

Briefing

LES LACUNES DE LA SURETE NUCLEAIRE D'EDF Le cas de Cattenom

Briefing CAT1

Version 1.....03 septembre 2001

Auteur : Yacine B. FAÏD

Mots clés : *défaut d'étanchéité – combustible – vannes – sûreté – Cattenom*

Sommaire :	1. ..Résumé	2
	2. Fuites dans les assemblages combustibles.....	3
	2.1. Les faits	3
	2.2. Une communication mesurée.....	4
	2.3. La réaction du Luxembourg.....	4
	2.4. L'envers des événements	5
	2.5. Les risques pour la sûreté et la sécurité.....	5
	2.6. La cause retenue par EDF	7
	2.7. La position des autorités de sûreté	8
	2.8. Autres hypothèses.....	9
	2.9. Le redémarrage du réacteur.....	10
	3. Défaut générique sur des vannes du circuit d'injection.....	12
	3.1. Importance des vannes du circuit de secours	12
	4. La culture de sûreté en défaut	13
Annexes :	A1. Historique des événements survenus sur le réacteur 3 de Cattenom	15
	A2. Note technique sur les assemblages combustibles	17
	A3. Note technique sur les spécifications radiochimiques d'exploitation.....	22
	A4. Les mesures radiochimiques effectuées par le CNPE de Cattenom.....	26
	A5. Photographies de dégâts constatés à Cattenom	27
	A6. Les taux de défaillances du combustible	28
	A7. Dysfonctionnements de grappes de commande en 1997	29
	A8. Note technique sur les vannes	30
	A9. Les vannes concernées par le défaut générique	34
	A10. Courrier de la DRIRE à la direction du CNPE de Cattenom	35

LES LACUNES DE LA SURETE NUCLEAIRE D'EDF
Le cas de Cattenom

Résumé

Le 31 août 2001, l'Autorité de sûreté nucléaire a autorisé le redémarrage du réacteur n°3 de la centrale nucléaire de Cattenom. En mars 2001, lors de l'arrêt programmé du réacteur, l'exploitant avait découvert des dégâts sur le combustible, dont l'étendue n'avait jamais été constatée auparavant sur aucun des réacteurs du parc nucléaire français. Parallèlement, un dysfonctionnement grave sur un système important pour la sûreté a été constaté.

Suite à l'intervention de parlementaires luxembourgeois sur le cas de Cattenom, le Ministère des Affaires étrangères du Luxembourg a insisté auprès des autorités françaises pour « *qu'une réunion de la Commission mixte franco-luxembourgeoise sur la sécurité nucléaire soit convoquée le plus rapidement possible* ».

Au total, 92 crayons de combustible –contenant l'uranium et constituant la première barrière de confinement des matières radioactives– ont été trouvés endommagés ; certains présentant des cassures nettes, et laissant se disséminer dans le fluide primaire de refroidissement de la matière radioactive. Il s'agissait d'un nombre « *inédit* » de défauts d'étanchéité, par rapport aux 5 à 10 défauts observés en moyenne et par an sur l'ensemble des 58 réacteurs du parc. Le chiffre annuel moyen habituel de 0,1 crayon par réacteur a été multiplié par 1.000.

L'endommagement important des éléments de combustible peut conduire à des risques de blocage des grappes de contrôle et donc à la réduction des moyens de contrôle de la réaction en chaîne avec des conséquences potentielles graves pour la sûreté du réacteur.

En octobre 1999, un mois seulement après le redémarrage du réacteur, un taux anormal de radioactivité a été détecté dans l'eau du circuit primaire de refroidissement du réacteur et le 6 septembre 2000, le niveau de *Rupture de Gaine Sérieuse* (RGS) était atteint. Les autorités de sûreté n'ont été informées de la situation que le 18 octobre 2000, une information tardive qu'elles jugèrent « *inadmissible* ».

Malgré le niveau élevé des fuites et les recommandations des autorités de sûreté nucléaire d'anticiper l'arrêt du réacteur, la direction du CNPE de Cattenom a préféré le maintenir en fonctionnement. Avant l'arrêt du réacteur, le CNPE était dans l'incapacité de donner une évaluation exacte du nombre et de la gravité des défauts. Cette erreur d'anticipation aura des répercussions à plus long terme, notamment sur la radioprotection et la gestion des locaux de la tranche 3.

Plusieurs hypothèses ont été avancées pour expliquer l'apparition de ces défauts. Outre l'usure par vibration, la présence potentielle d'un « *corps migrant* », voire l'existence d'un « *défait de fabrication* », ont également été évoquées. Or, si « *la cause immédiate des défauts, liée à de la fatigue vibratoire* », a été identifiée, cela ne permet pas « *d'affirmer ou d'exclure des facteurs potentiels avec certitude* ».

Parallèlement à cette situation, le 12 mars 2001, EDF informait l'autorité de sûreté nucléaire qu'elle avait détecté une anomalie générique sur des vannes du circuit de refroidissement de secours de 12 réacteurs du palier 1.300 mégawatts électriques, dont ceux de Cattenom, pouvant affecter leur bon fonctionnement en cas d'accident. L'anomalie concernait plus particulièrement le système de re-circulation qui alimente les systèmes d'aspersion et le système d'injection de sécurité, deux systèmes de secours fondamentaux dans les concepts de sûreté nucléaire. Les analyses d'EDF avaient abouti à la conclusion qu'elles présentaient un risque de blocage en cas « *d'accident grave ou de tremblement de terre de forte magnitude* ».

Des défaillances dans le domaine de la sûreté sur les sites d'EDF, caractérisées par « *la persistance d'un manque de rigueur* », ont été relevées de nombreuses fois par l'autorité de sûreté. Le cas de Cattenom paraît constituer un exemple sérieux.

2. Fuites dans les assemblages combustibles

2.1. Les faits¹

Située en Lorraine, en bordure de Moselle, près des frontières allemande et luxembourgeoise, la centrale de Cattenom est composée de quatre réacteurs de 1.300 MWe. Son exploitation prévoit notamment le remplacement périodique du combustible usé contenu dans le cœur de ses réacteurs. Le rechargement en assemblages neufs, généralement sur un tiers du réacteur, rend nécessaire l'arrêt de celui-ci durant quelques semaines (*Annexe 2*).

C'est suite à un tel arrêt, et un mois après son redémarrage, que le CNPE de Cattenom, en octobre 1999, a détecté « *une augmentation de la radioactivité de l'eau du circuit primaire de refroidissement* »² du réacteur 3. Les premières analyses effectuées sur le site, ont révélé un défaut d'étanchéité sur un assemblage « *effectuant son troisième cycle d'irradiation*³ ». En juillet 2000, la constatation d'une augmentation régulière du taux de radioactivité amène EDF à soupçonner l'apparition d'un ou deux nouveaux défauts sur des « *assemblages neufs ou effectuant leur deuxième cycle d'irradiation, et situés au centre du cœur* », et à mettre fin au suivi de réseau⁴.

La période de juillet à septembre 2000 a coïncidé avec un dysfonctionnement du dispositif de rinçage automatique de la canalisation de rejet des effluents radioactifs liquides qui a conduit le CNPE de Cattenom à rejeter, à trois reprises, dans la Moselle des effluents radioactifs, sans que les conditions de dilution soient respectées. Le non-respect des conditions de rejets d'effluents liquides radioactifs, telles que définies par les autorisations, a justifié aux yeux de la DSIN le classement de l'incident au niveau 1 de l'échelle INES.⁵

Fin août 2000, le CNPE de Cattenom décide de prendre les devants et « *d'anticiper l'application* » des Spécifications techniques d'exploitation (STE)⁶ « *qui prescrivent des mesures alpha hebdomadaires dès que la valeur Iode-134 dépasse 5.000 MBq/t*⁷ », ce qui n'était *a priori* pas le cas encore.⁸

Ces soupçons se sont révélés fondés lorsque, le 6 septembre 2000, le niveau des émetteurs alpha dans le circuit de refroidissement a atteint le seuil de 4 Becquerels/litre (Bq/l) ; seuil dit de Rupture de Gaine Sérieuse (RGS). Trois méthodes de mesures différentes sur les émetteurs alpha, préconisées dans trois laboratoires, y compris celui de Cattenom, donneront ensuite quatre résultats, variant de 1,6 Bq/l à ...30 Bq/l (*Annexe 2*).

Informée de la situation le 18 octobre 2000, la DSIN demanda « *à l'exploitant de la centrale de Cattenom, en novembre 2000, d'étudier l'opportunité d'un arrêt anticipé du réacteur afin de limiter les conséquences de l'activité primaire sur la radioprotection, lors de l'arrêt de tranche, et sur l'environnement* »⁹.

Qualifiant « *l'absence d'information de l'Autorité de Sécurité Nucléaire sur les premiers phénomènes observés depuis juin 2000 et notamment depuis le 6 septembre où le seuil de RGS a été atteint, comme inadmissible* », le Directeur régional de la DRIRE¹⁰ a recommandé à EDF

¹Voir *Annexe 1* pour une chronologie des événements.

²Communications téléphoniques avec le bureau de presse du CNPE de Cattenom les 17, 28 et 31 mai 2001.

³Période durant laquelle le combustible est utilisé dans le réacteur en fonctionnement. Un assemblage combustible effectue, selon la gestion, trois à quatre cycles de 12 à 18 mois chacun.

⁴Suivi de réseau : modulations de régime permettant de varier la puissance du réacteur et de l'adapter à la demande du réseau de distribution d'électricité.

⁵DSIN, communiqué, www.asn.gouv.fr, 01 mars 2001.

⁶Spécifications techniques d'exploitation : critères à respecter pour la conduite des installations nucléaires.

⁷Mégabecquerels/tonne : 1 million de becquerel par tonne.

⁸Le rayonnement alpha et l'Iode 134 sont des sous produits radioactifs issus de la fission nucléaire. Leur présence dans le circuit primaire indique une fissuration de la gaine combustible.

⁹DSIN, communiqué, www.asn.gouv.fr, 11 juin 2001.

¹⁰Lettre de M. François Gauché, Chef de la Division des installations nucléaires (DRIRE Lorraine), adressée au CNPE de Cattenom, 8 novembre 2000 (*Annexe 10*).

d'envisager « *un arrêt pour réparation du combustible inétanche avant l'arrêt programmé* », qui devait avoir lieu fin février. Il a en outre exigé « *une analyse relative aux conséquences environnementales du maintien en puissance [du] réacteur* », dans l'éventualité de la poursuite de son exploitation jusqu'à son arrêt.

Nonobstant la position des autorités de sûreté, et s'autorisant des règles d'exploitation, la centrale de Cattenom « *a préféré poursuivre l'exploitation du réacteur comme prévu* »¹¹.

Réagissant au courrier de la DRIRE, EDF a en effet expliqué que la valeur RGS n'était « *pas un critère STE* », ajoutant :

« Le texte approuvé ne fait aucune mention du seuil d'activité alpha de 4 Bq/l... Il n'est pas lié à l'exploitation directe du réacteur... L'information de l'autorité de sûreté n'était donc pas requise au titre des Spécifications Techniques d'Exploitation.

*Ceci étant, nous admettons qu'au titre des relations entre DRIRE et exploitant, cette information aurait pu être communiquée plus tôt. »*¹²

L'exploitant a finalement décidé d'avancer l'arrêt de la tranche 3 d'un mois, le programmant pour le 27 janvier 2001. Les dégâts constatés le 15 mars 2001, dépassèrent en ampleur, et de loin, les prévisions de l'exploitant. 28 assemblages ont été trouvés endommagés, dont 26 de troisième cycle et 2 de deuxième cycle, qui comportaient, en moyenne, 3 crayons défectueux. Au total, 92 tubes endommagés ont été dénombrés, représentant jusqu'à 18 fois plus que les cinq à dix défauts observés en moyenne annuellement sur *l'ensemble des 58 réacteurs* à eau légère que compte le parc nucléaire français. On a relevé jusqu'à 18 crayons fissurés dans un seul assemblage, sur les 264 qui le composent. Les crayons avaient des « *fissures longitudinales, ou circonférentielles, ainsi que des boursouflures, appelées 'sunburst'* »¹³. La DSIN a confirmé alors le classement de l'incident au niveau 1 de l'échelle INES.

2.2. Une communication mesurée

En termes de communication, l'information du public, prétendue « *suivie et régulière* »¹⁴, n'a débuté qu'en décembre 2000. De plus, après la découverte de l'étendue des dégâts, en mars 2001, la volonté d'EDF était de tempérer l'incident. S'agissant pourtant d'un nombre de défauts d'étanchéité sans précédent dans l'histoire des centrales nucléaires en France, aussi bien EDF que la DSIN ont qualifié le nombre de défauts rencontrés sur la tranche 3 de Cattenom d'« *inhabituel* », ajoutant que ce genre de défauts pouvait apparaître 5 à 10 fois annuellement sur l'ensemble des centrales nucléaires. Ce nombre 'inhabituel' était tout de même près de mille fois supérieur à la moyenne annuelle de 0,1 crayon défectueux par réacteur. Un cas de désinformation par omission.

2.3. La réaction du Luxembourg

Le cas de Cattenom a fait réagir les parlementaires du Parti des Verts du Parlement luxembourgeois et du Parlement Européen, qui ont reproché au CNPE de Cattenom d'avoir maintenu le réacteur 3 en fonctionnement, entre le début des présomptions des défauts et l'arrêt de tranche pour visite. Suite à une conférence de presse¹⁵ à laquelle WISE-Paris avait été conviée en tant qu'expert, les Verts du Luxembourg ont adressé une lettre le 21 juin 2001 au gouvernement luxembourgeois pour que ce dernier obtienne des « *éclaircissements à propos des problèmes constatés sur le réacteur 3* »¹⁶.

¹¹DSIN, communiqué, www.asn.gouv.fr, 11 juin 2001.

¹²Lettre (copie non-datée) du CNPE de Cattenom à M. François Gauché, Chef de la Division des installations nucléaires (DRIRE Lorraine), en réponse à son courrier du 8 novembre 2000.

¹³Flash infos, 5 avril 2001, CNPE Cattenom, presse syndicale CGT.

¹⁴EDF, communiqué, <http://nucleaire.edf.fr/>, 9 juillet 2001.

¹⁵Conférence de presse, 18 juin 2001.

¹⁶M. Claude Turmes, Député européen, cité par La Voix du Luxembourg, *Déi Gréng tirent la sonnette d'alarme*, 19 juin 2001.

En réponse à cette requête, le Ministère des Affaires étrangères du Luxembourg a insisté « *auprès des autorités françaises à ce qu'une réunion de la Commission mixte franco-luxembourgeoise sur la sécurité nucléaire soit convoquée le plus rapidement possible* »¹⁷. La commission devait entre autres examiner « *les modalités d'information transfrontalière dans le cas des incidents d'exploitation* ».

2.4. L'envers des événements

Trois remarques peuvent être faites concernant la gestion du réacteur numéro 3 de Cattenom au vu des événements décrits ci-dessus.

D'abord, la direction a fait le choix d'une gestion unilatérale. L'évolution de la dégradation des gaines combustibles entre octobre 1999, début de la constatation de la contamination du fluide primaire, et octobre 2000, a été suivie sans que les autorités de sûreté aient été mises au courant. Ce n'est que plus d'un mois après le dépassement du seuil RGS que la situation fut enfin dévoilée. Commentant sur les manques d'information similaires, le Rapport Curien avait estimé en 1999 qu'EDF tendait souvent à placer les autorités de sûreté « *devant un fait accompli en adoptant une stratégie de risque industriel* »¹⁸.

Ensuite, le choix de maintenir le réacteur en fonctionnement a été une erreur d'anticipation. Malgré un seuil de contamination du circuit primaire élevé, alors que l'activité en Iode-134 donnait à croire qu'il y avait « *un début d'une dissémination de combustible dans le réfrigérant primaire* », et étant donné un large retour d'expérience qui prévoit les risques encourus en termes de radioprotection et de rejets radioactifs, EDF n'aura à aucun moment considéré, à titre préventif, l'arrêt anticipé du réacteur. Celui-ci a été avancé d'un mois seulement.

