

The logo for IRSN (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire) features the acronym 'IRSN' in a bold, sans-serif font. The letters 'I', 'R', and 'S' are red, while 'N' is blue. Below the acronym, the full name of the institution is written in a smaller, blue, sans-serif font.

INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

# LE POINT DE VUE DE L'IRSN SUR LA SURETE ET LA RADIOPROTECTION DU PARC ELECTRONUCLEAIRE FRANÇAIS EN 2009

RAPPORT DSR N° 383

DIRECTION DE LA SURETE DES REACTEURS

# SOMMAIRE

<b>AVANT PROPOS</b> .....	<b>2</b>
<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>3</b>
<b>INTRODUCTION ET SYNTHESE</b> .....	<b>4</b>
<b>EVALUATION GLOBALE DE LA SURETE DU PARC EN EXPLOITATION</b> .....	<b>7</b>
La sûreté de l'exploitation en 2009 les tendances .....	8
<b>EVENEMENTS ET INCIDENTS</b> .....	<b>19</b>
Vulnérabilités de la « source froide » .....	20
Tassements différentiels à la centrale de Dampierre .....	29
Événements concernant la radioprotection .....	32
Incident survenu lors d'un contrôle de soudure par gammagraphie .....	37
Corrosion des tubes des générateurs de vapeur du réacteur n°3 de la centrale du Bugey .....	42
<b>ANOMALIES GENERIQUES</b> .....	<b>46</b>
Défauts de qualités lors des opérations de maintenance et les non-conformités de matériels aux exigences de qualification.....	47
Fissurations de piquages de faible diamètre .....	50
Mélanges de graisses dans des équipements appelés à fonctionner dans des situations accidentelles .....	54
<b>LES EVOLUTIONS SIGNIFICATIVES</b> .....	<b>57</b>
Évolution des spécifications radiochimiques .....	58
Effet sur la sûreté de l'augmentation du taux de bouchage des tubes de générateurs de vapeur	61
Facteurs organisationnels et humains lors de la conception des modifications d'installations ....	66
<b>DEFINITIONS ET ABREVIATIONS</b> .....	<b>71</b>
<b>CREDIT PHOTO</b> .....	<b>72</b>

Les mots écrits en [bleu et soulignés](#) renvoient à des liens. Ces liens sont actifs sur [www.irsn.fr](http://www.irsn.fr).

# ANOMALIES GENERIQUES

La standardisation des réacteurs à eau sous pression du parc EDF présente de nombreux avantages en matière d'exploitation : mêmes référentiels d'exploitation, maintenance optimisée, partage du retour d'expérience... Par contre, elle devient un inconvénient quand apparaît une anomalie susceptible d'affecter plusieurs réacteurs, voire l'ensemble des réacteurs du parc. L'IRSN est particulièrement attentif à la détection et au traitement de cette catégorie d'anomalies, dites génériques. Leur traitement pour l'ensemble des réacteurs s'étend généralement sur plusieurs années. Le présent rapport détaille certaines d'entre elles, découvertes ou en cours de traitement en 2009.

Dans ce cadre, l'IRSN note que les événements liés à la maintenance sont en forte augmentation au cours des dernières années, et affectent de plus en plus des matériels importants pour la sûreté. Parmi ceux-ci, des mélanges de graisses de lubrification, dont la tenue aux conditions d'ambiance en situation accidentelle n'est pas démontrée, ont été constatés dans des robinets et des motopompes.

Par ailleurs, des fissurations de piquages de faible diamètre sont apparues dès le début de l'exploitation des réacteurs nucléaires d'EDF et ont été à l'origine de plusieurs fuites de fluide primaire. Imputables à un phénomène de fatigue vibratoire, elles font l'objet d'investigations par EDF depuis de nombreuses années. Des progrès sensibles dans la prévention de ce phénomène ont été réalisés, mais des fissurations de nouveaux piquages apparaissent, montrant la complexité du phénomène et donc la nécessité de maintenir un programme de surveillance.

---

# Défauts de qualités lors des opérations de maintenance et les non-conformités de matériels aux exigences de qualification

---

L'augmentation du nombre des événements significatifs liés à la maintenance, déjà évoquée par l'IRSN dans son rapport public relatif à l'année 2008, s'est poursuivie en 2009. Parmi ces événements, l'IRSN note un nombre élevé d'anomalies affectant des matériels importants pour la sûreté, dont certaines affectent plusieurs réacteurs. Dans certains cas, les matériels concernés ne répondent plus à leurs exigences de qualification, c'est-à-dire qu'ils pourraient ne pas assurer leur mission lors d'un accident.

Parmi les événements associés à des opérations de maintenance, l'IRSN note un nombre important d'anomalies affectant des matériels et en particulier des anomalies dites « génériques », affectant ou susceptibles d'affecter plusieurs réacteurs, voire l'ensemble des réacteurs d'EDF. Il peut en résulter, pour les matériels appelés à fonctionner en situation accidentelle, des non-conformités aux exigences de qualification auxquelles ils doivent répondre pour assurer leurs fonctions de sûreté.

