

## NOTE D'INFORMATION

# La sûreté nucléaire à Cattenom : Quand une « anomalie » devient problème de fond

Vincent LEGRAND, Yves MARIGNAC

6 février 2003

### Principales conclusions

La centrale nucléaire de Cattenom, implantée en Moselle, à proximité du Luxembourg, est depuis quelques années le siège d'incidents qui, placés dans le contexte de la gestion actuelle de son parc par EDF, sont significatifs d'une érosion de la sûreté – liée notamment à la recherche de performance économique. De plus, l'analyse de la gestion par l'exploitant et son autorité de tutelle de ces incidents soulève des questions sur leur capacité à évaluer, contrôler et communiquer sur ces problèmes.

#### • *L'« anomalie » des crayons de Cattenom est devenue un incident générique*

L'endommagement de près de 100 crayons combustibles découverts dans le cœur du réacteur n°3 de Cattenom en mars 2001 a d'abord été présenté comme une « anomalie », spécifique à cette installation, par EDF comme par l'autorité de sûreté nucléaire (ASN). Les deux organismes ont longtemps cherché à minimiser la portée de cet incident, qualifiant d'« inhabituel » un phénomène tout à fait exceptionnel, et même inédit sur le parc français. Le 17 janvier 2003, EDF a reconnu l'existence de problèmes similaires dans plusieurs réacteurs et qualifié le phénomène d'« incident générique » commun à l'ensemble de ses 20 réacteurs du palier 1.300 MWe.

#### • *Après deux années d'examen, la cause réelle du phénomène reste inconnue*

Pour EDF, l'origine des défauts observés est une vibration, appelée « fretting », due aux mouvements hydrodynamiques au sein du cœur, qui provoque une usure des crayons à leur base. Mais l'exploitant ne fournit publiquement aucune explication sur les causes de ce fretting, alors même que de nombreuses hypothèses ont été soulevées qui mettent en cause la gestion éprouvante du combustible dans ce réacteur due à un allongement des cycles conjugué à un suivi de charge. Et le rapport qu'EDF a remis sur cette question à l'ASN en 2002 est resté confidentiel.

#### • *Le problème posé est celui du maintien de la sûreté face à l'exigence de productivité*

EDF est globalement engagé dans un programme d'amélioration de la productivité de son parc nucléaire qui passe par une amélioration des performances dans la gestion du combustible, dont l'exploitation de Cattenom-3 ces dernières années se voulait exemplaire. Analysant dans son rapport annuel l'incident sur les crayons, l'inspecteur général de la sûreté nucléaire d'EDF a estimé en 2002 que dans certains réacteurs le combustible était utilisé « aux limites » de ses performances. EDF envisage pourtant de pousser encore le rendement des combustibles et réacteurs à court terme.

#### • *Des questions se posent sur la capacité de l'autorité de sûreté à contrôler cette évolution*

Face aux évolutions souhaitées par l'exploitant, l'ASN est garante du maintien du niveau de sûreté. Les décisions prises par l'autorité suite à l'incident de Cattenom, comme le peu d'information délivrée au public, sont globalement conformes à l'intérêt de l'électricien. Aussi se pose la question de la capacité de l'ASN, dont le principal ministère de tutelle, celui de l'industrie, est également la tutelle de l'opérateur public EDF, à exercer sa mission en toute indépendance.

## I. Des incidents en série<sup>1</sup>

### 1) Ruptures de crayons : de la simple « anomalie » au défaut générique

En octobre 1999, un mois seulement après le redémarrage du réacteur n°3 de Cattenom pour son 8<sup>ème</sup> cycle de fonctionnement, un taux anormal de radioactivité est détecté dans l'eau du circuit primaire de refroidissement du réacteur et le 6 septembre 2000, le niveau dit de « Rupture de Gaine Sérieuse » (RGS) est atteint. Informée de la situation le 18 octobre 2000 seulement, l'autorité de sûreté nucléaire<sup>2</sup> qualifie alors ce délai d'« inadmissible »<sup>3</sup>.

Malgré le niveau élevé des fuites et les recommandations des autorités de sûreté nucléaire d'anticiper l'arrêt du réacteur, la direction du CNPE (Centre Nucléaire de Production d'Electricité) de Cattenom préfère le maintenir en fonctionnement jusqu'au terme du cycle en cours, d'une durée de 18 mois. Avant l'arrêt du réacteur, le CNPE est pourtant dans l'incapacité de donner une évaluation exacte du nombre et de la gravité des défauts.

Or en mars 2001, lors de l'arrêt programmé du réacteur n°3 (visite décennale), l'exploitant découvre des dégâts sans précédent en France sur le combustible : au total, 92 crayons au moins de combustible – les gaines contenant l'uranium et constituant la première barrière de confinement des matières radioactives dans le réacteur – sont endommagés<sup>4</sup>. Les inétanchéités de crayons sont en principe un phénomène rare : on observait jusque là 5 à 10 défauts chaque année sur l'ensemble des 58 réacteurs du parc EDF, soit une moyenne de l'ordre de 0,1 crayon endommagé par réacteur et par an. L'incident de Cattenom 3 représente un écart d'un facteur 1000 avec la norme.