Il est clair enfin que l'étendue des dégâts a été largement sous-estimée. La direction du CNPE soutenait que « *l'évaluation de l'état du gainage du 26 octobre 2000 a confirmé la présence de 2 à 4 défauts* »¹⁹. Or, les défauts d'étanchéité découverts lors de l'arrêt du réacteur étaient sans commune mesure avec les estimations d'EDF. La réelle efficacité des alertes et des indicateurs, qui n'ont pas permis de détecter le nombre de défauts, est donc sérieusement remise en question.

2.5. Les risques pour la sûreté et la sécurité

Une telle dégradation des gaines combustibles représente une situation inédite par rapport aux normes d'exploitation d'une centrale nucléaire, car jamais envisagée. Cette situation engendre la prise en compte de risques additionnels, allant du grippage mécanique immédiat et en fonctionnement, en l'occurrence le blocage des grappes de contrôle, à la présence durable d'éléments radioactifs dans les locaux, en passant par l'éventualité d'un incident secondaire qui, venant se greffer sur le premier, pourrait s'avérer plus conséquent.

2.5.1. Blocage des grappes de commande

L'une des conséquences envisageables en présence de crayons combustibles endommagés est celle du blocage des grappes de contrôle lors de leur chute dans le cœur. Le bon fonctionnement des grappes –le temps de chute est chronométré et fait partie intégrale des systèmes de sûreté de base– est fondamental pour le contrôle de la réaction en chaîne et donc pour l'arrêt du réacteur (*Annexe 2*).

Contrairement à l'IPSN qui déclare qu'« *il n'existe pas aujourd'hui de retour d'expérience ou de scénarios identifiés qui impliqueraient une interaction significative entre*

¹⁷Ministère des Affaires étrangères. Lettre à M. Jean Huss, Député, M. Claude Turmes, Député européen, 4 juillet 2001.

¹⁸Commission sur le contrôle de la sûreté nucléaire et de la communication associée, Rapport Curien, 8 mars 1999.

¹⁹Lettre (copie non-datée) du CNPE de Cattenom à M. François Gauché, Chef de la Division des installations nucléaires (DRIRE Lorraine), en réponse à son courrier du 8 novembre 2000.

*l'endommagement de crayons combustibles et l'intégrité des tubes guides »*²⁰, la DSIN a clairement identifié un lien de cause à effet entre des dysfonctionnements de grappes de commande et des déformations de gaines combustibles.

Deux exemples ont semblé particulièrement préoccupants pour la DSIN. D'abord celui de Paluel, où l'arrêt automatique du réacteur 3, le 14 octobre 1995, a été caractérisé par l'insertion incomplète d'une grappe²¹. Ensuite celui de Belleville, le 6 avril 1996. Une grappe du réacteur 1 *« devant participer à l'étouffement de la réaction nucléaire est restée en position haute »*. L'incident de blocage *« inexplicable »* de cette grappe a été reclassé au niveau 2 de l'échelle INES, *« dans la mesure où l'arrêt d'urgence était requis du point de vue de la sûreté »*.²²

Tout en admettant que ce genre d'incident représentait *« une menace sérieuse pour la maîtrise de la réaction nucléaire »*²³, la DSIN a expliqué que :

« des déformations d'assemblages de combustible ont été constatées sur plusieurs réacteurs en France comme à l'étranger, conduisant à un ralentissement, voire à des difficultés d'insertion des grappes de commande. L'analyse de ces incidents conduit à mettre en cause l'augmentation des frottements entre les grappes de commande et les tubes-guides des assemblages de combustible dans lesquels elles s'insèrent, résultant de la déformation de ces derniers. »

Qu'elles aient été dues à l'augmentation du taux de combustion ou aux *« conditions d'exploitation des réacteurs et les modifications successives apportées aux squelettes des assemblages combustibles par les constructeurs »*, le fabricant, FRAGEMA, a préféré concevoir des assemblages *« renforcés »*, qui ont été introduits dès 1998 dans les réacteurs en gestion GEMMES.

Cette opération ne concernait donc pas les assemblages de troisième cycle qui présentaient le plus de défauts d'étanchéité sur le réacteur 3 de Cattenom, et qui avaient été chargés dans le réacteur en 1996.

2.5.2. Contamination radioactive

La gaine de combustible constitue la première des trois barrières entre les produits radioactifs issus de la fission nucléaire et le milieu extérieur ; les deux autres étant la cuve du réacteur et l'enceinte de confinement (*Annexe 2*). Toute rupture de gaine de combustible implique la dispersion de produits radioactifs dans le circuit primaire.

La présence de particules radioactives, et notamment des rayonnements alpha, sur les circuits véhiculant le fluide primaire, peut induire *« la contamination des locaux, voire des intervenants et de leurs outils »*, avec un risque accru que *« des mouvements de personnel ou de matériel ne transfèrent cette contamination hors de la zone contrôlée, voire du site »*²⁴.

L'arrêt pour visite décennale du réacteur 3, le 27 janvier 2001, a donc présenté non seulement une complication de la tâche des agents de maintenance, mais aussi un risque supplémentaire à gérer pour ces intervenants. Le bâtiment réacteur a d'ailleurs été *« évacué à quatre reprises »* suite à la détection d'émetteurs alpha dans l'atmosphère. Ce même risque se représentera de nouveau lors des prochains arrêts du réacteur *« étant donné que les matières radioactives dans le circuit primaire ne seront pas éliminées avant plusieurs cycles »*.²⁵

EDF affirme que les intervenants qui ont effectué les travaux de maintenance lors de l'arrêt de la tranche n'ont pas été contaminés et soutient qu'aucune dissémination des radioéléments alpha n'a été constatée à l'extérieur du bâtiment réacteur²⁶.

²⁰Lettre de l'IPSN à WISE-Paris, 15 juin 2001.

²¹Classé au niveau 1 de l'échelle INES. DSIN, Rapport d'activité, 1997.

²²DSIN, Rapport d'activité, 1997.

²³DSIN, Rapport d'activité, 1996.

²⁴DSIN, La Sûreté nucléaire en France en 2000, Ed. 2001.

²⁵DSIN, communiqué, www.asn.gouv.fr, 11 juin 2001.

²⁶EDF, communiqué, <http://nucleaire.edf.fr>, 9 juillet 2001.

2.5.3. Rejets radioactifs dans l'environnement

La contamination du circuit primaire a engendré des difficultés dans la gestion des effluents gazeux et liquides rejetés par la centrale de Cattenom. Lors de l'arrêt du réacteur, EDF a constaté un niveau de contamination tel, que le fluide du primaire a dû être traité pendant plus de 3 semaines, « *alors que cette opération dure habituellement quelques jours.* » Le 1^{er} février 2001, un rejet gazeux a d'ailleurs dépassé le seuil d'alarme de radioactivité. La DSIN a admis que « *les rejets gazeux du site de Cattenom [avaient] notablement augmenté suite aux défauts de combustible* », ajoutant :

« *à titre d'illustration, pour les deux mois de la période du 1 janvier 2001 au 29 février 2001, les rejets gazeux du site ont été aussi élevés que sur l'ensemble de l'année 2000 pour les rejets de gaz rares et représentent environ le double de l'année 2000 pour les rejets d'halogènes et d'aérosols* ». ²⁷

2.5.4. Gestion des déchets radioactifs

Les radioéléments présents dans le circuit primaire entraîneront des difficultés supplémentaires dans la gestion des déchets, tels que filtres et outils contaminés. Des précautions particulières devront être prises pour trier les déchets contenant des émetteurs alpha, ainsi que pour respecter les critères de radioprotection liés à leur évacuation. Le démantèlement lui-même pourrait présenter une difficulté supplémentaire de manipulation d'appareils ayant été en contact avec le fluide primaire, dont la contamination a été supérieure à la normale.

La manipulation des gaines combustibles endommagées pour examen est également loin d'être facile étant donné les « *risques de casse de ces crayons* » ²⁸.

2.5.5. Coûts économiques

Selon EDF ²⁹, le manque à gagner depuis le 9 mai 2001, date à laquelle le réacteur devait redémarrer, au 17 août 2001 -début du rechargement, s'élève à lui seul à environ 100 millions de FrF, étant donné que le coût journalier de l'arrêt d'un réacteur est estimé à un million de FrF. Sans compter que les surcoûts, dus notamment aux mesures spéciales prises pour la radioprotection des agents de maintenance, et qui pourraient se représenter lors des arrêts de tranche à venir, se sont élevés à quelques 20 millions FrF.

Ce bilan pourrait s'alourdir si l'on devait prendre en considération toutes les complications que la contamination radioactive a pu engendrer en termes de précautions qui doivent être prises à l'avenir, non seulement pour les arrêts de tranche mais aussi lors du démantèlement du site.

2.6. La cause retenue par EDF

« *Le scénario avancé par EDF* » pour expliquer les inétanchéités de combustible sur le réacteur 3 « *est l'apparition de défauts de fretting (fatigue vibratoire) sur la partie basse des crayons, au niveau de la grille inférieure (...) conduisant à une fissure ou à une rupture disséminante du crayon. La cause du phénomène vibratoire n'est pas déterminée* » ³⁰. Telles étaient les conclusions de la réunion qui a été organisée entre les représentants d'EDF et les autorités de sûreté sur les défauts d'étanchéité, fin juin 2001.

Dès le début des investigations, l'exploitant a semblé privilégier la piste des sollicitations dues aux vibrations, appelées également '*fretting*'. M. Dominique Minière, le directeur de la centrale de Cattenom, a avancé que la cause des fuites était liée à « *un frottement*

²⁷DSIN, communiqué, www.asn.gouv.fr, 11 juin 2001.

²⁸ Relevé de conclusions de la réunion, ASN, DES, EDF, 29 juin 2001.

²⁹EDF, bureau de presse du CNPE de Cattenom, communication téléphonique, 17 août 2001.

³⁰Relevé de conclusions de la réunion, ASN, DES, EDF, 29 juin 2001

et à] *des vibrations dans la grille du bas* », sans écarter pour autant d'autres causes pouvant concourir, par exemple « *des grilles défectueuses* »³¹.

Les premiers éléments de l'enquête ont révélé effectivement des « *problèmes d'inétanchéité, liés à des phénomènes de vibrations* », sans que l'on sache avec précision l'origine des vibrations. EDF soupçonne ces vibrations d'avoir induit des frottements « *plus soutenus* » entre les crayons et les ressorts qui les maintiennent, provoquant à terme des fissurations.

Se cantonnant à la thèse des vibrations, dont l'origine demeurait pourtant inconnue, EDF a de prime abord écarté toute autre hypothèse pouvant expliquer l'apparition des défauts d'étanchéité. Ainsi tout ce qui pouvait être relié, directement ou indirectement, à l'exploitation de la centrale (montée en puissance trop rapide) et/ou à sa quête de rentabilité (gestion GEMMES et suivi de réseau) ne pouvait -ne devait- pas être la réponse.

2.7. La position des autorités de sûreté

Si EDF a pu identifier « *la cause immédiate des défauts, liée à de la fatigue vibratoire* », cela ne permet pas, selon la DSIN, « *d'affirmer ou d'exclure des facteurs potentiels avec certitude* ».³²

L'IPSN a exprimé la même prudence en précisant que « *les conditions spécifiques qui ont conduit aux phénomènes observés sur Cattenom-3 [n'étaient] pas identifiées* », et que la nature des dommages subis par les crayons pouvait être attribuée à « *diverses causes : corps migrant, usure par vibration, défaut de fabrication...* ». Plusieurs facteurs pouvaient par ailleurs contribuer à accentuer les aspects vibratoires, tels que « *des conditions défaillantes de maintien des crayons combustibles, des écoulements particuliers liés, par exemple, au chargement d'assemblages de conceptions différentes dans un même cœur...* »³³. Dès lors plusieurs hypothèses étaient envisageables pour expliquer le phénomène.

2.7.1. Défaut de matériel?

Selon la DSIN, « *un défaut dans l'alliage de la gaine du crayon ou d'une soudure défaillante entre la gaine du crayon et les bouchons inférieur et supérieur* » peut entraîner la perte d'étanchéité en début d'irradiation. L'hypothèse était plausible, d'autant qu'un précédent récent lié à un défaut de qualité des gaines existait déjà. En effet, en août 2000, une rupture de gaine de combustible avait été détectée au niveau du réacteur 2 de la centrale de Nogent-sur-Seine. L'enquête a révélé par la suite un problème de contrôle-qualité sur de nombreux tubes à l'usine de Paimbœuf, avoué très tardivement par Framatome, maison-mère du fabricant des gaines, CEZUS (Compagnie Européenne de Zirconium).³⁴

Niant cependant tout lien avec cette affaire, la DSIN a répondu que la plupart des « *assemblages en cause sont anciens, dans leur troisième cycle de fonctionnement* »³⁵.

Le Groupe français Framatome, qui a fourni les assemblages fuyards de Cattenom 3, à partir des usines de Pierrelatte, Dessel et Romans, s'est associé à EDF en vue de résoudre l'énigme des vibrations. Framatome n'a avancé aucune théorie, expliquant sa position par le fait que « *l'incident s'est produit en réacteur et en exploitation* » et que par conséquent, le fournisseur « *ne peut plus s'exprimer* »³⁶

Pour EDF et les autorités de sûreté, « *aucune anomalie de fabrication susceptible d'expliquer les défauts n'a été mise en évidence* »³⁷.

³¹Cité par WOXX, 20 avril 2001.

³²M. Thomas Maurin, Sous-direction des réacteurs de puissance, DSIN, lettre à WISE-Paris, 18 juin 2001.

³³IPSN, lettre à WISE-Paris, 15 juin 2001.

³⁴WISE-Paris, "L'Affaire CEZUS, Contrôle qualité de combustible nucléaire hors service", 20 décembre 2000, <http://www.wise-paris.org/francais/nosbrevesarchives/index.html>.

³⁵M. Alain Delmestre, DSIN, communication téléphonique, 2 mai 2001.

³⁶Framatome, Service presse, communication téléphonique, 17 mai 2001.

³⁷Relevé de conclusions de la réunion, ASN, DES, EDF, 29 juin 2001

2.7.2. Grille défectueuse ?

La DSIN a évoqué des défauts au niveau des grilles de maintien des assemblages combustibles, qui ont déjà provoqué des pertes d'étanchéité, notamment en 1994 et 1995, dues à l'usure de la gaine par vibrations au contact des ressorts qui la maintiennent dans les grilles inférieures.

2.7.3. Corps étranger ?

La DSIN, tout comme l'IPSN, ont avancé l'hypothèse de « *la présence de corps étrangers de faibles dimensions dans le cœur du réacteur* ». Entraînés par le fluide, et la pression à l'intérieur de la cuve aidant, des corps étrangers ont été à l'origine d'une partie des défauts d'étanchéité découverts par le passé, avant que les assemblages ne soient équipés de filtres anti-débris.

2.8. Autres hypothèses

2.8.1. Suivi de charge?

Les modulations de régime, ou suivi de charge, permettent d'adapter la puissance du réacteur aux besoins de la consommation de l'électricité. Dans un article publié par *La Tribune*³⁸, le syndicat CGT a expliqué que ces variations de régime, accentuées à partir de juin 2000, pourraient avoir été à l'origine des fissures observées sur les crayons. Les variations de puissance du réacteur peuvent provoquer des dilatations et des contractions des gaines qui provoqueraient à terme leur fissuration.