Comme déjà évoqué dans le rapport public relatif à l'année 2008, l'IRSN constate que le nombre d'anomalies de ce type n'a pas cessé d'augmenter depuis le début des années 2000.

Les causes de ces anomalies sont diverses. En première analyse, beaucoup d'anomalies résultent de gestes inadaptés ou du non-respect des procédures en vigueur par les intervenants.

Selon l'IRSN, les causes profondes de ces événements sont à rechercher non seulement dans l'organisation des activités de maintenance, en particulier dans une insuffisante maîtrise des activités sous-traitées (lesquelles sont en sensible augmentation), mais également dans des manques de professionnalisme ou de compétence des intervenants. Les choix de politique industrielle faits par EDF entraînent une mutation des pratiques de maintenance des installations. La transition du « faire » au « faire faire » a eu un impact direct à EDF sur les métiers et les compétences associées en matière de maintenance. Elle nécessite notamment :

- un renforcement des compétences de maîtrise d'ouvrage (analyse des besoins, répartition pertinente des activités à traiter et des activités à sous-traiter, passation des commandes ...) ;
- un renforcement des compétences de préparation (des programmes d'intervention) ;
- une coordination et une évaluation fine des prestations et des prestataires ;
- une montée des compétences en matière de diagnostic et de pronostic chez l'exploitant au détriment de celles de réalisation qui doivent être renforcées dans les entreprises prestataires.

La maîtrise des compétences de ses prestataires constitue donc un enjeu majeur pour EDF. Le renouvellement des compétences, tant dans EDF que dans les entreprises sous-traitantes, est de nature à entraîner des défauts de maîtrise du geste professionnel, comme cela a été relevé ces dernières années et notamment en 2009. A titre d'exemple, on peut citer un événement survenu à la centrale de Belleville-sur-Loire où un manque de savoir-faire des intervenants a conduit à la détérioration de la pivoterie de plusieurs vannes appartenant à des systèmes de sauvegarde du réacteur (un défaut de montage des roulements coniques équipant ces vannes a provoqué leur blocage). Les essais réalisés en fin d'intervention ont néanmoins permis à EDF d'identifier ces écarts avant le redémarrage du réacteur, et d'engager les actions correctives rapidement. A la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire, des investigations ont été menées par l'IRSN, à l'issue desquelles l'IRSN a recommandé que l'exploitant de la centrale réalise des contrôles complémentaires sur d'autres vannes de ses réacteurs dans les plus brefs délais ; l'IRSN a également recommandé que le retour d'expérience soit pris en compte au plan national par EDF.

La maintenance des 58 réacteurs d'EDF fait intervenir 8 000 agents de la Division de la Production Nucléaire , 2 000 agents de la Direction de l'Ingénierie et 17 000 intervenants prestataires relevant d'environ 400 entreprises sous-traitantes (soit environ deux tiers des effectifs qui interviennent pour la maintenance).

Si, comme dans l'exemple précédent, certains écarts de maintenance peuvent être détectés très rapidement du fait de l'indisponibilité immédiate des matériels concernés, il s'avère parfois beaucoup moins évident de les détecter et donc d'en apprécier la nocivité, comme le montre l'exemple de la dégradation d'un coussinet de bielle d'un groupe électrogène de la centrale de Chinon B survenue en 2008, à l'issue d'une révision complète de celui-ci. Le groupe avait été réparé mais l'exploitant n'avait pas été en mesure d'identifier la cause précise de la dégradation constatée. Ce n'est qu'en 2009, à la suite d'événements analogues survenus en Allemagne, que le constructeur de ces groupes électrogènes a pu caractériser les anomalies, à savoir des défauts de dimensionnement sur certains coussinets fournis en pièces de rechange. Après avoir été alerté par le constructeur, EDF a mené des investigations pour ses réacteurs, qui ont montré que 17 groupes électrogènes de secours des réacteurs de 900 MWe pouvaient être concernés par l'anomalie. EDF a mené un programme volontariste de remise en conformité de ces groupes électrogènes. Cet exemple montre qu'il est souvent difficile de détecter des défauts affectant des pièces de rechange lors de leur montage ou lors des essais de requalification après intervention. Toutefois, une dégradation ou une anomalie ne doit pas rester inexplicée et il incombe aux responsables de la maintenance d'élargir et d'approfondir les investigations pour en trouver l'origine.

Plusieurs exemples montrent que la vigilance et l'exploitation systématique du retour d'expérience, ainsi que des « signaux faibles » précurseurs d'une éventuelle dégradation, sont primordiales pour la détection d'anomalies qui peuvent s'avérer génériques. Ainsi, après le constat fait au cours de l'année 2009, de dégradations d'épingles de maintien de relais électromagnétiques intervenant dans les fonctions de sauvegarde d'un réacteur, l'IRSN a alerté l'ASN sur les risques associés à cette anomalie qui pouvait être générique. En effet, même si les relais électromagnétiques restaient pleinement disponibles en fonctionnement normal, leur fonctionnement pendant ou après un séisme n'était plus assuré. L'analyse de ces anomalies par l'exploitant a mis en évidence que celles-ci résultaient de pratiques d'exploitation, les différents intervenants amenés à déboucher et réembrocher ces relais n'ayant pas connaissance des risques associés à une dégradation des épingles de maintien. A partir de la

découverte de simples écarts isolés, un vaste programme de contrôles de tous les réacteurs a été finalement engagé à l'instigation de l'IRSN.