L'explication avancée par EDF est celle d'un phénomène vibratoire du crayon combustible à l'intérieur de la grille qui le maintient, ou « fretting », dû à l'hydrodynamique du fluide de refroidissement. Ceci a conduit EDF à requérir de ses fournisseurs d'assemblages le rajout d'une grille supplémentaire à la base, afin de réduire l'amplitude des vibrations et par conséquent éviter les frottements.

EDF ne fournit aucune explication sur l'origine de ce mouvement de fretting. Toutefois, l'ASN décide le 31 août 2001 d'autoriser le redémarrage de Cattenom 3. Le 9<sup>ème</sup> cycle de fonctionnement démarre ainsi le 8 septembre 2001, après près de 7 mois (contre 4 mois prévus pour l'arrêt programmé initialement). Le réacteur n°3 est arrêté au bout de moins de 13 mois, le 28 septembre 2002, sans que des anomalies significatives aient été détectées dans le combustible. Le 10<sup>ème</sup> cycle est lancé le 8 novembre 2002, et le 12 novembre, l'ASN impose à EDF des conditions de surveillance radiologique du fluide primaire renforcées.

Initialement présenté comme spécifique à Cattenom 3, le problème de fretting s'est en fait révélé commun, à des degrés divers, à plusieurs réacteurs du même palier, les 1.300 MWe (soit les réacteurs de Belleville, Cattenom, Flamanville, Golfech, Nogent, Paluel, Penly et Saint-Alban, au total 20 réacteurs sur les 58 en service) :

- début 2002, un taux de radioactivité anormalement élevé est détecté dans les réacteurs n°1 et n°4 de Cattenom. Au moment du déchargement, 9 assemblages montrent à leur tour des « défauts

---

<sup>1</sup> Les incidents survenus à Cattenom, en particulier le problème d'inétanchéité des crayons combustibles, ont été analysés plus en détail par WISE-Paris dans *Les lacunes de la sûreté nucléaire d'EDF - Le cas de Cattenom*, Briefing WISE-Paris, 3 septembre 2001.

[http://www.wise-paris.org/francais/nosbriefings\\_pdf/010903BriefCAT1v1.pdf](http://www.wise-paris.org/francais/nosbriefings_pdf/010903BriefCAT1v1.pdf)

Par ailleurs un historique des événements concernant le réacteur 3 de Cattenom est présenté en Annexe 1.

<sup>2</sup> L'autorité de sûreté nucléaire, aujourd'hui couramment nommée ASN, est depuis le printemps 2002 la Direction générale de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (DGSNR). C'était auparavant la Direction de la sûreté des installations nucléaires (DSIN).

<sup>3</sup> Lettre de M. François Gauché, Chef de la Division des installations nucléaires (DRIRE Lorraine), adressée au CNPE de Cattenom, 8 novembre 2000.

<sup>4</sup> Les 92 crayons étaient répartis dans 28 assemblages combustibles différents. Le cœur de Cattenom 3 contient 193 assemblages comprenant chacun 289 crayons.

d'étanchéité significatifs des assemblages de combustible », selon les termes de l'ASN, qui impose alors à EDF une surveillance radiologique renforcée du circuit primaire<sup>5</sup> ;

- en février 2002, l'ASN fait également état d'« inétanchéités de combustible à gainage M5 »<sup>6</sup>, un nouvel alliage qui a pourtant été choisi pour ses qualités de résistance accrue, observées en 2001 à la centrale de Nogent-sur-Seine ;

- le 22 novembre 2002, le réacteur n°2 de Nogent est arrêté, 5 mois avant l'échéance prévue<sup>7</sup>, et des défauts d'inétanchéité sont trouvés sur 39 crayons, dans 23 assemblages. Nogent 2 a redémarré le 15 janvier, mais l'ASN impose à EDF une surveillance renforcée de l'activité du circuit primaire du réacteur<sup>8</sup> sur le même principe qu'à Cattenom ;

- le 17 janvier 2003, enfin, EDF déclare qu'il existe un défaut générique dans les réacteurs de 1.300MW, et que certaines pièces des assemblages de combustibles devront probablement être changées. EDF signale également que des défauts d'inétanchéités supplémentaires ont par ailleurs été repérés, à des degrés moindres qu'à Cattenom et Nogent, sur les réacteurs Penly 2 et Golfech 1.

## 2) Tenue au séisme : la multiplication des défauts génériques

Au même moment que les problèmes de ruptures de gaines, EDF informe l'ASN le 12 mars 2001 qu'elle a détecté une anomalie générique sur les vannes du circuit de refroidissement de secours de 12 réacteurs du palier 1.300MW, dont ceux de Cattenom, pouvant affecter leur bon fonctionnement en cas d'accident ou de séisme. L'anomalie concerne plus particulièrement le système de recirculation qui alimente les systèmes d'aspersion et le système d'injection de sécurité, deux dispositifs de secours fondamentaux dans les concepts de sûreté nucléaire. Ces vannes présentent un risque de blocage, qui peut rendre inopérants les dispositifs de secours, en situation d'accident ou de séisme. L'incident générique sera par la suite classé par l'ASN<sup>9</sup> au niveau 2 sur l'échelle INES (International nuclear events scale, graduée de 0 à 7).