Bien qu'admettant que plusieurs causes pouvaient contribuer à endommager les gaines, la CGT a estimé que « *les chocs thermiques* » résultants de ces modulations de régime sont susceptibles d'avoir fragilisé le matériel.³⁹

Commentant sur un fonctionnement similaire opéré sur le réacteur 1 du CNPE de Golfech, en 1997, la DSIN avait expliqué que « *la durée pendant laquelle cette puissance peut varier est limitée pour ne pas solliciter de manière excessive la gaine du combustible qui pourrait être dégradée en cas de variation brutale et accidentelle de puissance* ».⁴⁰

Cette même remarque a été faite par la DRIRE qui, au vu des rapports hebdomadaires portant sur la période du 27 décembre 1999 au 17 juillet 2000, a constaté que le réacteur 3 de Cattenom avait été soumis à de « *fréquentes variations de puissance allant jusqu'à sa mise à l'arrêt, notamment les fins de semaine* ». La DRIRE a précisé que ces variations de puissance étaient « *susceptibles de conduire à de fortes sollicitations du combustible* »⁴¹.

Sans pour autant donner plus de précisions, et ne prenant pas en compte le rallongement des campagnes à partir de 1996, EDF a répondu qu'une étude statistique « *à la fin des années 1980, période où le fonctionnement en suivi de réseau s'est accru de façon sensible sur le parc, n'a pas mis en évidence un comportement particulier du combustible fonctionnant en suivi de réseau* »⁴². EDF ajoute :

« *depuis plus de vingt ans, aussi bien en France qu'à l'étranger, aucune rupture de gaine sur un réacteur PWR⁴³, pouvant être attribuée à une sollicitation trop importante du combustible en fonctionnement, rupture par interaction pastille gaine notamment, n'a été identifiée* ».

³⁸La Tribune, *Inquiétude autour de la centrale nucléaire de Cattenom*, 19 avril 2001.

³⁹M. Denis Cohen, CGT, communication téléphonique 14 juin 2001.

⁴⁰DSIN, Contrôle, décembre 1997.

⁴¹Lettre de M. François Gauché, Chef de la Division des installations nucléaires (DRIRE Lorraine), à la direction du CNPE de Cattenom, 08 novembre 2000.

⁴²Lettre (copie non-datée) du CNPE de Cattenom en réponse au courrier de la DRIRE du 8 novembre 2000.

⁴³Pressurized water reactor ou réacteur à eau pressurisée.

Il est à noter qu'aucun exploitant nucléaire autre qu'EDF ne pratique un niveau aussi élevé – fréquences et paliers de puissance - de variations de puissance et qu'il est donc moins étonnant de ne pas pouvoir identifier des précédents à l'étranger.

2.8.2. Montée en puissance trop rapide?

Le 4 novembre 1996, alors que le réacteur 3 était en phase de redémarrage suite au chargement qui a eu lieu entre août et octobre 1996, EDF a constaté une montée en puissance trop rapide, qui non seulement est contraire aux exigences des STE, mais peut aussi « dégrader » les crayons combustibles, selon la DSIN⁴⁴. Vingt-six des 28 assemblages défectueux avaient été chargés quelques mois avant cet incident, lors du tout premier chargement de Cattenom 3 dans le cadre du programme GEMMES.

Pourtant, d'après EDF, cet incident n'a pas pu « causer les défauts d'étanchéité ». Le seul argument qui a été avancé est que l'on a également constaté des fissures sur des assemblages de deuxième cycle. Argument un peu court, vu le fait que 26 sur 28 assemblages touchés étaient de troisième cycle. L'Autorité de sûreté a précisé qu'il « n'y a pas eu d'évolution de l'activité primaire suite à cet incident », et donc écarte tout lien direct avec les défauts découverts par EDF en mars 2001.⁴⁵

2.8.3 Allongement des campagnes?

En 1996, EDF introduisit sur les réacteurs de Cattenom, tout comme ceux de quatre autres sites du palier 1300 MWe, la gestion GEMMES qui prévoit des campagnes allongées de 18 mois par cycle. Les périodes d'irradiation du combustible ont été allongées de 12 à 18 mois. Dans le but d'optimiser la combustion durant les trois cycles, le taux d'enrichissement de l'uranium dans le combustible a été porté de 3,7% à 4,2% en isotope fissile Uranium 235.

L'IPSN soutient qu'il n'y a, à ce jour, aucune corrélation entre l'endommagement des combustibles d'une part, et le suivi de charge, la gestion GEMMES ou la conduite du réacteur d'autre part. La CGT, quant à elle, n'exclut pas que ces campagnes allongées, qui gardent plus longtemps les éléments combustibles, puissent contribuer en effet à vieillir le matériel, car le séjour prolongé des assemblages dans le cœur, implique une « sollicitation mécanique et thermique plus forte »⁴⁶.

2.9. Le redémarrage du réacteur

Malgré l'absence d'une explication valable de la dégradation des gaines combustibles, EDF a formulé une proposition de redémarrage que la DSIN a conditionné à la préparation d'un programme d'examens des assemblages destinés à être rechargés, en préalable au rechargement de la tranche. L'expertise de 16 crayons issus d'assemblages de deuxième cycle a révélé la présence de traces d'usures sur deux assemblages à la base des crayons, vraisemblablement avec la grille de maintien, due à un phénomène « thermohydraulique »⁴⁷.

Le rechargement de Cattenom 3 a été autorisé le 13 août 2001, avec un tiers de combustible de premier cycle déjà en place, un tiers de combustible neuf, et un tiers de combustible de deuxième cycle issu d'assemblages de réserve. La DSIN ayant refusé le rechargement d'assemblages qui ont effectué plus d'un cycle dans le réacteur, EDF a décidé de transférer ceux en réserve des tranches 1 et 2 vers la tranche 3⁴⁸.

Si EDF prétend pouvoir diagnostiquer l'origine des vibrations qui ont causé les défauts d'inétanchéité des assemblages avec le réacteur en fonctionnement, les critères que l'exploitant a avancé pour la surveillance et, éventuellement, la gestion de nouveaux défauts pouvant

⁴⁴DSIN, Contrôle, Février 1997.

⁴⁵M. Thomas Maurin, Sous-direction des réacteurs de puissance, DSIN, lettre à WISE-Paris, 18 juin 2001.

⁴⁶M. Denis Cohen, CGT, communication téléphonique 14 juin 2001.

⁴⁷CNPE de Cattenom, bureau de presse, communications téléphoniques, les 17, 28 et 31 mai 2001.

⁴⁸L'assemblage de remplacement doit en effet avoir les mêmes caractéristiques que l'assemblage remplacé, notamment en termes de taux de combustion.

survenir après le redémarrage, n'ont pas encore reçu l'aval de la DSIN, qui examine encore l'analyse qui a en été faite par l'IPSN.

Ainsi, des "divergences" de points de vue seraient apparus sur la marche à suivre en cas de découverte de nouveaux défauts. La DSIN « *considère que compte tenu de l'incertitude sur la cause du phénomène et donc sa répétition possible, un critère d'arrêt précoce est indispensable* ». D'autant que la surveillance de l'activité alpha telle que proposée par EDF est « *peu fiable* » et les mesures en Iode 134 est devenue non représentative étant donné la dissémination de matières radioactives dans le fluide primaire. EDF a estimé que la surveillance de l'évolution de la radioactivité en cours de cycle pouvait permettre de déterminer si le réacteur peut être maintenu en fonctionnement⁴⁹.

La DSIN a autorisé le redémarrage du réacteur le 31 août 2001, « *en fixant par décision une surveillance renforcée de l'activité du circuit primaire* »⁵⁰. Ainsi, des mesures seront effectuées trois fois par semaine pendant toute la durée du cycle. L'activité alpha en particulier sera mesurée, une fois par semaine pendant le premier mois, puis une fois par mois par la suite s'il n'y a aucune suspicion de défauts dans les assemblages combustibles. Le dépassement du niveau de 1000MBq/t en Iode 134 par exemple, commanderait l'arrêt du réacteur pour investigation « *au plus tard 8 jours après le dépassement du seuil* ».

⁴⁹Relevé de conclusions de la réunion, ASN, DES, EDF, 29 juin 2001.

⁵⁰DSIN, communiqué, 31 août 2001.

3. Défaut générique sur des vannes du circuit d'injection

3.1. Importance des vannes du circuit de secours

Les fuites des assemblages ne sont pas la seule difficulté à laquelle EDF s'est trouvé confronté à Cattenom. En effet, le 12 mars 2001, l'exploitant informait l'Autorité de sûreté de la détection d'une anomalie de conception sur des vannes d'un circuit de refroidissement de secours de 12 réacteurs (le palier 1.300 MW), dont ceux de Cattenom, pouvant affecter leur bon fonctionnement en cas d'accident. Le défaut concerne en particulier le système de re-circulation, circuit capital pour la sûreté nucléaire, qui alimente les systèmes d'aspersion et le système d'injection de sécurité (**Annexe 8**).

Les circuits de re-circulation possèdent des vannes commandées électriquement, installées à l'extérieur du bâtiment réacteur (donc au-delà du bâtiment réacteur, troisième barrière de confinement) qui autorisent la circulation d'eau vers le circuit primaire en cas d'accident. Ces vannes sont fermées en fonctionnement normal de l'installation. Cependant, EDF craint qu'en cas « *d'accident grave ou de tremblement de terre de forte magnitude* », les vannes, situées en aval du puisard qui récupère le réfrigérant perdu en cas de fuite, et suite à une augmentation de chaleur du fluide et par conséquent de la pression, ne soient plus opérationnelles, alors qu'elles sont censées s'ouvrir automatiquement pour permettre la ré-injection de l'eau dans le circuit primaire. Les conséquences en cas d'accident pourraient être très graves car le système de re-circulation sert justement à refroidir le cœur en circuit fermé quand les ressources d'eau sont épuisées suite à une fuite importante dans le circuit primaire.

EDF a proposé à l'Autorité de sûreté de procéder à la modification des vannes en plusieurs étapes sur les cinq centrales concernées par l'anomalie. La mise en place de la première étape d'un nouveau système serait d'ailleurs, selon la DSIN, achevée et « *le risque d'un blocage des vannes en cas d'accident peut donc être aujourd'hui écarté* ». Néanmoins, il ne s'agit pas là d'une modification définitive qui, elle, doit être mise en place au fur et à mesure dans le courant de l'année à venir.

Cet incident, à caractère générique, a été reclassé au niveau 2 de l'échelle INES, le 27 avril 2001, par l'Autorité de sûreté. Il faut également noter que les puisards du réacteur 1 subissaient depuis quelque temps des réparations destinées à remédier à un décollement de la peinture qui aurait pu obstruer les canalisations du système de re-circulation (INES 2). Des vérifications supplémentaires ont montré que d'autres tranches étaient affectées (6 au total, sur 8 expertisées en juillet 1991, 15 tranches de 1300 MWe étaient exploitées à cette époque). Les filtres des systèmes d'injection de sécurité RIS ou des dispositifs d'aspersion de l'enceinte EAS, situés en aval des puisards sont aussi susceptibles de se boucher du fait de la circulation de résidus, de gravats de béton, et/ou de débris d'équipements cassés.

4. La culture de sûreté en défaut

L'an 2000 devait être une année charnière pour EDF, qui avait décidé « *de lancer une nouvelle démarche pour améliorer la sûreté au quotidien* ». La DSIN s'est engagée à soutenir l'électricien dans cette tâche, après avoir constaté en effet que « *certaines actions de remise en conformité ou de mise en place de modifications nécessaires à la sûreté des installations restent encore trop peu réactives et mettent parfois en évidence un manque d'anticipation de la part d'EDF* »⁵¹. En effet, « *l'exploitation au quotidien des centrales nucléaires continue parfois à pâtir d'un certain manque de rigueur [...] pour cause des défauts d'organisation, des partages de responsabilité peu clairs et un manque de contrôle* ».

EDF se targuait en début d'année⁵² de l'amélioration de la sûreté des installations nucléaires en 2000. Ce disant, l'entreprise avançait que « *le nombre d'événements significatifs est resté stable en 2000 alors que les exigences d'exploitation se sont sensiblement accrues* ». Il n'en demeure pas moins que les incidents de niveau 1 sur les centrales nucléaires sont en nette augmentation, 134 en 2000, contre 116 en 1999. De nombreux incidents ont été classés pour manque de culture de sûreté.

En 1999 et au début de l'année 2000, le CNPE de Dampierre avait particulièrement attiré l'attention des autorités de sûreté à cause des dysfonctionnements importants dus en grande partie à « *une dégradation des relations humaines et sociales* ». Une réunion a dû être organisée le 28 septembre 1999, entre le directeur de l'autorité de sûreté, la direction les syndicats et l'ensemble du personnel du site « *pour leur signifier la position de l'ASN et les appeler "à se reprendre"* ». Six mois durant, la centrale nucléaire a été mise « *sous surveillance renforcée, qui s'est traduite par une présence accrue des inspecteurs sur le site* »⁵³.

La justice a été également amenée à souligner des lacunes dans le domaine de la gestion et de la sûreté. Le 26 juin 2001, le directeur de la centrale nucléaire de Tricastin et EDF ont été condamnés respectivement à un mois d'emprisonnement avec sursis et à une amende de 500.000 FRF, pour « *blessures involontaires* » et « *infractions au Code du travail* »⁵⁴. Un agent s'était retrouvé irradié lors d'une intervention sur une zone « *rouge* » du réacteur 1, le 11 mars 1999, alors qu'il intervenait sans autorisation dans cette zone⁵⁵, recevant ainsi une dose importante de 340 milliSievert/heure⁵⁶. L'arrêt n'a pas manqué de mettre en exergue des dysfonctionnements dans la gestion de la centrale soulignant le manque d'organisation du travail « *pour assurer la prévention des accidents* », les « *carences* » dans la mise en œuvre des consignes de sécurité, et les « *divers manquements* » au Code du travail et aux règlements d'application⁵⁷. La DSIN a classé l'incident au niveau 2 de l'échelle INES « *en raison du dépassement de la limite réglementaire d'exposition aux rayonnements ionisants* »⁵⁸.

Si la direction du CNPE de Cattenom n'a pas dérogé aux règles et procédures, le fait d'avoir maintenu le réacteur en fonctionnement malgré la dégradation régulière des gaines combustibles, mise en évidence par les dépassements des seuils de surveillance, ne serait-il pas en contradiction avec cette « *attitude prudente et interrogative des hommes et des femmes qui exploitent les installations* » et que prône EDF pour améliorer la culture de sûreté ?

⁵¹ DSIN, *La sûreté nucléaire en France en 1999*.

⁵² EDF, *Bilan du Parc Nucléaire d'EDF*, les Hommes, artisans du progrès, conférence de presse, 6 mars 2001.

⁵³ DSIN, communiqué, www.asn.gouv.fr, 26 mars 2001.

⁵⁴ Jugement Correctionnel du 26 juin 2001, Tribunal de Grande Instance de Valence.

⁵⁵ Zone rouge : zone où le débit d'équivalent de dose d'irradiation est susceptible de dépasser les 100 mSv/h, à comparer avec une limite annuelle de 10 mSv *par an*.

⁵⁶ La limite réglementaire pour les travailleurs sous rayonnement était alors de 50 mSv par an (ramené à 10 mSv par an depuis).

⁵⁷ WISE-Paris, *EDF et un chef d'établissement au pilori pour manquement aux règlements de sécurité*, www.wise-paris.org/francais/nosbreves.html.

⁵⁸ DSIN, Contrôle, juin 1999.

Ne va-t-il pas à l'encontre du but que s'était fixé EDF, à savoir une plus grande rigueur d'exploitation devant « *permettre d'éviter de solliciter les défenses techniques constituées [notamment des] trois barrières de sûreté (la gaine du combustible, la cuve, l'enceinte du réacteur)* » ?

