que pendant la fabrication, le montage ou l'exploitation, et que des mesures appropriées soient prises en temps utile à leur égard.

Le présent chapitre présente à titre d'exemple un certain nombre d'anomalies qui ont affecté les études ou les opérations de fabrication relatives aux tranches nucléaires françaises comportant un réacteur à eau sous pression.

Composition du chapitre :

- 3-1 Bilan de l'action de l'administration dans le domaine de la conception et de la construction des centrales nucléaires comportant un réacteur à eau sous pression.
- 3-2 Dossiers relatifs à différentes anomalies constatées sur les réacteurs à eau sous pression.
 - 3-2-1 Mélange de pastilles d'éléments combustibles.
 - 3-2-2 Anomalie de construction des enceintes de confinement.
 - 3-2-3 La fissuration sous revêtement de certaines pièces chaudronnées des chaudières nucléaires à eau.
 - 3-2-4 Anomalie sur une tubulure de la cuve de la deuxième tranche de la centrale nucléaire de Dampierre.

- 3-2-5 Anomalie de calcul relative aux tranches du palier P'4.
- 3-2-6 Anomalie de fabrication de coudes moulés du circuit primaire principal.
- 3-2-7 Principaux problèmes rencontrés sur la robinetterie du circuit primaire principal.
- 3-2-8 La fissuration des broches de maintien des tubes guides de grappe de contrôle des réacteurs à eau sous pression.
- 3-2-9 Anomalie de fabrication du générateur de vapeur n° 76.
- 3-2-10 Défauts sur des soudures de tuyauteries des lignes principales de vapeur des réacteurs à eau sous pression.
- 3-2-11 Anomalie de qualification de matériels électriques.

BILAN DE L'ACTION DE L'ADMINISTRATION DANS LE DOMAINE
DE LA CONCEPTION ET DE LA CONSTRUCTION DES CENTRALES NUCLEAIRES
COMPORTANT UN REACTEUR A EAU SOUS PRESSION

La réalisation en quelques années d'un nombre important de tranches nucléaires comportant un réacteur à eau sous pression a nécessité un contrôle, de la part de l'administration, portant sur les dispositions techniques et d'organisation proposées par Electricité de France dans le domaine de la conception et de la construction des centrales nucléaires. Ces propositions, après approbation, constituent les engagements de cet établissement vis-à-vis de l'administration.

Cette action de contrôle, exercée par le service central de sûreté des installations nucléaires et, dans le cas particulier de la chaudière nucléaire, (au titre de la réglementation des appareils à pression) par le bureau de contrôle de la construction nucléaire de la direction régionale de l'industrie et de la recherche Bourgogne-Franche-Comté, s'est traduite par la mise en place de moyens appropriés d'analyse et d'inspection.

Pour ce qui concerne l'analyse de sûreté, le service central de sûreté des installations nucléaires s'appuie principalement sur l'institut de protection et de sûreté nucléaire du commissariat à l'énergie atomique au sein duquel sont notamment examinés les différents dossiers représentant les engagements de l'exploitant sur la conception et la construction de son installation. Des dossiers sont en effet constitués à toutes les étapes réglementaires relatives à une installation, dont les principales sont l'agrément des options de sûreté, l'autorisation de création et l'autorisation de chargement et, bien entendu entre ces étapes. Un certain nombre de ces dossiers font également l'objet d'un examen par le groupe permanent d'experts chargé des réacteurs dont l'avis est demandé pour les étapes précitées.

Dans le dossier relatif aux options de sûreté, l'exploitant décrit les principales caractéristiques de son installation du point de vue de la sûreté. Dans le rapport préliminaire de sûreté, déposé à l'appui de sa demande d'autorisation de création, l'exploitant décrit de façon plus précise les modalités pratiques qu'il envisage de mettre en oeuvre pour les études détaillées de conception, la construction et les essais de démarrage de son installation. Dans le rapport provisoire de sûreté, déposé à l'appui de sa demande d'autorisation de chargement, l'exploitant rapporte la façon dont les dispositions prévues ont été mises en oeuvre et fait un descriptif précis de l'état de l'installation et du résultat des études de sûreté s'y rapportant.

C'est donc l'examen de ces rapports et des nombreux documents qui y sont référencés qui a été effectué pour chacune des tranches mise en service à ce jour. Ce travail a été en pratique grandement facilité par la standardisation adoptée par Electricité de France pour le programme électronucléaire.