Par la suite, le 25 juin 2002, l'ASN est informée de l'existence d'une anomalie générique concernant un défaut de tenue au séisme d'éléments du pont mobile de levage dans les bâtiments du réacteur de plusieurs centrales, dont celle de Cattenom<sup>10</sup>. Le risque en cas de séisme est principalement la chute de cette passerelle (qui représente un des moyens de levage utilisés à la construction du réacteur et pendant les arrêts pour maintenance) sur les équipements du système de contrôle de réactivité et d'arrêt d'urgence du réacteur.

En juillet 2002, une anomalie générique concerne cette fois la tenue au séisme des assemblages combustibles irradiés, à Cattenom et sur 9 autres sites. Des essais montrent que les grilles des assemblages combustibles irradiés ont une résistance à certaines déformations mécaniques qui se trouve détériorée (phénomène dit de « flambage »). D'après l'ASN, « *les essais réalisés par EDF montrent que le vieillissement de ces grilles sous irradiation avait été sous-estimé à la conception. Le risque potentiel induit en cas de séisme de forte intensité est la perte du maintien d'une géométrie des assemblages combustibles permettant leur refroidissement.* »<sup>11</sup>

Enfin, le 5 août 2002, EDF informe l'ASN d'une nouvelle anomalie générique portant sur la non-conformité de montage de certains robinets importants pour la sûreté (IPS), susceptible de rendre inopérant le système de commande à distance de ces robinets IPS en cas de séisme. La première

---

<sup>5</sup> Décision de l'ASN concernant les réacteurs 1 et 4 de Cattenom, 12 avril 2002.

[http://www.asn.gouv.fr/data/information/16\\_2002\\_cattenom.asp](http://www.asn.gouv.fr/data/information/16_2002_cattenom.asp)

<sup>6</sup> Synthèse 2001, ASN, février 2002. <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/BRP/024000318/0000.pdf>

<sup>7</sup> Déclaration d'événements de l'ASN, [http://www.asn.gouv.fr/data/evenement/52\\_2002\\_nog.asp](http://www.asn.gouv.fr/data/evenement/52_2002_nog.asp)

<sup>8</sup> Décision de l'ASN, DGSNR/SD2/n° 0054/2003, 20 janvier 2003.

[http://www.asn.gouv.fr/data/information/2003\\_03\\_nog.asp](http://www.asn.gouv.fr/data/information/2003_03_nog.asp)

<sup>9</sup> Note d'information de l'ASN, DSIN-GRE-ADIR n°2001/24, 30 avril 2001.

[http://www.asn.gouv.fr/data/communiqu/communiqu02mai2001\\_info.asp](http://www.asn.gouv.fr/data/communiqu/communiqu02mai2001_info.asp)

<sup>10</sup> Note de l'ASN, 9 juillet 2002. [http://www.asn.gouv.fr/data/evenement/26\\_2002\\_ano\\_2.asp](http://www.asn.gouv.fr/data/evenement/26_2002_ano_2.asp)

<sup>11</sup> Note d'information de l'ASN, 9 juillet 2002. [http://www.asn.gouv.fr/data/evenement/26\\_2002\\_ano\\_1.asp](http://www.asn.gouv.fr/data/evenement/26_2002_ano_1.asp)

anomalie de ce type avait été détectée longtemps auparavant, en novembre 2000, sur le réacteur n°1 de Cattenom ; elle est par la suite également repérée sur le réacteur n°3 de Cattenom, ainsi que sur 4 autres réacteurs du parc.

Il est à noter que d'autres défauts génériques de tenue au séisme, concernant des paliers différents de celui de Cattenom ont été identifiés entre 2000 et 2002 sur le parc EDF. On compte une dizaine d'incidents génériques de ce type, tous classés au niveau 1 de l'échelle INES, ainsi que l'ASN l'a précisé dans un communiqué récent<sup>12</sup>.

### 3) Sûreté et radioprotection : des risques renforcés

La dégradation des gaines combustibles constitue une situation inédite dans la mesure où elle n'avait jamais été envisagée dans les normes d'exploitation d'une centrale nucléaire. Les conséquences de ces dégradations sont multiples. Si leur perte d'étanchéité, qui entraîne essentiellement une contamination du circuit primaire, ne présente pas en soi un danger direct pour le public, elle peut aussi conduire à des scénarios accidentels, en particulier dans le cas d'une accumulation d'incidents.

La dégradation des gaines peut par exemple conduire au blocage des grappes de commande, qui font partie des systèmes de sûreté de base des réacteurs et permettent de contrôler la réaction nucléaire et donc l'arrêt du réacteur. D'autres défauts ont par ailleurs été détectés à Cattenom en ce qui concerne les grappes de commande : une erreur de connexion d'une grappe de commande a ainsi été repérée dans le système de protection du réacteur n°2, puis dans celui du réacteur n°3, ce qui multiplie d'autant les risques d'incidents<sup>13</sup>.

Au niveau de la sûreté, la dégradation de gaines combustibles correspond à l'échec de la première des trois barrières de sûreté (les deux autres sont la cuve du réacteur et l'enceinte de confinement en béton), ce qui a pour conséquence une libération de particules radioactives dans le circuit primaire de refroidissement. Cette contamination radioactive, qui reste présente dans le circuit primaire pendant plusieurs cycles, complique la gestion de la maintenance, et augmente les risques d'irradiation au niveau des intervenants et des locaux du réacteur.

