

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 « *défaut 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 utilisé 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/t⁷ », 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 Sûreté 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 effectuée, 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 boursoflures, 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 « *éclaircissement 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 « *inexpliqué* » 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.

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

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

²² DSIN, Rapport d'activité, 1997.

²³ DSIN, Rapport d'activité, 1996.

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

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

²⁶ EDF, 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 EDF²⁹, 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 défailantes 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 défailante 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.

³¹ Cité par WOXX, 20 avril 2001.

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

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

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

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

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

³⁷ Relevé 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'examen 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 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 milliSivert/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 ?

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

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

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

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

⁵⁵Zone 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*.

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

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

⁵⁸DSIN, 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)* » ?