Le deuxième volet de l'activité de contrôle consiste à vérifier que les engagements pris par l'exploitant sont effectivement tenus pour la conception et la réalisation des structures, systèmes et équipements. C'est le rôle de la surveillance prévue par le décret du 11 décembre 1963 modifié et exercée par les inspecteurs des installations nucléaires de base mandatés par le service central de sûreté des installations nucléaires. C'est ainsi que les visites de surveillances (ou "inspections") sont organisées régulièrement tant sur les chantiers de centrale nucléaire que dans les bureaux d'études et dans les différentes usines, ateliers ou laboratoires travaillant pour la construction des centrales nucléaires d'Electricité de France. Les constatations faites par les inspecteurs des installations nucléaires de base sont notifiées à l'exploitant, et, en tant que de besoin, des prescriptions lui sont faites par le chef du service central de sûreté des installations nucléaires.

0 0
0 0

Il paraît utile de préciser, sur des exemples, comment s'est exercée l'action de l'administration et comment cette dernière a pu faire face à un vaste programme mis en oeuvre par un exploitant unique.

La standardisation.

Il convient à cet égard de mentionner la place prépondérante jouée par la standardisation dans la réalisation des différents paliers de tranches nucléaires. Cette standardisation s'applique à la plus grande partie des systèmes, structures et équipements d'une tranche (ou d'une paire de tranches) pour chacun des paliers techniques.

Si les avantages de la standardisation sont bien connus pour l'exploitant et les constructeurs, il convient de les expliciter pour ce qui concerne la sûreté.

Lorsqu'il s'agit de mettre en oeuvre un certain nombre de tranches du même type, il est demandé à l'exploitant de présenter de façon très précoce à l'administration les options techniques de sûreté qu'il envisage pour son futur palier. Les options de chaque palier doivent prendre en compte l'expérience des paliers précédents et apporter les améliorations issues des progrès techniques. Certaines de ces améliorations peuvent revêtir, même à ce stade, un caractère assez précis : c'est le cas de la prise en compte complète des enseignements tirés de l'accident de la centrale nucléaire de Three Mile Island et des premières années d'exploitation des réacteurs français dans les options de sûreté du projet de palier N4.

De plus, l'existence de nombreuses tranches du même modèle permet d'effectuer certaines études ou recherches de caractère très appliqué dont le degré de détail aurait été difficile à atteindre, par le volume d'études nécessaires, avec une multiplicité de tranches différentes. Ainsi ont été menées des études du comportement post-accidentel au-delà des durées usuellement examinées, des études pour évaluer les marges dont on dispose, notamment en cas de dépassement des hypothèses servant à dimensionner les installations, des études fiabilistes de système afin d'apprécier le résultat de la conception faite sur des bases déterministes.

Mais, la difficulté la plus importante à surmonter est sans doute celle qui résulte de la nécessité de trouver le meilleur équilibre entre la standardisation et l'ouverture au progrès technique. Les connaissances progressent de façon continue, alors que les standards sont définis à certaines étapes précises. Il faut alors apprécier, au cas par cas, l'intérêt d'une éventuelle modification par rapport aux inconvénients d'une perte de standardisation ou aux difficultés de réalisation sur des tranches déjà construites.

De même, si la conception reste inchangée, les procédés de fabrication peuvent évoluer, encore que de telles évolutions doivent toujours être soigneusement étudiées et pesées. Pour chaque évolution de ce type, tout demeure affaire d'étude, de qualification, et en fin de compte, du savoir faire des constructeurs et de surveillance par l'administration.

C'est cette volonté d'ouverture au progrès technique qui conduit l'administration à rechercher sans cesse la meilleure connaissance des installations et, à l'occasion de chaque autorisation, à approfondir les analyses de sûreté au lieu de se contenter de noter la similitude avec les tranches précédentes et de s'appuyer uniquement sur la jurisprudence créée.

Règles fondamentales de sûreté.

Profitant de l'uniformisation liée à la standardisation le service central de sûreté des installations nucléaires a codifié, sous forme de règles fondamentales de sûreté, l'expérience acquise au cours des nombreux examens techniques qui ont précédé la création et la mise en service de chaque installation. Ainsi ont été fixées les grandes lignes de ce qui pourrait être considérée comme une "jurisprudence technique nucléaire". D'ailleurs, comme toute jurisprudence, les règles établies peuvent être à tout moment révisées si l'évolution des connaissances et l'expérience acquise le nécessitent.

Les codes et normes.

La conception et la construction d'une centrale nucléaire nécessitent que soient utilisés et respectés un certain nombre de règles, de codes et de normes. Au début du programme nucléaire français, la plupart de ces règles, codes et normes étaient fortement inspirés de ceux utilisés aux Etats-Unis d'Amérique. Peu à peu un système français s'est substitué au système précédent, prenant en compte l'expérience acquise dans le domaine nucléaire et répondant aux exigences des décrets d'autorisation de création des tranches nucléaires, décrets préparés par le service central de sûreté des installations nucléaires, qui prévoient que l'exploitant présente à l'administration des règles, codes et normes correspondant à la pratique industrielle mise en oeuvre lors de la conception de la réalisation et de la mise en service des équipements importants pour la sûreté. Ainsi des documents dénommés "recueil de règles de conception et de construction" ont été transmis sur divers sujets à l'administration qui a jugé après modifications appropriées leur mise en oeuvre conforme aux exigences de sûreté.