Cette contamination est d'autant plus importante en cas de fuite du circuit primaire dans l'enceinte, qui est loin d'être un incident improbable : le 17 février 2002, une fuite a ainsi été détectée dans le circuit primaire du réacteur n°1 de Cattenom, pendant une phase de mise à l'arrêt pour rechargement. L'arrêt du réacteur a donc dû être effectué manuellement, simplement par... « la chute provoquée des barres de commande »<sup>14</sup>. Comme le réacteur n°3, mais dans une moindre mesure, le réacteur n°1 avait subi lui aussi des dégradations de gaines combustibles.

La contamination du circuit primaire pose également problème en cas de fuites entre circuit primaire et secondaire, par l'intermédiaire des générateurs de vapeur. Cet incident est également loin d'être improbable : le 17 avril 2002, le réacteur n°2 de la centrale de Cattenom était arrêté par EDF, conformément aux spécifications techniques d'exploitation, à cause de telles fuites repérées sur l'un des 4 générateurs de vapeur<sup>15</sup>.

Enfin, le problème de contamination se traduit par des rejets radioactifs accrus dans l'environnement. L'ASN a ainsi 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* »<sup>16</sup>. Les rejets de la centrale pourraient être plus importants en cas de cumul de situations incidentelles.

---

<sup>12</sup> Communiqué de presse de l'ASN, 4 novembre 2002.

[http://www.asn.gouv.fr/data/information/45\\_2002\\_cdp.asp](http://www.asn.gouv.fr/data/information/45_2002_cdp.asp).

<sup>13</sup> Note de l'ASN, février 2002. Sur Internet : <http://www.asn.gouv.fr/data/evenement/05Cattenom.asp>

<sup>14</sup> Note de l'ASN, février 2002. [http://www.asn.gouv.fr/data/evenement/11\\_2002cattenom.asp](http://www.asn.gouv.fr/data/evenement/11_2002cattenom.asp)

<sup>15</sup> Note de l'ASN, avril 2002. [http://www.asn.gouv.fr/data/evenement/16\\_2002\\_cattenom.asp](http://www.asn.gouv.fr/data/evenement/16_2002_cattenom.asp)

<sup>16</sup> Note de l'ASN, juin 2002. <http://www.asn.gouv.fr/data/evenement/infocattenom.asp>

L'accumulation de facteurs incidentels ou accidentels est également cruciale pour l'évaluation des conséquences pour la sûreté des défauts génériques de tenue au séisme. D'une manière générale, les défauts d'équipements relevés auraient pour conséquence, dans une situation déjà critique comme celle d'un séisme de forte magnitude, de priver la centrale d'un certain nombre de dispositifs d'intervention et de secours.

Au final, Cattenom est aujourd'hui symbolique d'une situation globalement dégradée, par rapport au niveau de référence défini à la conception, en termes de sûreté et de radioprotection : le parc n'est pas confronté directement à des situations dangereuses, mais on assiste à une banalisation de situations anormales et à une multiplication des problèmes – de conception ou d'exploitation – qui peuvent, en cas de combinaison malheureuse de facteurs, conduire à des situations plus critiques.

## II. Des interrogations sur le contrôle et l'information

L'exploitant et surtout l'autorité de sûreté ont progressivement réagi à cette situation. L'ASN, notamment, a publié le 23 janvier 2003 une note d'information sur « *la vérification de la conformité des centrales nucléaires aux exigences de sûreté établies à leur conception et la correction des anomalies* ». <sup>17</sup>

L'autorité de sûreté relève notamment le paradoxe selon lequel « *c'est seulement en apparence qu'une installation sur laquelle rien ne serait fait pour trouver des anomalies serait plus sûre qu'une installation sur laquelle l'exploitant recherche des écarts de conformité, en trouve, et les corrige* ». En effet, l'identification et la déclaration de multiples incidents génériques s'inscrit dans une démarche d'amélioration de la sûreté. Mais celle-ci ne vise qu'à restaurer le niveau de sûreté défini lors de la conception des installations – celui d'une installation où les écarts constatés aujourd'hui n'existeraient pas.

De plus, le niveau de sûreté d'une installation nucléaire comme la centrale de Cattenom ne dépend pas seulement de son état technique, caractérisé par la comptabilité des écarts et anomalies et leur classement sur l'échelle INES. La capacité de l'exploitant et de l'autorité de sûreté à évaluer les situations, à définir des procédures adaptées de prévention et de contrôle, et à informer correctement le public sur leur évaluation et leurs décisions est essentielle pour le maintien de la sûreté, et pour sa crédibilité.

### 1) Transparence ou « mésinformation » ?

L'accès à l'information sur les incidents, condition nécessaire à une expertise indépendante des problèmes, est aujourd'hui très difficile. Malgré la multiplication des notes et des communiqués d'EDF et de l'ASN, l'information rendue publique reste très limitée.