Annexe 1 : Historique des événements survenus sur le réacteur 3 de Cattenom

Historique

Date	Événement
Août - octobre 1996	Arrêt du réacteur pour rechargement en combustible. <i>1^{er} cycle de la gestion GEMMES, avec des campagnes de 18 mois</i>
4 novembre 1996	Montée en puissance trop rapide en phase de redémarrage (1/INES).
Février - avril 1998	Arrêt du réacteur pour rechargement en combustible. <i>2^{ième} cycle de la gestion GEMMES.</i>
Juillet - septembre 1999	Arrêt du réacteur pour rechargement en combustible. <i>3^{ième} cycle de la gestion GEMMES.</i>
Décembre 1999	Début de variation de puissance sur ce cycle.
Octobre 1999	Détection d'un taux élevé de radioactivité sur le primaire avec l'apparition du Xénon 133 dans le primaire.
Octobre 1999 - juin 2000	Stabilité des activités du Xénon 133 mais progression de celles des Iodes.
1 juin 2000	Le rapport Césium révèle la présence d'au moins un crayon défectueux. EDF soupçonne l'apparition de défauts sur un assemblage de troisième cycle.
Juillet 2000	Premières analyses révélant une brusque augmentation du taux de radioactivité (5 000 MBq/t pour les gaz rares). EDF soupçonne l'apparition de deux nouveaux défauts sur des assemblages neufs.
Juillet 2000	Fin des variations de puissance
21 juillet 2000	Dysfonctionnement d'un appareil de mesure de débit de rejets liquides du CNPE (1/INES).
Août 2000	Début de mesures alpha hebdomadaires. Des mesures en Iode 134 révèlent la dissémination de combustible dans le circuit primaire.
6 septembre 2000	Les mesures d'activité alpha atteignent 4 Bq/l : c'est le niveau de Rupture de Gaine Sérieuse.
1 octobre 2000	Réparation de l'appareil de mesure de débit de rejets liquides.
18 octobre 2000	La DSIN et la DRIRE sont informées de la situation.
14 octobre 2000	Disjoncteurs d'arrêt automatique commandent la chute immédiate des grappes de commandes restés en service après un essai. La situation est revenue à la normale le 20 octobre.
26 octobre 2000	Évaluation de l'état de gainage et confirmation de 2 à 4 défauts d'étanchéité.
8 novembre 2000	Lettre de la DRIRE à la direction du CNPE lui demandant notamment d'étudier l'opportunité de l'arrêt du réacteur.
16 novembre 2000	Mesures en Iode 134 : 3900 MBq/t, Iode 131 : 2070 MBq/t, Gaz rares: 78 700 MBq/t.

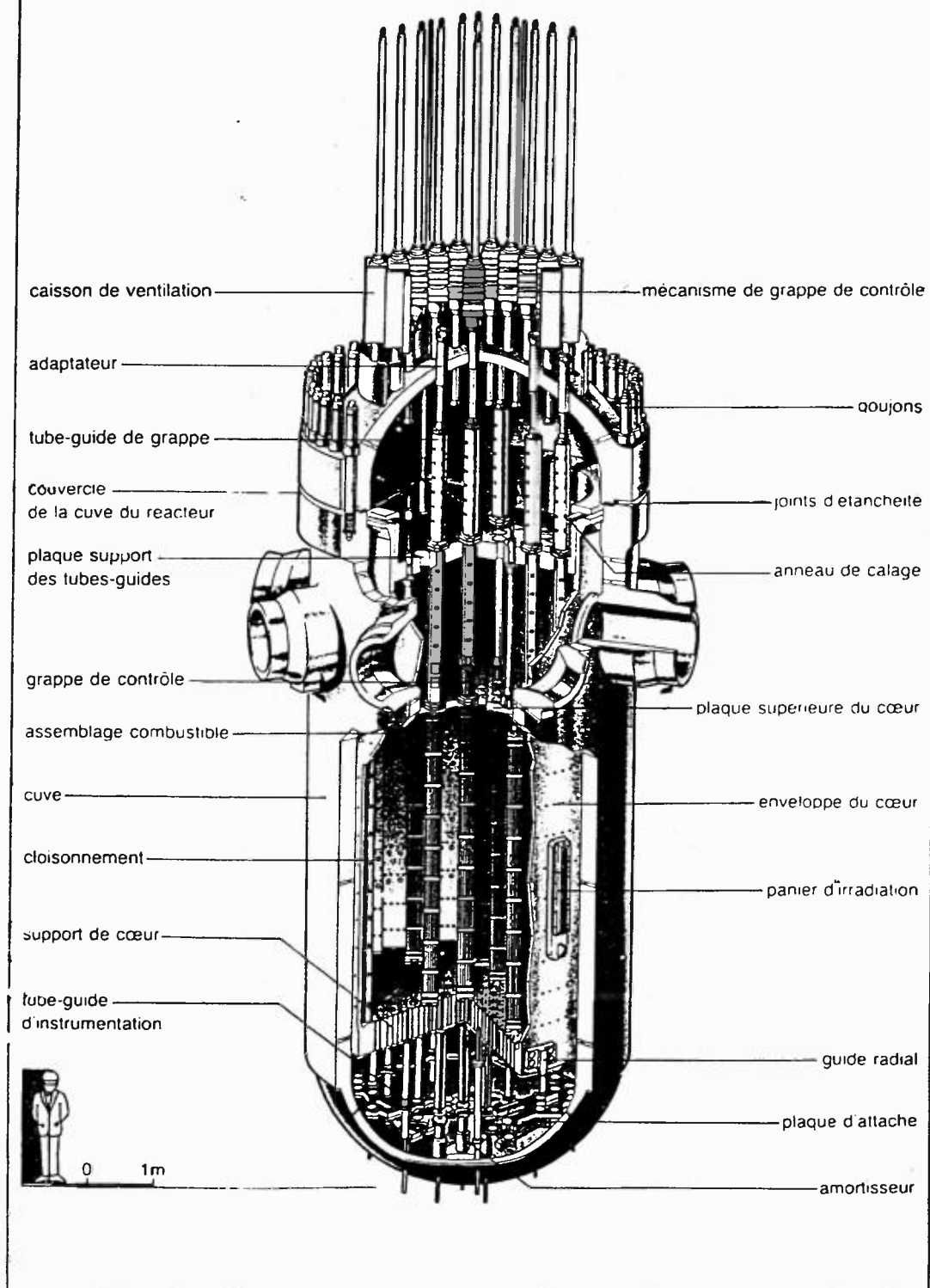
Historique (suite) :

7 décembre 2000	<i>Réunion technique (DSIN, DES et EDF) sur la situation des défauts d'étanchéité.</i>
27 janvier 2001	<i>Arrêt pour rechargement avancé d'un mois. Les mesures en gaz rares ont révélé le niveau de 150 000 MBq/t. Début de l'examen des 193 assemblages combustibles.</i>
1 février 2001	<i>Dégazage d'un réservoir du réacteur et rejet non contrôlé de gaz radioactifs pendant 3 minutes (incident non classé).</i>
2 mars 2001	<i>Déclenchement d'une alarme de surveillance de la radioactivité ambiante et évacuation du bâtiment réacteur.</i>
6 mars 2001	<i>Déclenchement d'une alarme de surveillance de la radioactivité ambiante et évacuation du bâtiment réacteur.</i>
12 mars 2001	<i>EDF rend public le défaut générique des vannes sur les réacteurs de Belleville, Cattenom, Glofesch, Nogent et Penly.</i>
15 mars 2001	<i>Suite aux premières investigations, EDF découvre 28 assemblages présentant des défauts d'étanchéité.</i>
16 mars 2001	<i>Premier communiqué d'EDF sur le site Web, confirmant les défauts d'étanchéité.</i>
19 mars 2001	<i>Classement par la DSIN au niveau 1/INES de l'incident des défauts d'étanchéité.</i>
25 avril 2001	<i>La DSIN découvre lors d'une inspection sur le thème "protection et interrupteurs d'arrêt d'urgence" l'incident du disjoncteur survenu le 14 octobre 2000.</i>
27 avril 2001	<i>Reclassement par la DSIN au niveau 2/INES de l'incident générique des vannes.</i>
30 avril 2001	<i>Communication de la DSIN sur le site Web sur le défaut générique des vannes.</i>
11 mai 2001	<i>Accord de la DSIN pour la réalisation des modifications sur les vannes des réacteurs concernés au plus tard le 20 mai 2001.</i>
11 juin 2001	<i>Communication de la DSIN sur le site Web sur les défauts d'étanchéité.</i>
19 juin 2001	<i>La DSIN reclasse l'événement du disjoncteur du 14 octobre 2000 au niveau 1/INES, pour défaut de culture de sûreté.</i>
29 juin 2001	<i>Réunion (DSIN, DES et EDF) sur les défauts d'étanchéité.</i>
9 juillet 2001	<i>Communication d'EDF sur le Web sur les défauts d'étanchéité.</i>
13 juillet 2001	<i>Instruction par la DSIN de la demande de redémarrage du réacteur.</i>
13 août 2001	<i>La DSIN autorise le rechargement du réacteur.</i>
17 août 2001	<i>Début du rechargement en combustible du réacteur.</i>
31 août 2001	<i>La DSIN autorise le redémarrage du réacteur 3</i>

Annexe 2 : Note technique sur les assemblages combustibles

Le cœur d'un réacteur 1300 MWe, comme ceux de Cattenom, est constitué de 193 assemblages juxtaposés dans une cuve en acier, et composés chacun de 264 gaines métalliques solidaires de 4 mètres de long, appelées crayons combustibles. Siège de la fission nucléaire, la gaine de combustible joue également le rôle fondamental de première barrière de confinement, en évitant la contamination du circuit primaire par les produits radioactifs. Les deux autres barrières de confinement qui s'interposent entre la source de rayonnement et l'environnement extérieur sont la cuve en acier, qui abrite le cœur du réacteur et son circuit de refroidissement, et le bâtiment réacteur, enceinte étanche en béton (voir *Schéma 1*, page suivante).

Cuve du réacteur



Source : EDF, 1982

Hermétiquement soudés à leurs extrémités, ces crayons, en alliage non corrosif, renferment des pastilles de dioxyde d'uranium, d'un centimètre de diamètre et pesant sept grammes. L'assemblage est maintenu par une structure porteuse constituée de 24 tubes guides, par les embouts supérieur et inférieur et par dix grilles réparties sur toute la hauteur de l'assemblage.

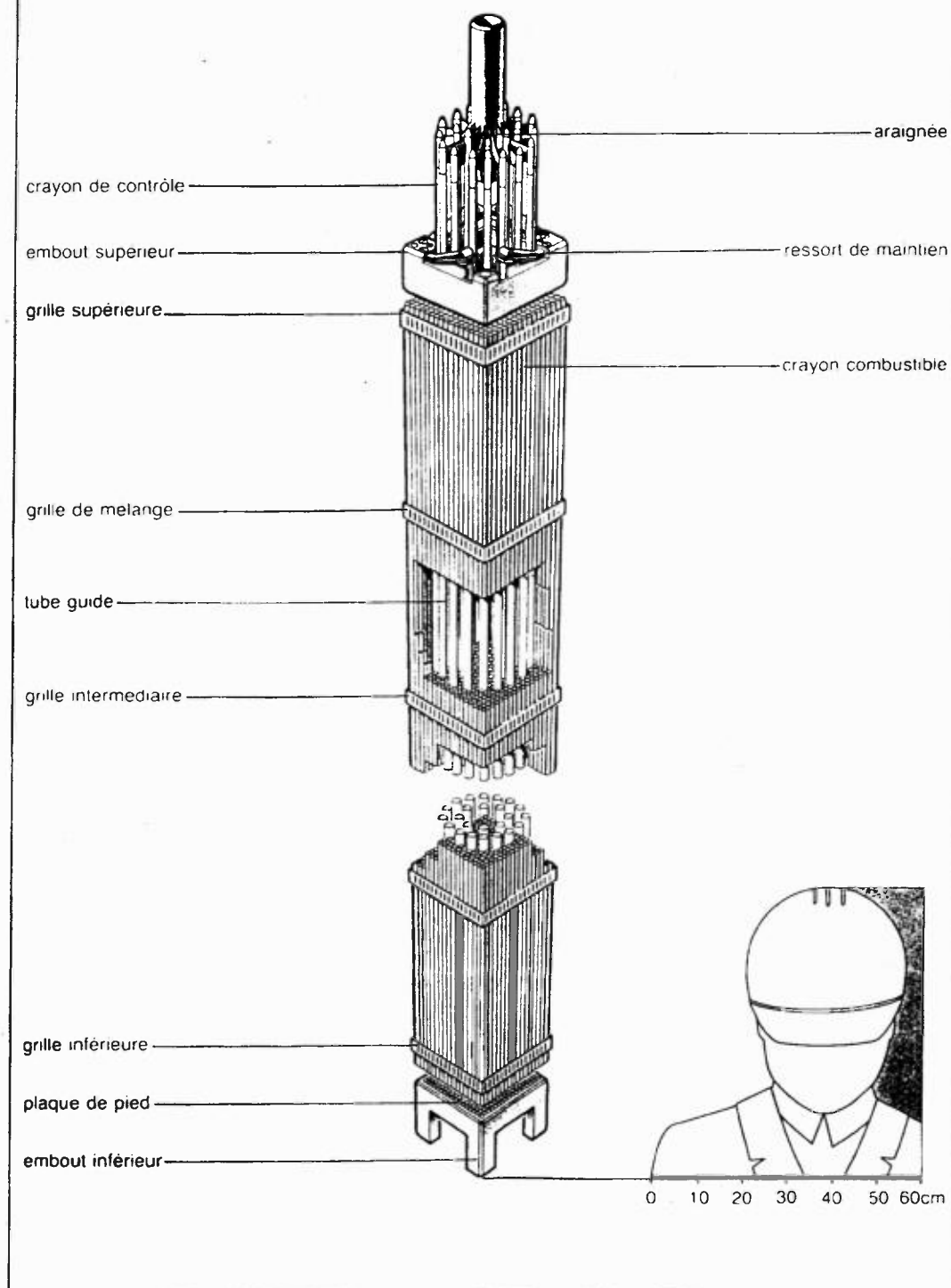
Photographie : Assemblage combustible



Source : EDF

Outre le maintien des crayons combustibles, les tubes guides des assemblages servent aussi à guider les crayons des grappes de contrôle, nécessaires à l'arrêt du réacteur. Les grappes de contrôle se trouvent hors du coeur en fonctionnement et chutent dans les assemblages en cas d'arrêt d'urgence afin d'étouffer la réaction, grâce aux absorbants placés dans chacun de leurs crayons (voir *Schéma 2*, page suivante).