Quelques exemples du résultat de l'action de l'administration dans le domaine de la conception et de la construction.

a) Circuit primaire principal

Le circuit primaire principal d'un réacteur nucléaire à eau sous pression fait l'objet d'une réglementation particulière (arrêté du 26 février 1974) dont la surveillance de l'application a été confiée pour la construction au bureau de contrôle de la construction nucléaire de la direction régionale de l'industrie et de la recherche Bourgogne-Franche-Comté.

Dans le domaine de l'organisation de la qualité, cet arrêté stipule notamment pour la fabrication et le contrôle que :

- l'organisation et le fonctionnement du service de contrôle du constructeur soient décrits ;
- le constructeur établisse les spécifications techniques correspondant aux opérations de fabrication et aux modalités des contrôles de fabrication, à leur mise en oeuvre et à leurs critères de sanction ;
- le constructeur montre que le contrôle exercé aux différents stades de la fabrication lui permet de garantir l'obtention sur l'appareil achevé des caractéristiques prévues ;
- le constructeur dispose d'un service de contrôle de la fabrication chargé de la bonne application des dispositions ci-dessus, et ayant l'indépendance, la compétence et les moyens nécessaires à la bonne exécution de sa mission.

Pour assurer l'application de ce texte, des réflexions tendant à préciser les exigences en matière d'assurance de la qualité ont été menées par le constructeur (Framatome) sous l'impulsion de l'administration de contrôle. Ces réflexions ont abouti à des améliorations sur la plupart des domaines relatifs à l'organisation, notamment lorsque le constructeur, étant confronté à des exemples de mauvaise qualité, a pu en préciser les causes et y porter remède. Les exigences d'organisation étant plus précises et mieux comprises ont été par la suite mieux appliquées.

Des améliorations ont été également apportées vis-à-vis des méthodes de fabrication et de contrôle : lorsqu'un défaut est mis en évidence par un contrôle non prévu à l'origine, les méthodes de fabrication et de contrôle sont alors systématiquement réexaminées et, le cas échéant, modifiées ; en outre les méthodes de contrôle font peu à peu l'objet de qualification véritable à l'aide de défauts "étalons" et leur efficacité est adaptée à la nocivité du défaut éventuel recherché.

Il reste néanmoins des efforts à faire pour uniformiser et rendre opérationnels les documents décrivant les modes opératoires et l'enchaînement des opérations de fabrication et de contrôle, en leur donnant un caractère plus précis et plus succinct. De même il est nécessaire de poursuivre les efforts entrepris pour s'assurer que la totalité des documents sont effectivement respectés.

b) Qualification des matériels.

Les décrets d'autorisation de création des tranches nucléaires comportant un réacteur à eau sous pression prévoient que les matériels et équipements ayant à fonctionner après un accident puissent le faire dans les conditions résultant de cet accident.

C'est ainsi qu'Electricité de France a entrepris sous l'impulsion de l'administration un vaste programme de qualification sur les matériels électriques et sur les matériels mécaniques.

Or ce programme utilise des moyens d'essais spécialisés et en nombre limité (table vibrante, enceinte d'irradiation...) ; la mise en route d'un tel programme nécessite la définition précise d'essais représentatifs ; des difficultés de tout ordre surviennent au cours de certains essais ; les essais de qualification eux-mêmes durent de un à deux ans. Pour toutes ces raisons les délais de réalisation de ces essais ont souvent dépassé les souhaits initiaux de l'administration. Les difficultés ont été examinées au cas par cas par le service central de sûreté des installations nucléaires et ses appuis techniques.

Néanmoins, les résultats de ces essais ont confirmé la bonne tenue de la plupart des matériels et ont permis de déceler des points faibles auxquels l'exploitant s'emploie à remédier.

La qualification est typiquement un domaine où l'expérience a permis de faire progresser la sûreté des installations par amélioration de la qualité des composants ; dans ce cas cette amélioration est en relation directe avec la sûreté.

c) Assurance de la qualité.

La réalisation d'un ensemble aussi complexe qu'une centrale nucléaire passe par un système strict d'assurance de la qualité, système qui vise à ce qu'en premier lieu les tâches de chaque personne soient clairement définies et accomplies d'une façon appropriée, que les résultats obtenus soient contrôlés et que puisse être apportée la preuve que la qualité recherchée a bien été obtenue. Un tel système nécessite la responsabilisation des personnes ou organismes ayant à intervenir sur une tâche donnée. Le service central de sûreté des installations nucléaires a publié, à cet égard, une règle fondamentale de sûreté applicable aux réacteurs à eau sous pression et prépare un arrêté relatif à la qualité de la conception, de la construction et de l'exploitation des installations nucléaires de base.