La chaîne d'information, entre la notification de l'exploitant à l'ASN et celle de l'ASN au public, est elle-même en défaut : il s'est écoulé un an entre les premiers signes de défauts d'inétanchéité à Cattenom 3 et l'annonce publique de cet incident. Il n'existe pas de règle systématique, par exemple, pour l'information dans des délais donnés du public sur les incidents.

De plus, l'ensemble de la communication de l'ASN et de l'exploitant cherche systématiquement à minimiser les problèmes et l'information délivrée. EDF invoque par exemple le « *nombre inhabituel de défauts sur les gaines* » à Cattenom <sup>18</sup>, pour un écart d'un facteur 1000 par rapport à la moyenne statistique. Et l'information sur les incidents similaires constatés dans d'autres réacteurs du parc n'a été délivrée qu'au compte-goutte. Ainsi, les premiers signes sont apparus à Nogent en 2001, selon le rapport annuel pour cette année de l'ASN, et le constat des défauts a été effectué en novembre 2002, mais l'information sur ce nouvel incident et son rapprochement avec Cattenom n'ont été publiés par EDF qu'en janvier 2003.

---

<sup>17</sup> Note d'information de l'ASN, 23 janvier 2003. [http://www.asn.gouv.fr/data/information/04\\_2003\\_note.asp](http://www.asn.gouv.fr/data/information/04_2003_note.asp)

<sup>18</sup> Dossier remis à la presse, conférence de presse EDF-CNPE de Cattenom, 20 novembre 2002.

Alors même que le défaut est aujourd'hui considéré comme générique par EDF, ni l'exploitant ni l'ASN n'ont jusqu'ici publié la liste complète des réacteurs affectés et du nombre de crayons endommagés – sans parler d'explications plus détaillées sur les crayons (type d'assemblage, nombre de cycles effectués, mode de gestion du combustible, etc.). Enfin, le rapport d'évaluation remis par EDF sur l'ASN, qui porte notamment sur la recherche de l'origine du phénomène, n'a pas été rendu public. Et il est très difficile d'obtenir, par contact direct (téléphone, etc.), des compléments d'information technique<sup>19</sup>.

L'instrument privilégié d'information du public sur la gravité des incidents nucléaires, l'échelle INES, s'avère enfin très peu adaptée à la mesure d'incidents sans conséquences directes mais porteurs de dangers plus importants dans certaines circonstances. Ainsi, l'incident de Cattenom, classé simplement au niveau 1 de l'échelle INES, a pourtant été considéré en 2001 par André-Claude Lacoste, directeur de l'autorité de sûreté nucléaire, comme l'un des deux « incidents marquants » de l'année<sup>20</sup>. L'incident similaire de Nogent a été classé par l'ASN au niveau 0 (celui des « événements significatifs », qui ne sont même pas considérés comme « incidents ») du fait que l'exploitant a cette fois, contrairement au précédent de Cattenom, anticipé l'arrêt programmé du réacteur<sup>21</sup>. Parallèlement, l'incident sur la tenue des vannes au séisme, plus « banal » (problème de conception), a été classé au niveau 2.

## 2) Les faiblesses de l'évaluation et du contrôle

Dans son rapport annuel 2001, l'ASN porte sur l'incident de Cattenom ce commentaire : « *un grand nombre de crayons de combustible ont été retrouvés endommagés, ce qui n'a pas conduit à une situation intrinsèquement dangereuse, mais qui pose des questions quant à l'origine du phénomène et aux moyens de surveillance adoptés pour détecter de telles détériorations* ». Avec deux années de recul, on constate que peu de progrès ont été enregistrés sur ces deux points.

Les premiers mois de gestion de l'incident de crayons à Cattenom montre une incapacité à évaluer correctement, au vu des mesures de radioactivité dans le circuit primaire, l'étendue du problème : avant d'arrêter le réacteur, EDF justifiait la poursuite de l'exploitation en estimant à 2, voire 4, le nombre de crayons défectueux. La solution imposée par l'ASN, qui consiste à abaisser les seuils de radioactivité déclenchant les procédures d'arrêt, n'est qu'un palliatif : sur le fond, le dispositif de contrôle ne permet pas de prendre la mesure d'un problème exceptionnel comme celui de Cattenom avant d'arrêter le réacteur pour examiner les assemblages.

L'origine du phénomène reste également inconnue. EDF comme l'ASN semblent se contenter d'une explication par le fretting, c'est-à-dire un phénomène vibratoire. Si celui-ci provoque effectivement les ruptures et les fissures observées sur les crayons, l'explication ne peut être suffisante : il convient de rechercher la cause – ou les causes, car il est probable que plusieurs facteurs interviennent – du fretting lui-même. Or, il semble que les évaluations menées par EDF soient basées sur l'examen des crayons, qui permet de repérer l'usure éventuelle d'un phénomène comme le fretting, plutôt que de savoir ce qui en est la cause.

EDF a depuis la première communication sur l'incident écarté systématiquement toute explication du fretting liée aux conditions d'exploitation : nouveau mode de gestion du combustible, exploitation du réacteur en suivi de charge, etc.<sup>22</sup> Selon les dernières informations obtenues par WISE-Paris auprès de l'ASN<sup>23</sup>, EDF explique aujourd'hui le fretting par une « *relaxation de ressorts sous irradiation* », au niveau de la base des assemblages combustibles, qui induit le phénomène vibratoire. Pour l'ASN, le

---

<sup>19</sup> Ainsi chez EDF, les responsables de la communication ne maîtrisent pas les aspects techniques des dossiers, tandis que les experts ne sont pas habilités à communiquer sur ces sujets...