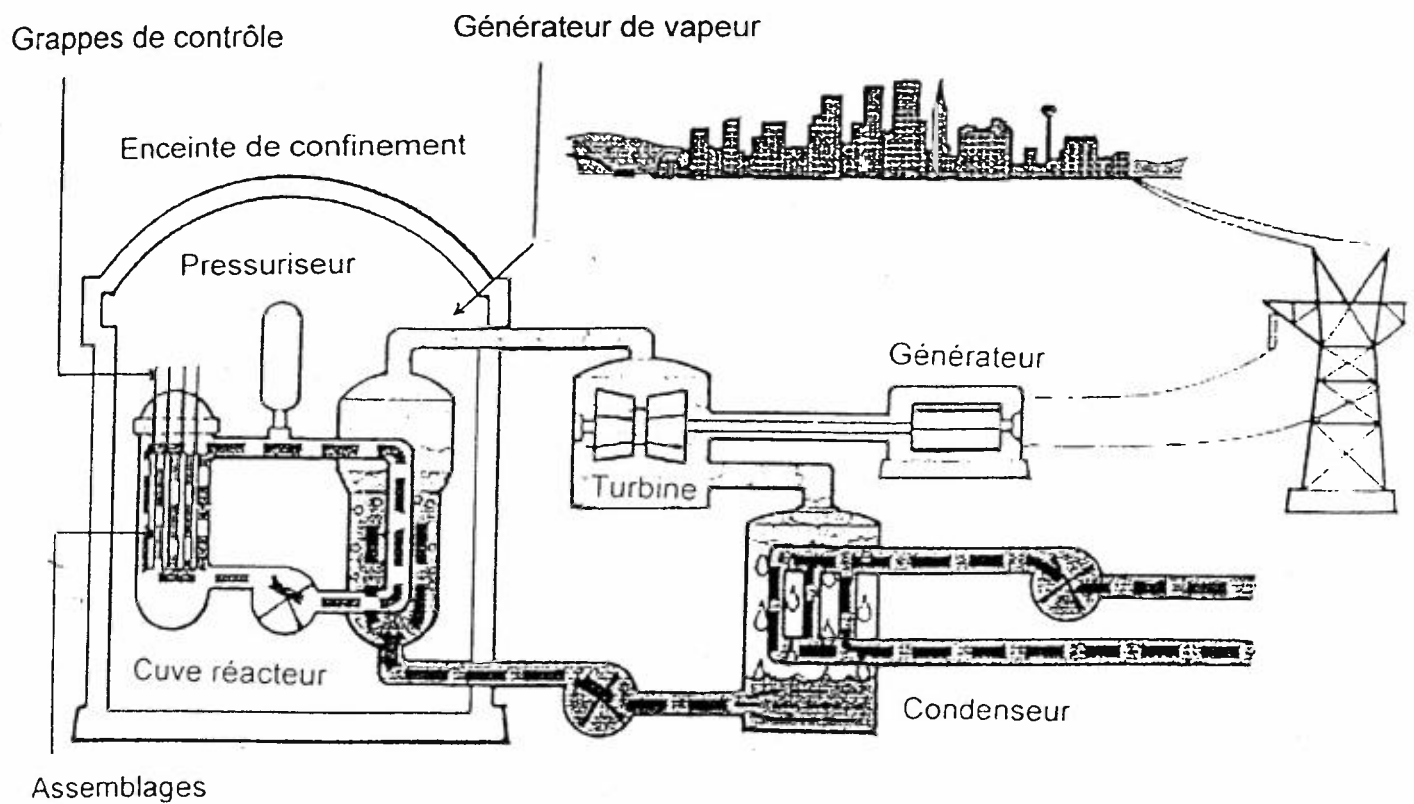
Elément combustible



Source : EDF, 1982

Annexe 3 : Note technique sur les spécifications radiochimiques d'exploitation

Le circuit primaire de refroidissement est un circuit fermé qui assure la circulation de l'eau chargée d'extraire la chaleur dégagée par le cœur du réacteur (voir *Schéma 3*, page suivante).



Production de l'électricité nucléaire

Source : NRC

Les caractéristiques chimiques du fluide primaire comprennent notamment :

- de l'oxygène dissous ;
- des chlorures ;
- des fluorures ;
- de l'hydrogène dissous ;
- des solides en suspension ;
- un agent de contrôle de pH ;
- de l'acide borique ;
- de la silice ;
- du calcium ;
- du magnésium ; et
- de l'aluminium.

Des mesures régulières de la radioactivité dans l'eau du circuit primaire du réacteur permettent de détecter des défauts d'étanchéité au niveau des gaines du combustible. Ce sont les règles d'exploitation qui définissent les modes de mesures et leur périodicité ainsi que la marche à suivre lorsqu'un seuil limite est atteint. La présomption de défauts importants par exemple commande notamment l'arrêt anticipé du réacteur.

Les spécifications radiochimiques ont été élaborées par EDF et approuvées par l'Autorité de sûreté. Pour un réacteur en exploitation, elles requièrent la mesure des activités suivantes du circuit primaire :

- l'activité des gaz de fission (somme des gaz en Xénon et en Krypton) ;
- l'activité des composants iodés (équivalent Iode 131) ; et
- l'activité en Iode 134.

A chaque mesure correspond donc une valeur limite d'activité instantanée qui permet de juger de l'état des gaines combustibles et de dire si le réacteur peut être maintenu en fonctionnement, doit être soumis à une surveillance renforcée ou simplement arrêté. Ainsi les mesures d'activité des composants iodés permettent notamment de confirmer la présence d'au moins un défaut d'étanchéité et d'en estimer la taille. La présence de l'Iode 134 révèle l'existence d'un défaut d'étanchéité important se traduisant par la dissémination d'une partie de la matière fissile dans le fluide primaire.

Les principales limites d'activité instantanée prévues par les règles générales d'exploitation

Gaz mesuré	Seuil	
Gaz rares	>150 GBq/t	Surveillance renforcée et fin de suivi de charge
Equivalent Iode 131	>4 GBq/t	
Iode 134	>5 GBq/t	
Gaz rares	>500 GBq/t	Arrêt du réacteur sous 48 h
Equivalent Iode 131	>20 GBq/t	
Iode 134	>10 GBq/t	
Gaz rares	>1000 GBq/t	Arrêt du réacteur sous 8 h
Equivalent Iode 131	>40 GBq/t	

Source : DSIN

Annexe 4 : Les mesures radiochimiques effectuées par le CNPE de Cattenom

Trois méthodes de mesure ont été effectuées par le CNPE de Cattenom et/ou un laboratoire extérieur, à sa demande. Elles donneront, chacune, des valeurs différentes. Une première mesure alpha, dite mesure d'évaporation et utilisée pour réaliser des contrôles sur les rejets dans l'environnement, a donné la valeur de 4 Becquerels/litre (Bq/l), le 6 septembre 2000. Il s'agit du niveau seuil de Rupture de Gaine Sérieuse (RGS). Celle-ci se traduit par une fissuration du crayon combustible qui induit la dispersion d'éléments radioactifs dans le circuit primaire, élevant ainsi son taux de radioactivité. Suite à la détection de tels phénomènes, des seuils réglementaires prédéfinis s'appliquent alors pour la gestion du fonctionnement du réacteur.

EDF a ensuite choisi de mettre en place la méthode de mesure par co-précipitation. Mais manquant de réactifs chimiques, il lui aura fallu une « *quinzaine de jours* » avant de pouvoir effectuer les mesures qui donneront des résultats de l'ordre de 15 Bq/l. Un second prélèvement a alors été envoyé à un autre site, qui trouvera la valeur impressionnante de 30 Bq/l. Enfin, la spectrométrie alpha réalisée sur un site du Commissariat à l'Energie Atomique (CEA), révélera une valeur douteuse de 1,6 Bq/l.

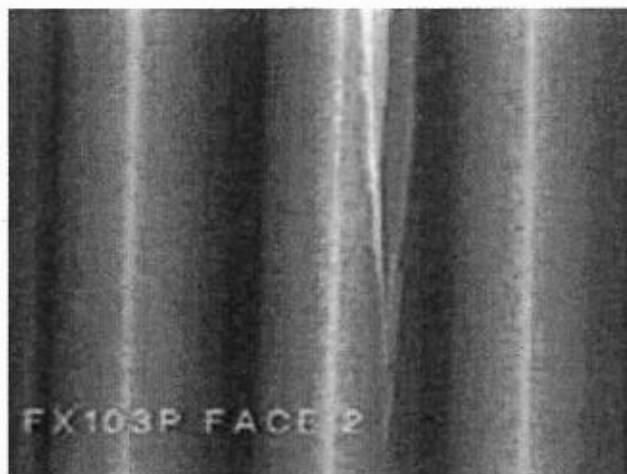
Exemples de mesures effectuées sur le fluide du réacteur 3 de Cattenom - à partir d'août 2000

Date	Laboratoire	Mesure	Résultat
06/09/01	CNPE Cattenom	Mesure alpha d'évaporation	4 Bq/l
	CNPE Cattenom	Mesure par co-précipitation	15 Bq/l
	Autre site	Mesure par co-précipitation	30 Bq/l
	Laboratoire CEA	Spectrométrie alpha	1,6 Bq/l
16/11/00		Activité gaz	78 700 MBq/t
16/11/00		Valeur Eq Iode 131	2 070 MBq/t
16/11/00		Valeur Iode 134	3900 MBq/t
27/11/00		Valeur Iode 134	3900 MBq/t

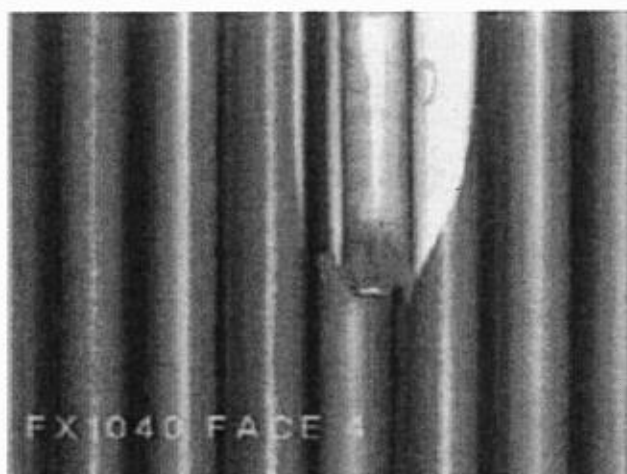
Source : EDF

Annexe 5 : Photographies des dégâts constatés à Cattenom

Photographie 2 et 3: Exemples de fissures constatées sur les gaines combustibles du réacteur n°3 de Cattenom



Photographie 2



Photographie 3

Source : DSIN

Annexe 6 : Les taux de défaillances du combustible

Le taux de défaillances du combustible est le rapport entre le nombre d'assemblages combustibles comportant au moins un crayon inétanche et le nombre d'assemblages combustibles chargés en réacteur. Pour l'année 2000, six assemblages inétanches ont été découverts sur les 44 réacteurs déchargés au cours de cette année.

Évolution du taux de défaillances sur les réacteurs du parc français

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Réacteurs 900 MWe	0,50%	0,22%	0,11%	0,10%	0,06%	0,04%
Réacteurs 1300MWe	0,27%	0,3%	0,19%	0,40%	0,09%	0,17%
Taux moyen du parc	0,41%	0,26%	0,14%	0,19%	0,07%	0,08%

Source : DSIN

Annexe 7 : Dysfonctionnements de grappes de commande en 1997

Incidents survenus sur les grappes de commande sur des réacteurs 1300 MWe en 1997

Réacteur	Date	Insertion incomplète	Absence de rebond
Nogent 1	Janvier 1997		2
	Mars 1997		3
	Avril 1997	2	3
Nogent 2	Août 1997	6	
Paluel 3	Janvier 1997	7	
Paluel 4	Mai 1997		3
Saint-Alban 2	Août 1997	1	2
	Septembre 1997	1	1
Flamanville 1	Août 1997		4
Cattenom 4	Septembre 1997		1
Penly 1	Octobre 1997		1
Cattenom 1	Novembre 1997		1
Total	1997	17	21

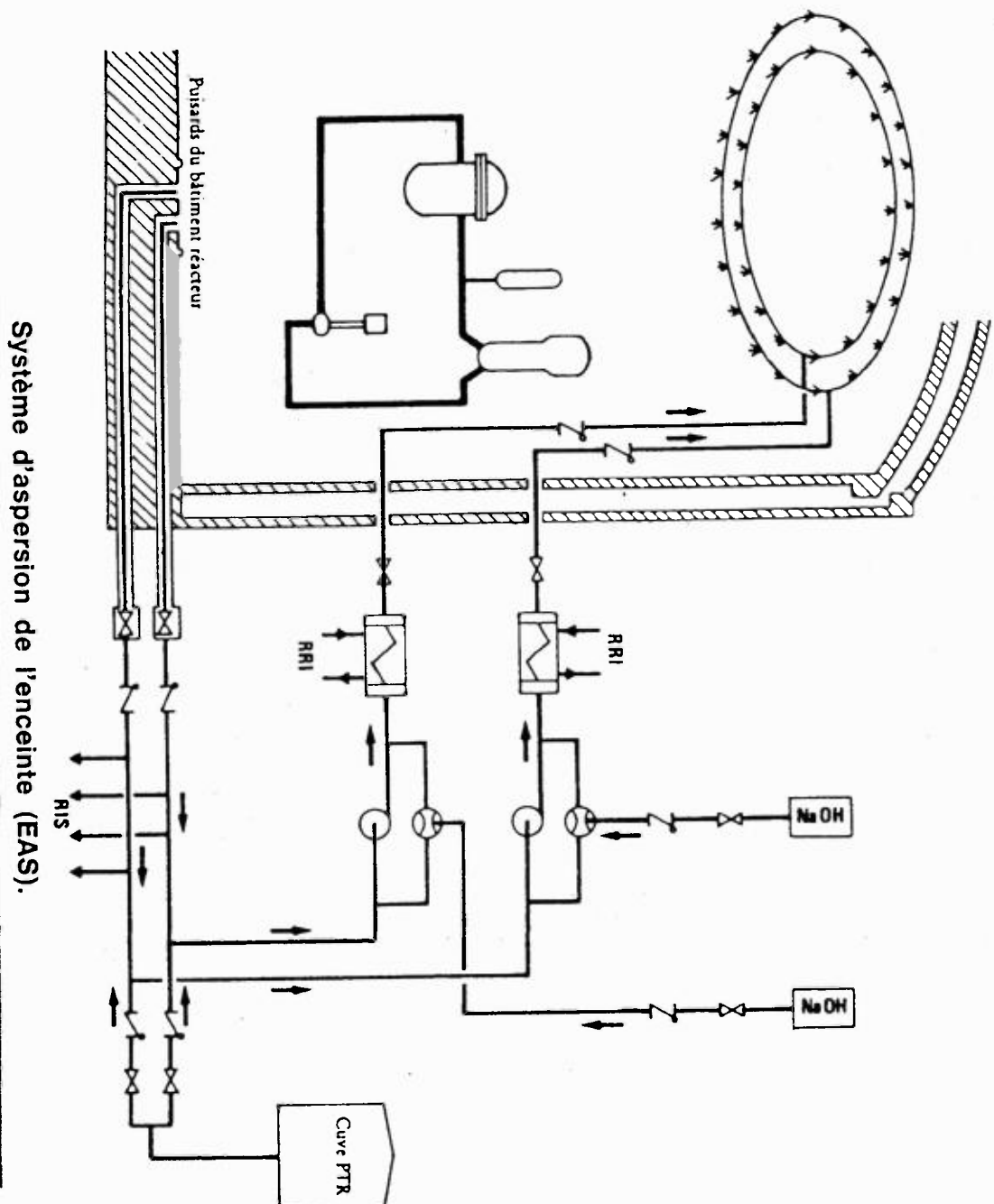
Source : DSIN

Annexe 8 : Note technique sur les vannes

Le système d'aspersion EAS

Le système d'aspersion EAS⁵⁹ de l'enceinte est destiné à condenser les vapeurs dégagées en situation accidentelle et à abaisser la pression et la température de l'atmosphère du bâtiment réacteur. Il permet aussi de déposer au sol l'Iode radioactif dégagé en cas de fuite du circuit primaire. Il comporte deux circuits d'injection qui sont alimentés par le réservoir PTR en premier lieu, puis par l'eau collectée dans les puisards du bâtiment réacteur (*Schéma 4, page suivante*).

⁵⁹ EAS : Aspersion d'eau dans l'enceinte et re-circulation de l'eau d'aspersion (E pour enceinte de confinement)



Système d'asperion de l'enceinte (EAS).

Les circuits d'injection de sécurité (RIS)

Les circuits d'injection de sécurité RIS⁶⁰ permettent lors des accidents de perte de réfrigérant primaire d'introduire une quantité d'eau dans le circuit primaire pour assurer le refroidissement du cœur. Au cours d'une phase accidentelle, les pompes aspirent dans un premier temps l'eau contenue dans le réservoir PTR⁶¹ (dont la fonction normale est de stocker l'eau nécessaire aux piscines de manutention du combustible), puis dans un deuxième temps l'eau issue de la fuite du circuit primaire qui est recueillie dans les puisards du bâtiment réacteur. Cette eau est injectée dans la branche "froide" en entrée de cuve de réacteur et dans la branche "chaude" en sortie de cuve.