Une réalisation industrielle d'une telle ampleur ne peut être en pratique accomplie sans qu'apparaissent des "anomalies", c'est à dire des écarts par rapport à des exigences requises pour la qualité du résultat. Il convient qu'au sein de l'exploitant et chez ses divers sous-traitants, soit mis en place un système permettant de prévenir et détecter ces anomalies et aussi de faire rectifier les erreurs éventuelles. Le service central de sûreté des installations nucléaires a demandé que les anomalies les plus significatives lui soient déclarées et que pour chacune d'entre elles soit peu à peu constitué un dossier relatif au traitement qu'il en est fait. Les principales dispositions retenues pour le traitement des anomalies sont décrites ci-après. Un certain nombre d'exemples de telles anomalies font l'objet des fiches jointes au présent dossier.

d) Anomalies significatives.

La mise en place d'un système de détection et, corrélativement, de déclaration à l'administration des anomalies significatives est certainement un point délicat. Les deux principales difficultés dans la mise en place d'un tel système sont le diagnostic lui-même d'une telle anomalie et le délai d'information entre le maillon concerné de la chaîne des sous-traitants et l'administration.

Vis-à-vis du diagnostic, s'il est relativement aisé d'établir des critères d'incidents significatifs pour les centrales en démarrage ou en exploitation, il est beaucoup plus difficile de faire de même pour la construction, compte tenu de la diversité des opérations qui s'y déroulent (fabrication en usine ou sur site, génie civil, mécanique, électrique, électronique, qualification de matériel...). L'utilisation de recueils de règles de conception et de construction a néanmoins aidé à la détermination des anomalies significatives, déclarées comme telles en cas de non-respect des recueils précités. Mais certaines anomalies susceptibles de remettre en cause le procédé de fabrication lui-même ne peuvent entrer dans un moule strict de critères et à ce titre sont en général décélés lors d'opérations de contrôle non prévues initialement.

Lorsqu'une anomalie qui se révèle par la suite significative est découverte chez un sous-traitant, il apparaît très difficile de réduire les temps d'instruction que prend ce sous-traitant pour présenter l'anomalie à son client ; les délais peuvent ainsi s'ajouter jusqu'à la déclaration à l'administration.

Pour chaque anomalie significative ainsi découverte, il convient d'en tirer tous les enseignements utiles, notamment :

- en analysant l'origine de l'anomalie et en recherchant les enseignements qui peuvent être tirés non seulement pour l'activité concernée, mais aussi pour d'autres activités,
- en évaluant la nocivité éventuelle de l'anomalie,
- en définissant ou en justifiant les dispositions éventuellement nécessaires de contrôle complémentaire, de réparation ou de modification des éléments concernés,
- en définissant et en justifiant les moyens de contrôle complémentaires qui seront éventuellement nécessaires pour la surveillance en service des installations concernées ;
- en examinant le fonctionnement du programme d'assurance de la qualité à l'occasion de l'anomalie considérée et enseignements tirés, avec remise en cause, en tant que besoin, de la qualification des moyens techniques et humains concernés.

Le mode de traitement de l'anomalie est ainsi transmis à l'administration qui, après consultation de ses appuis techniques compétents sur le dossier concerné, fait connaître à l'exploitant les observations appelées par l'examen du dossier, sans préjudice de tout complément ou toute modification qui peut être demandé au moment du démarrage de la tranche nucléaire affectée.

000

S'agissant d'un ensemble aussi vaste que la conception et la construction des centrales nucléaires, la présente note n'a voulu souligner que quelques points en liaison directe avec la sûreté des tranches nucléaires comportant un réacteur à eau sous pression pour lesquels des actions spécifiques ont été menées par l'administration et ses appuis techniques soit lors de l'instruction technique préalable aux diverses autorisations, soit à la suite de visites de surveillance effectuées sur les chantiers ou dans les unités de conception de fabrication.

Bien entendu l'administration ne doit pas se substituer à l'exploitant pour les responsabilités qui lui incombent ; c'est notamment à ce dernier que revient la responsabilité de s'assurer que les études de conception ont été bien menées et que la qualité de la construction est conforme aux exigences.

Le rôle de l'administration est, après s'être assuré de la sûreté des installations proposées ou en construction, d'une part de veiller à ce que l'exploitant (ou le constructeur pour la chaudière nucléaire) soit capable d'exercer et exerce effectivement ses responsabilités, et d'autre part d'identifier les points faibles afin d'inciter l'exploitant (ou le constructeur) à y apporter les améliorations souhaitées.