<sup>20</sup> *Rapport annuel 2001*, Direction de la sûreté des installations nucléaires, février 2002.

<sup>21</sup> Communication personnelle avec Thomas Maurin, sous-directeur, Direction générale de la sûreté et de la radioprotection nucléaires, 5 février 2003.

<sup>22</sup> Pour suivre la demande, les réacteurs de Cattenom ont à certaines périodes fonctionné la semaine avec des arrêts les week-ends. Sur l'ensemble des hypothèses permettant d'expliquer le fretting, voir le briefing consacré en 2001 par WISE-Paris à Cattenom, *op. cit.*

<sup>23</sup> Questions à Thomas Maurin, sous directeur chargé des réacteurs de puissance, à la conférence de presse de l'ASN pour la présentation du n°150 de sa revue *Contrôle*, 5 février 2003.

suivi de charge n'est donc pas considéré comme une cause, mais il « a été identifié comme facteur aggravant de l'usure vibratoire ».

Le dernier cycle effectué à Cattenom, où aucun défaut d'étanchéité n'est apparu, a duré moins longtemps que les cycles précédents<sup>24</sup>, et s'est déroulé sans suivi de charge. Selon le CNPE de Cattenom<sup>25</sup>, la durée plus courte de ce 9<sup>ème</sup> cycle était déjà prévue avant l'incident des crayons. Toutefois, ce cycle ne permet dans ces conditions pas de tirer des enseignements – pour les cycles précédents et surtout la suite de l'exploitation –, sur le rôle que peut jouer dans l'apparition des ruptures l'exploitation plus poussée du réacteur et des combustibles.

Par ailleurs, la multiplication des incidents génériques identifiés comme des « anomalies » ou des « écarts » témoigne de lacunes importantes dans la procédure d'évaluation de sûreté, entre l'ASN et l'exploitant, dans la phase de conception des installations. Si leur identification indique un progrès dans le contrôle a posteriori de la conception, les délais écoulés avant ces découvertes<sup>26</sup> soulèvent des questions sur l'efficacité des contrôles antérieurs.

### 3) Marges financières contre marges de sûreté

Le maintien de la sûreté dans un environnement de plus en plus compétitif, auquel EDF est confronté à travers le processus d'ouverture progressive du marché de l'électricité, est un problème de fond – auquel l'ASN vient d'ailleurs de consacrer un numéro entier de sa revue<sup>27</sup>.

La situation de Cattenom, et notamment le problème des ruptures de crayons, s'inscrit largement dans cette problématique. Dès les premières mesures de contamination du circuit primaire connues, en 1999 et surtout en 2000, le choix d'EDF de poursuivre le cycle en cours jusqu'à son terme, contre l'avis de l'ASN, témoignait d'une priorité accordée à la performance économique.

Cet épisode illustre la capacité laissée à l'exploitant de soumettre, dans une certaine mesure, la sûreté à la définition de ses objectifs industriels : la performance économique de l'installation est ainsi un argument opposable aux contraintes imposées par les critères de sûreté. Ce problème est d'autant plus aigu qu'il existe en France une grande proximité entre l'exploitant et l'autorité, dont l'indépendance apparaît relative : d'une part, de nombreux postes à responsabilité sont occupés des deux côtés par des membres du même cercle, le Corps des Mines ; d'autre part, le ministère en charge de l'industrie, par ailleurs tutelle de l'opérateur public EDF, est administrativement la principale tutelle de l'ASN<sup>28</sup>.

Le fonctionnement de la centrale de Cattenom, et notamment du réacteur n°3 ces dernières années – arrêts les week-ends, allongement des cycles, augmentation de la performance énergétique du combustible, etc. – ne posait pas de risque direct. Mais il sortait des standards pris en compte à la conception pour l'opération du réacteur. Motivé par des considérations économiques, il était de nature à diminuer la sûreté d'exploitation et les problèmes de radioprotection par rapport à un fonctionnement classique en base.

Cette logique d'amélioration de la rentabilité, au prix éventuel d'un rétrécissement des marges de sûreté, est imposée par la direction d'EDF sur l'ensemble de son parc. Dénoncée par les syndicats qui pointent notamment le risque d'augmentation de l'exposition des personnels, cette évolution a

---

<sup>24</sup> EDF est engagé, notamment au niveau des réacteurs 1.300 MWe, dans une évolution du mode de gestion des combustibles dont le réacteur n°3 de Cattenom était le précurseur. Les perspectives d'EDF pour l'évolution de la gestion des combustibles en 1.300 MWe sont décrites en Annexe 2.

<sup>25</sup> Entretien téléphonique avec G. Frey, CNPE de Cattenom, 4 février 2003.

<sup>26</sup> La série d'incidents génériques découverts entre 2000 et 2002 concerne notamment les paliers 900 MWe, dont le premier réacteur a été mis en service en 1977, et le palier 1.300 MWe, dont la première tranche a démarré en 1984.