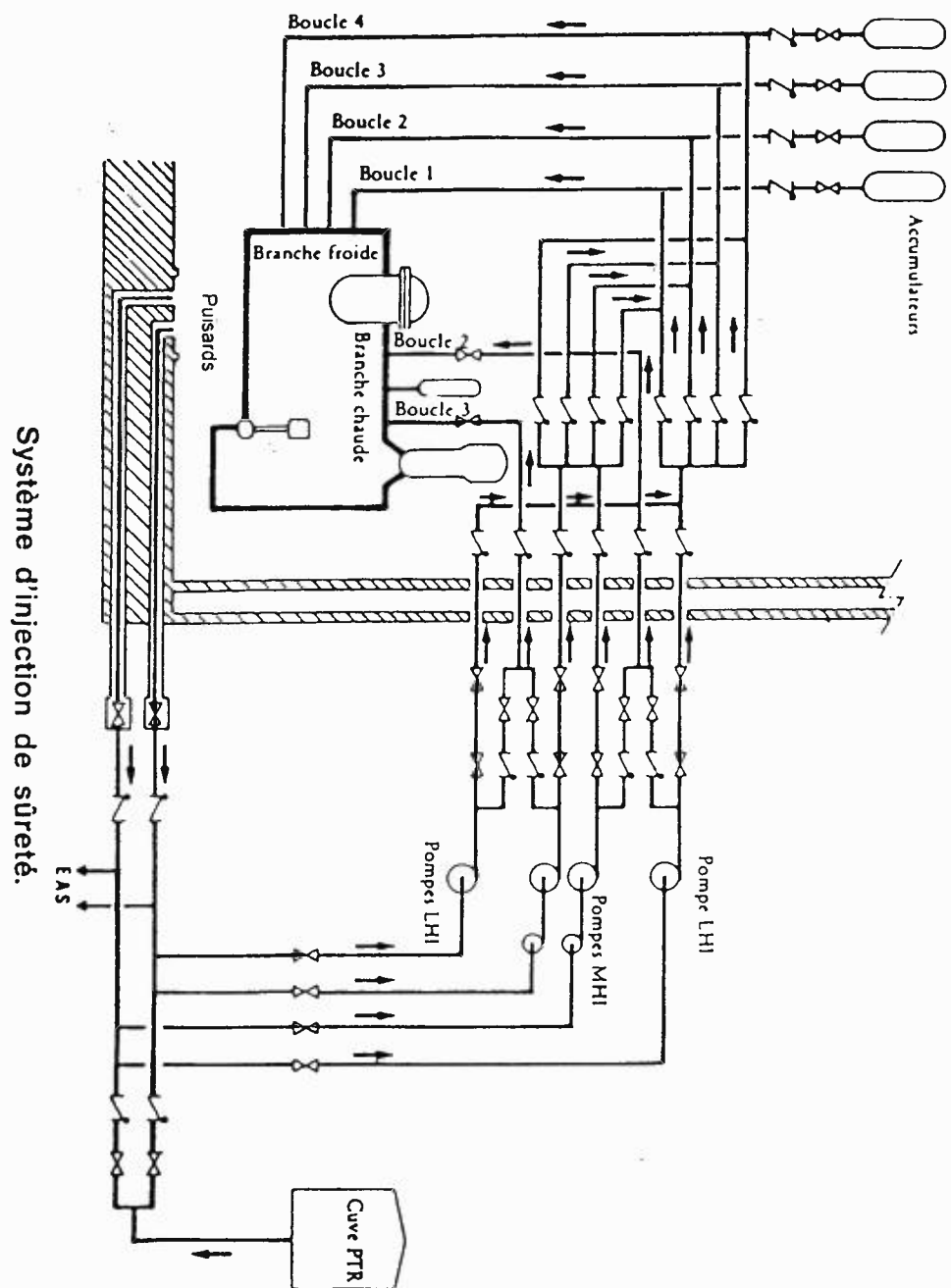
Ce système d'injection de sécurité n'est pas utilisé en fonctionnement normal, c'est un circuit de sauvegarde, d'une importance capitale en termes de sûreté notamment dans les cas suivants :

- lors d'un accident de perte de réfrigérant primaire, il assure le rôle de confinement des substances radioactives pour les parties extérieures à l'enceinte de confinement utilisées pour la re-circulation du fluide primaire vers le réacteur.
- En cas de rupture d'un mécanisme de commande de grappe de contrôle avec éjection d'une grappe de contrôle.

Des problèmes liés aux systèmes d'injection de sécurité sur les 1300 MW ont été déclarés à l'autorité de sûreté dès 1988. Ils concernaient la motorisation des robinets du RIS : fermeture incomplète, difficulté à l'ouverture. Des fissures avaient aussi été découvertes sur ce type de circuit des réacteurs de Cattenom 1, 3 et 4 (INES 2) en juin 1991 ainsi que sur d'autres réacteurs 1300 MWe (*Schéma 5, page suivante*).

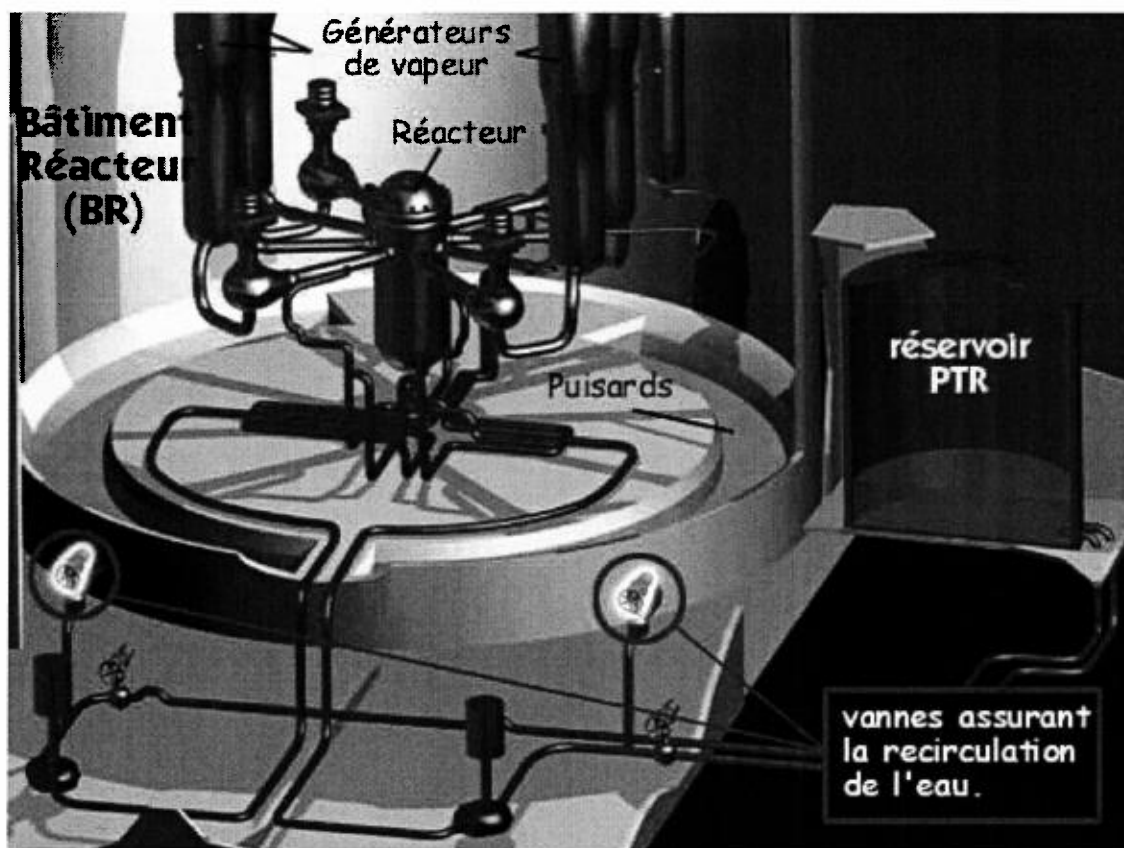
⁶⁰ RIS : Système d'injection de sécurité (R pour réacteur)

⁶¹ PTR : Traitement et refroidissement d'eau des piscines (P pour piscine de stockage des combustibles).



Annexe 9 : Les vannes concernées par le défaut générique

Schéma 6
Vannes de circuit concernées par le défaut générique



Source : EDF

D INFORMATION DE L'AUTORITÉ DE SÛRETÉ

Le 18 octobre 2000 (17h30), le CNPE de Cattenom a informé la DRIRE, par téléphone, de l'occurrence de Ruptures de Gaines Sérieuses sur le réacteur 3.

D'après les éléments que vous nous avez fournis par la suite, il s'avère que vous aviez diagnostiqué une évolution anormale de l'activité du fluide primaire depuis juin 2000.

Le 6 septembre 2000, le seuil de 4 Bq/l (Rupture de Gaine Sérieuse : 4 kBq/t) a été atteint puis confirmé à plusieurs reprises (le 20/09 : 13 Bq/l ; le 22/09 : 17 Bq/l ; le 02/10 : 33 Bq/l ; le 05/10 : 13 et 16 Bq/l ; le 11/10 : 12 et 16 Bq/l) par différentes méthodes.

L'absence d'information de l'Autorité de Sûreté sur les phénomènes observés depuis juin 2000 et en particulier depuis le 6 septembre 2000 où le seuil de rupture de gaine sérieuse (RGS) a été atteint, est inadmissible. En effet, il est clairement spécifié dans les spécifications radiochimiques (p4/36 du livret GDL) que les méthodes de mesures de l'activité sont normalisées. Aussi, vos arguments relatifs à la validation de la méthode ne sont en aucun cas recevables.

ID ANALYSE DES INTERACTIONS POTENTUELLES "CONDUITE DE TRANCHE/RGS"

Au vu des rapports hebdomadaires portant sur la période du 27/12/99 au 17/07/00, nous constatons que la tranche 3 a été soumise à de fréquentes variations de puissance allant jusqu'à sa mise à l'arrêt notamment les fins de semaine. Ces variations de puissance sont susceptibles de conduire à de fortes sollicitations du combustible.

Aussi, je vous demande de prendre position sur l'impact d'un tel mode de fonctionnement sur les dégradations du combustibles observées. En outre, je vous demande de déterminer le taux de combustion des crayons inétanches dans la perspective d'évaluer la cinétique de relâchement jusqu'au terme du cycle en cours.

Vous me préciserez, à cet effet, la comptabilisation des crédits A et K relatifs au fonctionnement à puissance intermédiaire et à puissance réduite de la tranche 3 depuis le début du cycle et prendrez position sur le respect des gradients de prise de charge imposés par les spécifications techniques d'exploitation.

III. SPÉCIFICATIONS RADIOCHIMIQUES

En cohérence avec les éléments de réponse au point précédent, je vous demande de prendre position sur la l'incidence d'un fonctionnement du réacteur autorisant le réglage primaire de fréquence sur les relâchements des produits de fission attendus. Il me paraît également opportun que vous vous prononciez sur l'acceptabilité de la poursuite du cycle en cours, dans l'éventualité où les crayons de combustibles rompus seraient fortement sollicités.

Je souhaite être informé de tout dépassement des seuils des spécifications radiochimiques portant sur l'activité en Iod 131 instantané, en somme des gaz rares ou en limite de dissémination d'oxyde.

IV. CONSÉQUENCES DES RGS

IV.1) Activité externe du bâtiment réacteur

Les deux seuils de mesure d'activité (alarmes KRT 37 AA1 et KRT 37 AA2) de l'enceinte ont été franchis le 21 octobre 2000.

Ces deux seuils étaient fixés à :

- seuil 1 (alarme KRT 37 AA1) : 3,9 MBq/m³,
- seuil 2 (alarme KRT 37 AA2) : 4 MBq/m³.

Le seuil 2 a été atteint avant que les résultats du prélèvement (suite au déclenchement de la première alarme) par le service environnement n'aient été connus. Aussi, je vous demande votre analyse sur la pertinence du réglage d'origine des seuils 1 et 2.

Afin de suivre au plus près le phénomène, vous avez procédé au recalage des seuils 1 et 2 respectivement à 4,2 MBq/m³ et 4,7 MBq/m³.

Je vous rappelle que le franchissement du seuil 2 conduit à l'isolement des traversées enceinte, afin de rester conforme au rapport de sûreté. Vous me ferez parvenir l'analyse de sûreté justifiant le recalage précité. La conséquence de ce choix sur la conduite accidentelle devra être étudiée, notamment pour les scénarii incidentels et accidentels demandant un isolement de l'enceinte de confinement.

Je vous demande de vous prononcer sur un recalage du seuil 1 à son niveau initial (3,9 MBq/m³).

Je vous demande également votre analyse relative à la contamination de l'enceinte du bâtiment réacteur (origine, mesures correctives ou préventives adoptées incidence sur le niveau de sûreté de votre installation...).

IV.2) Activité dans les réservoirs de traitement des effluents

Le bilan hebdomadaire (période du 2 au 8 octobre 2000) montre un déclenchement de l'alarme KRT 2 MA lors d'un prélèvement TEG 11 BA. Cette mesure a fait l'objet d'une déclaration d'EIS dont je vous demande de fournir l'analyse.

De plus, je vous demande de me préciser les mesures que vous envisagez si les limites d'activité étaient atteintes dans les réservoirs de stockage et de traitement des effluents

(TEG, TEF). En effet, dans cette situation, tout rejet concerté serait alors impossible sans excès particuliers.

IV.3) Prochain arrêt de tranches

Compte tenu de l'augmentation de l'activité dans le circuit primaire, je vous recommande d'envisager un arrêt pour réparation du combustible imminente avant l'arrêt programmé (VT) 1). Dans l'éventualité où vous privilégieriez la poursuite de l'exploitation de ce réacteur jusqu'au prochain arrêt programmé, une analyse relative aux conséquences environnementales du maintien en puissance de ce réacteur devra m'être fournie. L'attache une importance particulière à ce que l'observatoire sécurité / disponibilité de votre établissement soit consulté.

Par ailleurs, vous m'informerez des dispositions spécifiques retenues pour l'arrêt de ce réacteur, en termes de dosimétrie, de gestion des déchets et de gestion des effluents. Le retour d'expérience des événements ou incidents ayant conduit à une pollution importante du circuit primaire (Golfach 1 en 1997 et Flamanville 1 en 1999, notamment) devra être pris en compte.

V) DÉCLARATION D'INCIDENT SIGNIFICATIF

A ce jour, vous n'avez déclaré aucun incident significatif concernant cette situation.

Compte tenu de l'ensemble des éléments ci-dessus, je vous demande de vous prononcer sur une déclaration au titre du critère 9 de la Df 19 et d'envisager la nécessité de prendre en compte un facteur additionnel? comme manque de culture de sécurité.

—o—

❖ WISE-Paris répond à COGEMA :

Les conséquences de la chute d'un avion gros porteur sur La Hague dépasseraient l'imagination

WISE-Paris, 2 octobre 2001

[mise en ligne 03/10/2001]

Dans le texte suivant, WISE-Paris répond point par point aux affirmations de COGEMA, publiées dans un communiqué placé sur son site Internet (www.cogemalahague.fr) le 19 septembre 2001.

Dans un communiqué du 19 septembre 2001, COGEMA a vivement contesté les informations de WISE-Paris sur le risque potentiel que représentent ses installations de retraitement à La Hague face à la menace de chute d'avion de grande taille. Les attaques terroristes menées aux États-Unis le 11 septembre 2001 ont illustré de façon dramatique qu'il n'est désormais plus possible d'exclure un tel scénario sur la base de considérations probabilistes.

WISE-Paris a rendu public les résultats d'analyses effectuées dans le cadre d'une étude récente, selon lesquelles des scénarios d'accident grave entraînant une perte d'eau dans une piscine de refroidissement des combustibles usés conduiraient à un relâchement massif de substances radioactives, dont l'impact pourrait atteindre plusieurs dizaines de fois celui de l'accident de Tchernobyl. Il apparaît aujourd'hui que le crash d'un avion commercial doit être ajouté à la liste de ces scénarios.