<sup>27</sup> *Contrôle*, « Sûreté et compétitivité », n° 150, janvier 2003.

<sup>28</sup> L'ASN est statutairement sous la triple tutelle des ministres en charge de l'industrie, de l'environnement et de la santé ; mais au plan structurel, il s'agit de la Direction générale de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, rattachée à l'administration du ministère de l'industrie.

également fait l'objet d'une mise en garde, au sein de la direction, via le rapport annuel de sûreté 2001 de l'inspecteur général<sup>29</sup>.

Celui-ci examine notamment le programme d'amélioration de la compétitivité des réacteurs nucléaires par une progression des performances du combustible. Dans ce contexte, il évoque le risque de réduction des marges de sûreté. Selon le rapport, l'incident de Cattenom 3 montre que les combustibles peuvent être affectés par des phénomènes non anticipés, et qu'ils sont actuellement dans certaines unités exploités « *aux limites* ».

Les incidents constatés sur plusieurs unités du parc 1.300 MWe sont donc un utile rappel à la prudence, d'autant plus nécessaire que les évolutions des années passées à Cattenom, Nogent ou ailleurs ne sont que la première étape d'un ambitieux programme d'amélioration des performances des combustibles (voir Annexe 2), et plus largement de gain à tous les niveaux dans la compétitivité des centrales.

---

<sup>29</sup> Frantzen, Claude, *Sûreté nucléaire 2001*, Rapport de l'inspecteur général, EDF, 2002.



## Annexe 1

### Historique des événements survenus sur le réacteur n°3 de Cattenom

Date	Événement
Août - octobre 1996	Arrêt du réacteur pour rechargement en combustible. 1 <sup>er</sup> cycle de la gestion GEMMES, avec des campagnes de 18 mois
4 novembre 1996	Montée en puissance trop rapide en phase de redémarrage (1/INES).
Février - avril 1998	Arrêt du réacteur pour rechargement en combustible. 2 <sup>ème</sup> cycle de la gestion GEMMES.
Juillet - sept. 1999	Arrêt du réacteur pour rechargement en combustible. 3 <sup>ème</sup> cycle de la gestion GEMMES.
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.
Oct. 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 <i>un</i> 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 <i>deux</i> 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 concluant à 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.
7 décembre 2000	Réunion technique (DSIN, DES et EDF) sur la situation des défauts d'étanchéité.
27 janvier 2001	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.

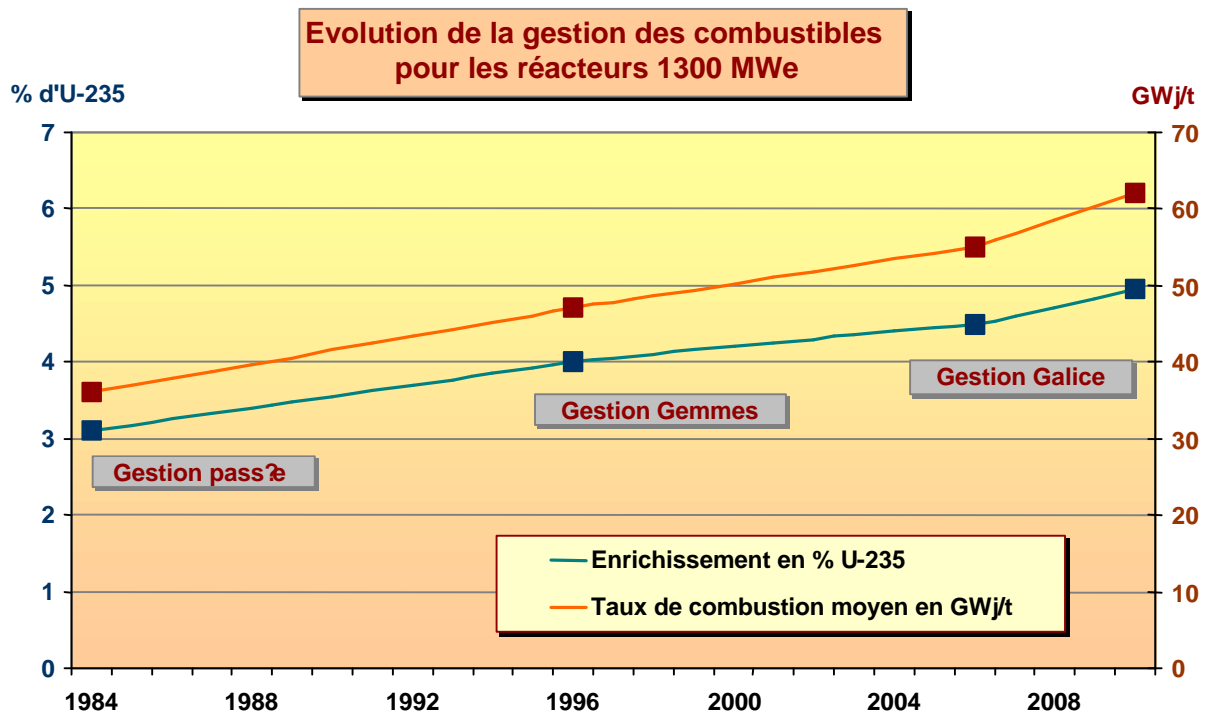
1 <sup>er</sup> février 2001	Dégazage d'un réservoir du réacteur et rejet non contrôlé de gaz radioactifs pendant 3 minutes (incident non classé).
2 mars 2001	Déclenchement d'une alarme de surveillance de la radioactivité ambiante et évacuation du bâtiment réacteur.
6 mars 2001	Déclenchement d'une alarme de surveillance de la radioactivité ambiante et évacuation du bâtiment réacteur.
12 mars 2001	EDF rend public le défaut générique des vannes sur les réacteurs de Belleville, Cattenom, Golfech, Nogent et Penly.
15 mars 2001	Suite aux premières investigations, EDF découvre 28 assemblages présentant des défauts d'étanchéité.
16 mars 2001	Premier communiqué d'EDF sur le site Web, confirmant les défauts d'étanchéité.
19 mars 2001	Classement par la DSIN au niveau 1/INES de l'incident des défauts d'étanchéité.
25 avril 2001	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.
27 avril 2001	Reclassement par la DSIN au niveau 2/INES de l'incident générique des vannes.
30 avril 2001	Communication de la DSIN sur le site Web sur le défaut générique des vannes.
11 mai 2001	Accord de la DSIN pour la réalisation des modifications sur les vannes des réacteurs concernés au plus tard le 20 mai 2001.
11 juin 2001	Communication de la DSIN sur le site Web sur les défauts d'étanchéité.
19 juin 2001	La DSIN reclasse l'événement du disjoncteur du 14 octobre 2000 au niveau 1/INES, pour défaut de culture de sûreté.
29 juin 2001	Réunion (DSIN, DES et EDF) sur les défauts d'étanchéité.
9 juillet 2001	Communication d'EDF sur le Web sur les défauts d'étanchéité.
13 juillet 2001	Instruction par la DSIN de la demande de redémarrage du réacteur.
13 août 2001	La DSIN autorise le rechargement du réacteur.
17 août 2001	Début du rechargement en combustible du réacteur.
31 août 2001	La DSIN autorise le redémarrage du réacteur 3.
9 septembre 2001	Redémarrage du réacteur 3 (cycle de fonctionnement n°9).
12 avril 2002	L'ASN impose à EDF d'exercer une surveillance renforcée de la radioactivité des circuits de Cattenom 1 et 4, ainsi qu'un programme d'examen de crayons de combustible.
9 août 2002	L'ASN modifie les conditions de surveillance radiochimique de Cattenom 3.
28 septembre 2002	Mise à l'arrêt de Cattenom 3 pour 40 jours.
8 novembre 2002	Redémarrage du réacteur 3 (cycle de fonctionnement n°10), rechargé avec un combustible en partie renforcé.
12 novembre 2002	L'ASN impose à EDF des conditions de surveillance radiochimique particulières du fluide primaire de Cattenom 3.

Sources : ASN, EDF, 2000-2003

## Évolutions de la gestion du combustible dans les réacteurs 1.300 MWe

En 1996, EDF a introduit un nouveau mode de gestion du combustible, dit GEMMES, pour le parc de réacteurs 1.300 MWe. Les premiers chargements ont lieu à Cattenom. Le parc fonctionnait jusque là avec des cycles annuels et des recharges par tiers de cœur (64 assemblages) ; la nouvelle gestion, également par tiers de cœur, porte la durée d'un cycle à 18 mois. Cette augmentation de la durée d'utilisation du combustible (de trois ans à quatre ans et demi) s'accompagne d'une augmentation de ses performances énergétiques<sup>30</sup>, mais aussi des contraintes qu'il doit supporter. L'introduction de cette gestion s'est d'ailleurs accompagnée d'aménagements de conception des crayons et assemblages combustibles<sup>31</sup>.

Toutefois, dans le programme d'évolution des combustibles à moyen terme envisagé par EDF, la gestion GEMMES n'est qu'une étape : EDF prévoit ainsi pour les 1.300 MWe d'introduire dès 2006 une gestion dite GALICE à 4,5 % de teneur initiale en U-235 portant le taux de combustion moyen par assemblage à 52 voire 55 GWj/tU, et de porter à l'horizon 2010 les performances à respectivement 4,95 % en U-235 et 62 GWj/t ; ces deux gestions utiliseraient le nouveau concept de combustible développé par Framema, dit Alliance.



<sup>30</sup> En cycles annuels, les réacteurs 1.300 MWe fonctionnaient avec un combustible enrichi initialement à 3,1 % en U-235 dont le taux de combustion moyen de décharge était de 36 GWj/tU. Dans la gestion GEMMES, la teneur initiale en U-235 est portée à 4 %, pour un taux de combustion moyen visé de 50 GWj/tU. Le passage à la gestion GEMMES a d'ailleurs nécessité le relèvement, accordé par l'autorité de sûreté nucléaire le 12 février 1999, de la limite autorisée pour le taux de combustion de décharge, passé de 47 GWj/tU maximum en moyenne par assemblage à 50 GWj/tU.

<sup>31</sup> Notamment passage du concept AFA-2GL à AFA-2GLE en 1997 (épaississement des tubes guides), puis de AFA-2GLE à AFA-3GL en 1998 (évolution du design des embouts).