Depuis, Michel Pouilloux, directeur de l'établissement COGEMA La Hague, a déclaré : *" Je crois qu'il faut faire une analyse " sur l'impact d'une chute d'avion, car " ce qui paraissait extrêmement improbable a été réalisé à New York. Il faut maintenant le le regarder " (1). COGEMA n'a donc mené, avant cette date, aucune étude approfondie d'un scénario de chute d'avion de ligne, hypothèse écartée par la réglementation applicable à la conception des installations nucléaires. Toutefois, le communiqué de COGEMA cherche à démontrer, point par point, " l'absence de rigueur " de l'étude menée par WISE-Paris (2) pour conclure qu'il est " irréaliste " de croire qu'un crash d'avion commercial sur La Hague pourrait conduire à une catastrophe.*

Il revient à COGEMA de fournir la démonstration à l'appui de cette conclusion rassurante ; le communiqué du 19 septembre 2001 n'en propose pas. Les quelques éléments livrés par COGEMA, s'ils restent minces et adoptent parfois un ton diffamatoire, offrent cependant l'opportunité d'amorcer un débat sur le fond, que WISE-Paris souhaite aussi rigoureux que possible. En particulier, les points détaillés ci-après du communiqué COGEMA du 19 septembre 2001 (citations reprises en couleur) appellent nos commentaires.

1) *" L'absence de rigueur scientifique de l'étude de WISE-Paris est d'abord illustrée par la comparaison faite avec Tchernobyl. Non seulement, l'usine de La Hague est une installation industrielle chimique ne s'apparentant en aucune façon à un réacteur nucléaire, mais son activité même réduit les risques d'accidents dus à une chute d'avion.*

Il ne s'agit évidemment pas d'affirmer que le scénario d'accident observé à Tchernobyl peut se reproduire à l'identique dans une piscine d'entreposage de combustible irradié. Mais ceci ne signifie en rien qu'un scénario spécifique conduisant au même type de relâchement massif de substances radioactives est impossible. De fait, la NRC a publié en octobre 2000 aux États-Unis une étude (3) décrivant des scénarios de cet ordre (vidange accidentelle des piscines, feu de zirconium, etc.). La comparaison proposée par WISE-Paris ne porte pas sur les scénarios eux-mêmes, mais sur l'impact de scénarios différents conduisant à des effets de même nature (relâchement et dispersion de grandes quantités de césium-137).

Les usines de retraitement de La Hague constituent effectivement une *" installation industrielle chimique "* d'un type très particulier, qui n'a assurément rien à voir - sauf la présence de matières nucléaires - avec un réacteur. Il n'est cependant pas du tout évident que, comme l'affirme COGEMA, sa spécificité se traduise par une réduction des risques. Au contraire, on peut légitimement s'interroger sur les impacts potentiels d'un crash d'avion sur le site de La Hague par rapport à une autre installation nucléaire lorsqu'on sait quel inventaire de matières radioactives y est rassemblé : le site concentre dans ses piscines de refroidissement une quantité de combustible équivalente à 70 cœurs de réacteurs environ (4), à laquelle s'ajoutent dans d'autres entreposages de l'ordre de 55 tonnes de plutonium séparé pulvérulent (5) et plus d'un millier de mètres cubes de déchets hautement radioactifs à vie longue.

Cette logique de concentration ne peut qu'accroître à la fois les possibilités de scénario de relâchement massif et les quantités mises en jeu dans de tels scénarios. C'est le sens de l'évaluation rendue publique par WISE-Paris : un accident grave produisant un relâchement majeur conduirait à la dispersion dans l'environnement de quantités très supérieures à celles relâchées par l'accident de Tchernobyl, avec un impact potentiel en proportion.

2) *" Le combustible usé présent sur le site y est en effet moins vulnérable que dans une centrale nucléaire ou à proximité. Quant aux résidus vitrifiés issus du traitement, ils sont totalement inertes et exempts de tout risque. "*

La vulnérabilité comparée du combustible nucléaire dans les centrales ou dans les piscines d'entreposage à La Hague dépend de la résistance des structures qui l'abritent. COGEMA fait état de parois en béton armé allant de 80 cm à 1,60 m *" en moyenne "*, mais n'indique pas quelle est l'épaisseur exacte de la partie la plus exposée, c'est-à-dire la dalle de toit du bâtiment d'entreposage. L'enceinte de confinement des réacteurs français de 900 MW mesure 90 cm, ceux de 1.300 et 1.450 MW possèdent deux enceintes successives de 55 cm et 1,20 m séparées par un vide de deux mètres (6). Un réacteur de 1.300 MW mesure environ 40 m de diamètre pour 50 m de haut, que l'on peut comparer aux 90 m de long pour 30 m de large des bâtiments abritant les piscines C, D et E. La protection des piscines semble donc au mieux comparable - et plus probablement inférieure - à celle des réacteurs, dont l'autorité de sûreté, la DSIN, a reconnu le 13 septembre qu'ils n'étaient pas dimensionnés pour résister à une chute d'avion commercial... On comprend pourquoi : d'après les évaluations menées par la NRC, la probabilité de pénétration d'un avion de masse supérieure à 5,4 t dans un mur en béton de 1,20 m, soit la médiane des chiffres avancés par la COGEMA, est supérieure à 55 %. Les avions de ligne atteignent des poids de plusieurs centaines de tonnes, et ont en cas de choc un impact plusieurs dizaines à plusieurs centaines de fois supérieur à celui pris en compte dans le dimensionnement des installations nucléaires.

Concernant les déchets vitrifiés issus du retraitement, leur caractère inerte est la condition nécessaire à la non dispersion d'origine interne aux colis des produits de fission hautement radioactifs et des actinides à durée de vie très longues qu'ils

contiennent. Un évènement d'origine externe peut cependant conduire à leur dispersion si l'apport énergétique est suffisant : il s'agit dès lors d'évaluer la résistance de ces colis aux conditions de choc et de chaleur d'une chute de gros avion avec incendie de kérosène, et non pas d'affirmer abruptement que ces colis sont " *exempts de tout risque* ".

D'après les informations recueillies par WISE-Paris, les spécifications techniques concernant les déchets vitrifiés, indiqueraient que ce type de déchet doit être maintenu en permanence à une température inférieure à 510°C, qu'à 546°C le verre utilisé commence à se déformer et qu'il devient liquide à 1.160°C - une température que peut dépasser un feu de kérosène. De plus, ces déchets hautement actifs sont issus de la vitrification des solutions liquides contenant les " résidus " du retraitement. Les usines de La Hague opèrent depuis 1990-1991 la vitrification " en ligne ", c'est-à-dire sans entreposage des déchets sous leur forme liquide. COGEMA a cherché depuis cette date à vitrifier les stocks de déchets liquides entreposés avant l'ouverture de ces ateliers. Il n'est pas exclu que des stocks résiduels de déchets hautement actifs subsistent à ce jour sur le site sous leur forme liquide d'origine, beaucoup plus dispersable que la forme vitrifiée (7). Il semblerait par ailleurs que les spécifications techniques fassent état d'une durée d'entreposage d'un an entre la concentration des produits de fission et leur vitrification, ce qui impliquerait l'existence d'un stock tampon significatif de déchets liquides de haute activité.

D'autres problèmes semblent être soulevés au vu de ces mêmes spécifications techniques, concernant les déchets bitumés. Ces déchets correspondent aux boues produites lors des opérations de retraitement, qui jusqu'en 1998 (8), étaient coulées avec du bitume dans des fûts métalliques de 210 et 225 l, possédant une paroi d'un millimètre d'épaisseur. Ces déchets deviennent fluides vers 50°C, brûlent lorsqu'ils sont soumis à un feu de 350°C, et s'enflamment spontanément lorsque la température ambiante atteint environ 400°C. Fin 1999, de l'ordre de 2.350 m³ (9.898 fûts) de déchets bitumés étaient entreposés sur le site de La Hague.

Il faut par ailleurs noter les grandes quantités de boues (9.300 m³), de coques et embouts (2.245 t), de magnésium (9) et de graphite (2.930 m³) stockées en vrac dans des silos. Ces silos ont déjà démontré leur sensibilité au feu le 6 janvier 1981, en provoquant l'accident recensé le plus important (classé niveau 3 sur l'échelle INES) qui soit survenu sur le site de La Hague.

Enfin, COGEMA omet de mentionner les autres stocks énormes de matières radioactives entreposées sur le site, en particulier le plutonium entreposé sous forme de poudre - donc fortement dispersable en cas de scénario de relâchement, ainsi que des quantités inconnues d'uranium de retraitement potentiellement sous forme liquide (10).

3) " Par ailleurs, WISE-Paris prend comme hypothèse le relâchement dans la nature de l'intégralité du césium contenu dans les combustibles en piscine. Cette hypothèse est dénuée de fondement scientifique. "

Une hypothèse précise sur le pourcentage de relâchement doit correspondre à un scénario précis de relâchement. Dans son évaluation, WISE-Paris ne s'intéressait pas à un scénario spécifique mais s'attachait au contraire à montrer l'impact potentiel de scénarios possibles de relâchement. L'étude d'octobre 2000 de la NRC, qui fournit la base de cette évaluation, indique clairement une fourchette possible de 50-100 % pour le relâchement du contenu en césium¹³⁷ d'une piscine dans les scénarios les plus pénalisants. WISE-Paris a retenu l'hypothèse 100 % et évalué les quantités relâchées dans cette hypothèse sur la base du contenu de la plus petite piscine de La Hague remplie à la moitié de sa capacité d'entreposage : on aboutit ainsi à 66 fois les quantités estimées de césium¹³⁷ relâchées par l'accident de Tchernobyl ; il est vrai qu'avec l'hypothèse basse de la fourchette NRC ce chiffre " tombe " à 33 fois. En outre, même un relâchement limité à quelques pour cent du contenu en césium de la plus petite piscine à moitié chargée conduirait à des conséquences totalement inacceptables.

L'affirmation de COGEMA selon laquelle l'hypothèse des 100 % est " *dénuée de fondement scientifique* " revient à avoir démontré qu'aucun scénario imaginable ne donnerait lieu à un tel relâchement. S'agissant de scénarios de perte de liquide dans les piscines et de propagation d'incendie par " feu de zirconium ", ce sont des calculs sur l'énergie dégagée qui permettent d'évaluer le taux de relâchement. Les analyses effectuées depuis par WISE-Paris (Les installations nucléaires exposées aux risques de chute d'avion) montrent que l'impact de la chute d'un avion gros-porteur sur une piscine de La Hague pourrait entraîner la destruction ou l'endommagement sévère de la piscine ciblée mais aussi de plusieurs piscines et d'autres ateliers du site.

4) " En premier lieu, les combustibles sont très bien protégés car contenus dans des gaines elles-mêmes assemblées et tenues dans des alvéoles métalliques, le tout placé sous quatre mètres d'eau. Leur refroidissement à une température moyenne de 40° est assuré en permanence et, dans l'hypothèse déjà improbable où ils se retrouveraient hors d'eau, plusieurs jours seraient nécessaires pour qu'ils parviennent à une température équivalente à celle atteinte dans les réacteurs. Enfin, la température des combustibles pourrait être maintenue, grâce aux moyens d'intervention dont dispose l'usine, à un niveau tel que les risques de fusion ultérieurs peuvent être écartés. "

Ces remarques s'appliquent aux scénarios d'accident ayant une cause interne, lié à un aléa dans la conduite de l'installation - vidange accidentelle d'une piscine, panne des circuits d'alimentation en eau... On peut discuter du déroulement de ce type de scénario, par exemple de la vitesse effective de vidange des piscines, ou de la température effectivement atteinte selon la configuration des combustibles, ou encore de l'efficacité réelle des moyens d'intervention.

Les propos rassurants de COGEMA sont sur ce point en contradiction avec l'étude récente de la NRC citée plus haut, qui conclut que ce type de scénario d'origine interne peut conduire à un relâchement massif de matières. Une étude IPSN (Institut de protection et de sûreté nucléaire) (11) de 1997, portant sur le dénoyage total de la piscine confirme qu' " *une première approche par calcul en cas de dénoyage total a montré qu'en l'absence d'aménagement complémentaire du bâtiment de la piscine D la température de l'air dans le bâtiment augmenterait de 10°C par heure et atteindrait ainsi 1.000°C au bout de quatre jours. Dans le cas d'un dénoyage partiel, du fait de l'inertie thermique de l'eau, cette même température, conduisant à un risque inacceptable de rupture de gaines, serait atteinte après environ sept jours* ".

Les mêmes remarques ne sont en revanche que peu valables dans le cas d'une origine externe telle que l'impact d'un avion, puisque celui-ci peut justement détruire ou affecter l'ensemble des protections décrites par COGEMA : les gaines et la géométrie des assemblages, la présence d'eau dans la piscine et les systèmes régulant sa circulation, et même la capacité de fonctionner des moyens d'intervention une fois la zone sinistrée et peut-être fortement contaminée.

Une étude IPSN (12), datant de 1997, a montré sous forme de compte rendu d'expériences qu'un feu alimenté par une tonne de kérosène répandu sur une surface de 20 m², dans une installation de 3.600 m³, porterait la température ambiante à 750°C en 15 minutes, 860°C en une heure et pourrait atteindre 1.200°C en 6 heures. D'autre part, la suppression de 365 mbar atteinte en 75 secondes au cours de l'expérience tend à montrer que l'incendie pourrait se propager à d'autres installations reliées au foyer de l'incendie via les systèmes de ventilation. Enfin, l'IPSN conclut dans son étude que " *ce résultat signifie que certaines règles appliquées actuellement sont, du point de vue de la protection des biens et des hommes, inadéquates* ". Rappelons que la piscine D prise en exemple dans les calculs de WISE-Paris mesure 16,6 m de large et 69 m de long pour une profondeur de 10,6 m ; le bâtiment qui la contient mesure 24 m de large, 77 m de long et 15,5 m de haut soit 1.848 m² pour 28.644 m³. La surface au sol du bâtiment est donc 92,4 fois celle utilisée dans les expériences décrites par l'IPSN, le volume près de 8 fois. Un Boeing 767 peut embarquer jusqu'à 90.770 l de kérosène soit environ 90 t, ou encore 90 fois les quantités de carburant utilisées lors des expérimentations IPSN. Bien que ceci ne puisse pas constituer une démonstration scientifique, les ordres de grandeur précédents laissent supposer que l'incendie consécutif à un crash sur une piscine puisse être plus pénalisant encore que celui de l'IPSN, ce qui laisserait bien peu de temps aux " *moyens d'intervention* " invoqués par COGEMA pour agir.

5) " COGEMA a étudié, bien avant les attentats commis aux Etats-Unis, l'éventualité d'un accident provoquant la vidange totale des piscines. Il est apparu que cette vidange ne serait pas immédiate et que le réchauffement des matières radioactives s'étalerait sur plusieurs jours, laissant le temps au dispositif anti-incendie de l'usine d'intervenir avec efficacité. En effet, l'usine COGEMA de La Hague dispose d'un centre de secours et d'un effectif d'une cinquantaine de pompiers hautement spécialisés et familiers des installations. Les capacités d'intervention anti-incendie propres au site sont équivalentes à celles d'une ville de 35 000 habitants. "

Certes l'élévation de température " naturelle " des combustibles se retrouvant hors d'eau est un scénario calculable et probablement prévu dans le dimensionnement des dispositifs de sûreté, mais là encore, la COGEMA étudie le cas d'une défaillance interne dont les conséquences s'étalent dans le temps, laissant ainsi une marge de manœuvre suffisante aux dispositifs de sûreté pour se mettre en œuvre.

Le scénario accidentel de chute d'avion se déroule sur une durée très courte, avec une zone à prendre en compte qui dépasserait largement la surface du bâtiment considéré et avec un apport d'énergie thermique considérable. Par conséquent, le bon fonctionnement des dispositifs de sûreté pourrait être mis en jeu, l'intégrité de la piscine remise en question et la durée de vidange écourtée, sous l'effet combiné de l'impact puissant et de la chaleur intense (jusqu'aux alentours de 2.000°C) que dégagerait un feu alimenté par plusieurs dizaines de tonnes de kérosène. Lors des événements de New York du 11 septembre 2001, ce sont les équipes de secours et les pompiers d'une ville de plusieurs millions d'habitants qui ont été mises en œuvre.

6) " L'usine de La Hague bénéficie de ce que l'on appelle une défense en profondeur. La quasi-totalité de ses bâtiments sont ainsi protégés par une épaisse couche de béton d'une extrême robustesse. "

Rien, dans les informations fournies à ce jour par COGEMA, n'indique que cette couche de béton a été conçue pour résister à l'impact d'un avion commercial à pleine vitesse. Au contraire, les déclarations diverses de responsables de COGEMA comme de responsables de la sûreté nucléaire confirment l'idée qu'elles ne sont pas dimensionnées pour un tel scénario, qui n'a même jamais été étudié. De plus, différents experts en bâtiment et en construction ont commenté l'effondrement des tours du World Trade Center après les attentats du 11 septembre 2001 en affirmant qu'aucune construction ne saurait résister à un tel impact. La notion d' " extrême robustesse " apparaît par ailleurs difficile à définir et à quantifier sur un plan scientifique.

7) " Comme l'a rappelé le Directeur de l'Autorité de sûreté nucléaire dans des déclarations ces derniers jours, aucune installation nucléaire n'a été conçue pour résister à la chute d'un avion de ligne. COGEMA et l'Autorité de sûreté nucléaire avaient retenu l'hypothèse de la chute d'un bimoteur, mais, jugé trop improbable le risque accidentel de chute d'un avion gros-porteur (moins de 1 sur 100 millions). "

D'une part, COGEMA omet de préciser que les déclarations du Directeur de la sûreté des installations nucléaires s'appliquaient aux réacteurs nucléaires (voir le communiqué de la DSIN du 13 septembre 2001, <http://www.asn.gouv.fr/data/information/36avion.asp>). La règle fondamentale de sûreté sur la prise en compte du risque de chute d'avion applicable aux réacteurs est entrée en vigueur en 1980. Concernant les autres installations nucléaires, donc celles du type des usines de La Hague, la règle fondamentale de sûreté équivalente n'a été publiée qu'en 1992, soit bien après la construction de l'essentiel des équipements du site. Rien n'indique à ce jour de quelle manière, en l'absence de contrainte réglementaire, le risque de chute d'avion a été effectivement pris en compte ou non dans la conception des installations. D'autre part, l'affirmation selon laquelle COGEMA a retenu l'hypothèse d'un bimoteur contredit les informations présentées en 2000 par COGEMA dans le dossier soumis à enquête publique pour la révision des autorisations de ses usines. En effet, l'étude de dangers du dossier concernant les modifications envisagées sur l'INB 117 (UP2-800), indique que " *pour le site de La Hague, l'aéronef de référence choisi est le Cessna 210 chutant à 100 mètres/seconde au plus, avec une probabilité d'un impact de quelques unités sur cent milliards par mètre carré et par an.* " La Règle Fondamentale de Sûreté I.1.a préconise l'étude de deux types d'avions : le Cessna 210, monomoteur à hélice de 1,5 t, et le Learjet 23, bimoteur à réaction de 5,7 t. Il est même possible que le CEA puis COGEMA n'aient lors de la construction des installations pris en compte aucun de ces deux cas : en effet, on peut lire dans le même dossier d'enquête publique que " *pour chaque atelier de l'I.N.B [Installation nucléaire de base], la probabilité de chute d'un avion entraînant des conséquences sur l'environnement est inférieure à un dix millionième sur une période de 1 an, probabilité jugée suffisamment faible pour que ce risque ne soit pas pris en compte dans le dimensionnement.* "

Sur le fond, cet argumentaire s'appuie sur une logique probabiliste - un impact grave multiplié par une probabilité très faible égalent... un " risque acceptable " - qui n'est plus de mise aujourd'hui. C'est justement parce que ce raisonnement n'est plus applicable qu'il est urgent de réfléchir aux conséquences potentielles d'un scénario de crash d'avion commercial sur le site, qui de pas impossible mais inimaginable avant le 11 septembre 2001 est devenu non seulement possible mais plausible depuis.

8) " L'usine fait l'objet d'une interdiction permanente de survol. Compte tenu de sa position géographique, la Défense Nationale aurait le temps d'intervenir si une infraction à cette règle était suspectée. "

Manque de rigueur ou omission, la COGEMA écrivait dans ses dossiers d'enquête publique que " *le site de La Hague fait l'objet d'une interdiction de survol à basse altitude : 300 m pour les monomoteurs et 1000 m pour les multi-moteurs.* " Est-il alors possible ou non de survoler La Hague sans être suspecté ? La configuration de l'espace aérien autour de La Hague permet d'envisager le cas où un avion gros porteur, dérouté de son couloir aérien situé à 30 km, survolerait les installations de La Hague 2 min 30 s plus tard. Pire encore, il n'y a que 8 km, ou 40 s de vol, de la TMA (Terminal Movement Area) la plus proche au site. Ce délai est clairement en deçà des délais possibles d'intervention de la Défense Nationale quelque soit son état d'alerte.

9) " Les structures sont en partie construites en sous-sol et les piscines occupent une faible superficie par rapport à l'ensemble des autres installations dans lesquelles elles se trouvent insérées. Il serait donc impossible à un avion de percuter verticalement une piscine. "

" Les piscines sont indépendantes les unes des autres et leur configuration rend impossible une percussio simultanée. De plus, leurs parois de béton armé ont en moyenne 80 centimètres à 1,60 mètre d'épaisseur et sont conçues pour résister à des séismes de magnitude 8. "

La superficie occupée par la zone des piscines de La Hague, qui sont accolées les unes aux autres, est bien supérieure, y compris sous un angle oblique, à l'aire d'impact sur les tours du World Trade Center. On a pu constater que des pilotes entraînés étaient tout à fait capable d'atteindre des objectifs de quelques 50 m de large. Peut-on croire ensuite qu'il est impossible d'atteindre une zone de plus de 100 m x 100 m sous un angle de 45° par exemple ?

L'envergure des avions gros porteurs de type commercial combinée à la configuration des piscines d'entreposage des combustibles irradiés (voir plan page 14 du briefing de WISE-Paris), sans parler de la dispersion de débris et de kérosène en cas d'impact, nécessite la prise en compte d'un impact simultané sur plusieurs installations d'entreposage. Pour mémoire, les piscines C et A sont séparées par une zone d'environ 25 m de large, à comparer aux 47,6 m d'envergure d'un Boeing 767. Sur quelles bases COGEMA compare-t-elle un séisme de magnitude 8 et la chute d'un gros-porteur ? Quel est donc le dimensionnement retenu en cas de chute d'avion pour chaque partie sensible du site de La Hague ?

10) " Au sol, la sécurité des installations de la Hague est assurée en permanence par des forces de sécurité spécialisées propres à COGEMA. L'ensemble du site est entouré d'une double clôture périphérique et muni de systèmes de détection et de télésurveillance très sophistiqués. L'accès aux zones les plus sensibles n'est possible que pour les personnels dûment autorisés. "

" Ces mesures ont encore été renforcées depuis le 11 septembre avec la mise en place du plan Vigipirate. Les visites du public sont notamment suspendues depuis cette date. "

Les données publiées par WISE-Paris concernent l'impact possible de la chute d'avion sur des installations de La Hague. Les " forces de sécurité spécialisées propres à COGEMA " n'y changent rien.

Notes :

1. " Frontal21 ", ZDF, 25 septembre 2001.
2. Cette étude n'a par ailleurs pas été rendue publique. Interrogée à ce sujet le 2 octobre 2001, COGEMA a affirmé ne pas disposer de l'étude dont elle dénonce pourtant sans hésiter " l'absence de rigueur scientifique ".
3. US NRC, " Study of Spent Fuel Pool Accident Risk at Decommissioning Nuclear Power Plants ", Octobre 2000.
4. 7 484,2 t de combustibles au total au 30 juin 2001 pour environ 70 t à 110 t dans le cœur d'un réacteur du parc EDF selon sa puissance. Cette quantité est supérieure au tonnage total de combustible chargé actuellement dans les 58 réacteurs exploités en France par EDF.
5. État au 31 décembre 1999, selon la déclaration de la Mission Permanente pour la France auprès de l'AIEA.
6. Source : www.asn.gouv.fr
7. Nous appelons la COGEMA et sa tutelle ministérielle à rendre public les chiffres précis.
8. Le procédé de bitumage semble être en phase d'abandon depuis 1998, la COGEMA souhaitant à terme appliquer le procédé de vitrification pour les boues.
9. Le magnésium comme le zirconium fait partie des métaux combustibles pouvant provoquer des feux de classe D, ou feux de métaux. Les métaux concernés sont magnésium, potassium, aluminium en poudre, zinc, sodium, titane et zirconium.
10. Interrogée sur les quantités et la forme de ces stocks en juin 2001 et relancée plusieurs fois depuis, COGEMA n'a toujours pas fourni de réponse le 2 octobre 2001.
11. J.-P. Goumondy, J. Marciano, " Étude de l'accident de dénoyage des piscines d'entreposage de combustibles irradiés ", IPSN, 1997.
12. J.-C. Malet, " Les études sur les incendies menées à l'IPSN ", IPSN, 1997.

 [Retour](#)



12/07/2001

Emmanuelle Gailliez – Mission Communication	Tél : 01 46 54 91 27	e.mail : emmanuelle.gailliez@ipsn.fr
Jean-Christophe Niel – Evaluation de Sûreté	Tél : 01 46 54 86 64	e.mail : jean-christophe.niel@ipsn.fr

Eléments d'information sur les anomalies affectant des assemblages combustibles du réacteur numéro 3 de la centrale nucléaire de Cattenom (Moselle)

En septembre 1999, le réacteur numéro 3 de la centrale nucléaire de Cattenom (4 réacteurs à eau sous pression de puissance 1300 MWe) a redémarré, après rechargement de son cœur pour un huitième cycle d'exploitation.

Au cours de l'été 2000, une augmentation significative de l'activité du fluide du circuit primaire de refroidissement du réacteur numéro 3 a été observée¹. En effet, l'activité (correspondant aux gaz rares) est passée à 5 000 MBq/t² à fin juin 2000, pour finir à 150 000 MBq/t en fin de cycle, atteignant la première limite imposée par les spécifications radiochimiques d'exploitation du réacteur³. En août 2000, des mesures d'activité de l'iode 134 ont mis en évidence la présence de défauts des gaines des assemblages combustibles⁴, conduisant à la dissémination de combustible (émetteurs de type " alpha ") dans le circuit primaire de refroidissement du réacteur.

Une telle augmentation de l'activité du fluide primaire peut avoir des conséquences sur l'exposition aux rayonnements ionisants des intervenants lors de l'arrêt du réacteur, sur les rejets en fonctionnement normal, sur les colis de déchets produits ainsi que sur les conséquences radiologiques en situation accidentelle, notamment en cas d'accident de rupture de tube de générateur de vapeur.

Le 27 janvier 2001, EDF a arrêté le réacteur numéro 3 à la fin du cycle programmé, et a procédé à un examen des 193 assemblages combustibles contenus dans le cœur.

Quatre types de contrôles ont été effectués par l'exploitant sur ces assemblages :

- mesures d'activité dans la machine de déchargement du cœur du réacteur ;
- mesures d'activité dans la piscine de stockage du combustible ;
- contrôles par ultrasons de la présence éventuelle d'eau dans les crayons ;
- contrôle télévisuel des assemblages.

Ces contrôles ont permis d'identifier 28 assemblages présentant des défauts d'étanchéité (endommagement des gaines des crayons) sur les 193 assemblages contrôlés constituant le cœur : 2 d'entre eux avaient achevé leur 2^{ème} cycle d'irradiation, les 26 autres avaient terminé leur 3^{ème} et dernier cycle. Sur ces 26 assemblages, 5 ruptures franches de crayons ont été constatées.

Ce constat d'un nombre élevé d'assemblages non étanches a amené EDF à lancer des investigations sur les causes possibles de ces anomalies :

- conditions de fabrication et de stockage des assemblages combustibles avant leur chargement dans le cœur du réacteur ;
- présence de corps étrangers (débris) dans le circuit primaire ;
- mode d'exploitation du réacteur (suivi de charge) ;
- investigation des phénomènes physiques pouvant conduire à un endommagement des crayons : vibrations des crayons, des assemblages, voire de l'ensemble du cœur, analyse des événements survenus au cours de la manutention des assemblages lors des cycles précédents d'exploitation ;
- caractérisation chimique du fluide du circuit primaire.

Des défauts conduisant à des disséminations de combustible telles que celles mises en évidence sur certains assemblages combustibles du réacteur numéro 3 de Cattenom ont déjà été observés sur quelques réacteurs français (Golfech 1 en 1998, Cruas 4 en 1994, Gravelines 2 en 1993,...), mais jamais autant d'assemblages provenant d'un même cœur de réacteur n'avaient été affectés. Le même type de phénomène a été observé sur des centrales brésilienne, allemande, américaine, finlandaise, argentine..., avec de nombreux assemblages endommagés dans un même cœur.

A ce jour les conditions spécifiques qui ont conduit aux phénomènes observés sur le réacteur numéro 3 de Cattenom ne sont pas clairement identifiées. Jusqu'à présent, aucune corrélation n'a été établie entre l'endommagement des assemblages combustibles et les contributeurs possibles identifiés. En effet, les caractéristiques du huitième cycle d'exploitation de ce réacteur (débit du fluide primaire, différences de conception des assemblages constituant le cœur,...) ainsi que les modes d'exploitation (gestion dite " GEMMES ", c'est à dire cycles d'exploitation de 18 mois entre deux arrêts du réacteur,...) ne permettent pas à ce jour de particulariser clairement ce réacteur de l'ensemble des réacteurs de puissance de 1300 MWe exploités avec le même mode de gestion.

A la demande de la Direction de la Sûreté des Installations Nucléaires (DSIN), l'Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire (IPSN) aura à se prononcer sur le bien-fondé des actions palliatives et préventives proposées par l'exploitant (nouveau plan de chargement du cœur, contrôles, suivi en exploitation, spécifications radiochimiques plus sévères,...). L'instruction technique est en cours à l'IPSN.

A ce jour, l'exploitant procède à de nouvelles investigations sur certains crayons combustibles.

1 En règle générale, l'intégrité des gaines des assemblages combustibles est surveillée par l'exploitant par des mesures de l'activité du fluide du circuit primaire de refroidissement. Si la gaine n'est pas intègre, des produits de fission formés dans le combustible contenu dans la gaine se dispersent dans le fluide du circuit primaire.

2 $1 \text{ MBq/t} = 1 \text{ Megabecquerel par tonne, soit } 1 \text{ million de Becquerels par tonne.}$

3 Au-dessus de cette valeur d'activité, le réacteur n'est plus autorisé à pratiquer le "suivi de charge" (fonctionnement à puissance variable du réacteur pour répondre à la demande du réseau) et une surveillance accrue de l'activité du circuit primaire est demandée. Au delà de $500\,000 \text{ MBq/t}$, le réacteur doit être arrêté sous 48 heures ; au delà de $1 \text{ million de MBq/t}$, il doit être arrêté sous 8 heures.

4 Un assemblage combustible est une structure constituée de 264 crayons dans lesquels sont empilées les pastilles de combustibles. Le mode d'exploitation du réacteur 3 de la centrale de Cattenom (GEMMES) conduit à ce que les assemblages subissent 3 cycles d'irradiation de 18 mois avant d'être remplacés par des assemblages neufs.