Dans le même ordre d'idées, lors de l'arrêt pour rechargement du réacteur n°4 de la centrale du Blayais en 2009, la rupture de vis équipant des vannes du système d'injection de sécurité a été constatée. L'analyse menée par l'IRSN a permis de montrer que quelques très rares cas similaires avaient déjà été détectés dans les réacteurs d'EDF, mais surtout que des incohérences existaient dans les différents documents de montage d'EDF quant à la nature du matériau des vis. Finalement, la rupture des vis a été imputée à la composition de l'acier des vis, sensible à la corrosion, ce qui a conduit EDF à planifier le remplacement des vis de ce type de vannes dans l'ensemble de ses réacteurs électronucléaires.

En conclusion, l'IRSN note depuis quelques années, une augmentation des anomalies affectant les matériels, souvent associées à des opérations de maintenance. Toutefois, il semble difficile de faire un lien direct entre l'accroissement des activités de maintenance sous-traitées et cette augmentation. L'analyse de l'IRSN montre que certaines activités (la fabrication des pièces de rechange, les sources d'approvisionnement) peuvent aussi être sources des anomalies détectées. Par ailleurs, une part importante de ces anomalies présentent un caractère générique et affectent plusieurs réacteurs. L'IRSN souligne régulièrement la nécessité d'une vigilance constante dans la détection des écarts et dans la vérification de leur caractère générique ou non. La présence possible d'anomalies non détectées dans des systèmes importants pour la sûreté pose en effet question quant aux moyens de les éviter (risques liés au renouvellement des compétences, maîtrise des fournisseurs par le maître d'œuvre EDF). Lorsque de telles anomalies sont découvertes, l'analyse par EDF de leur impact sur la sûreté fait systématiquement l'objet d'évaluations par l'IRSN, aboutissant dans certains cas à la redéfinition des programmes d'investigation prévus ou à la modification des calendriers de remise en conformité.

---

# Fissurations de piquages de faible diamètre

---

Dès le début de l'exploitation des réacteurs à eau sous pression, des phénomènes de fissuration par fatigue vibratoire ont provoqué des fuites de certains piquages sur des circuits importants pour la sûreté. Ces phénomènes de fatigue vibratoire sont complexes et difficiles à appréhender. Depuis 20 ans, EDF progresse dans l'analyse de ces vibrations et la recherche de leurs origines, qui ont conduit à modifier certains piquages et à caractériser ceux sensibles aux phénomènes vibratoires. A ce jour, EDF ne prévoit qu'une surveillance des piquages qu'il considère comme sensibles. Pour l'IRSN, compte tenu de la complexité des phénomènes vibratoires, il reste nécessaire de maintenir un programme de surveillance sur un ensemble plus élargi de piquages.

## Le contexte

Le 21 septembre 1995, à la fin d'un arrêt pour rechargement de combustible du réacteur n°5 de la centrale de Gravelines, une perte d'eau primaire est détectée. La brèche, localisée dans le circuit de refroidissement à l'arrêt du réacteur, correspond à la rupture franche d'un piquage de 15,8 mm de diamètre. Le débit de fuite a atteint rapidement 16 m<sup>3</sup>/h ; la perte d'eau primaire a

Un réacteur nucléaire est constitué de nombreux systèmes mécaniques interconnectés, eux-mêmes composés de différents matériels : pompes, vannes, tuyaux... qui permettent d'assurer la circulation de fluides. La connexion d'un système à un autre peut être réalisée par une liaison soudée de deux tuyaux, appelée piquage qui se présente sous la forme de T ou de Y. Plus simplement, le piquage correspond au tuyau le plus petit qui se pique sur le plus gros. Les photos présentées en figure 1 illustrent ce type de liaisons.

été compensée par l'injection d'eau par le système de contrôle chimique et volumétrique du réacteur. Compte tenu de la localisation de la rupture, la partie de tuyauterie affectée n'était pas isolable. Une réparation temporaire a consisté en la mise en place d'un bouchon. Cette réparation a nécessité l'arrêt du circuit de refroidissement à l'arrêt du réacteur pendant 14 minutes.

Ce type de fuite sur un petit piquage n'est pas rare. En effet, rapidement après la mise en exploitation des réacteurs de 900MWe et de 1300 MWe, des fuites de piquages de diamètre inférieur ou égal à 50 mm ont été observées. Les piquages concernés sont des piquages de purges, d'évents, de prises d'échantillons, d'instrumentations ou des piquages de soupapes de protection contre les surpressions (figure 1).

On dénombre environ 70 000 piquages de ce type pour les 58 réacteurs nucléaires français en exploitation.

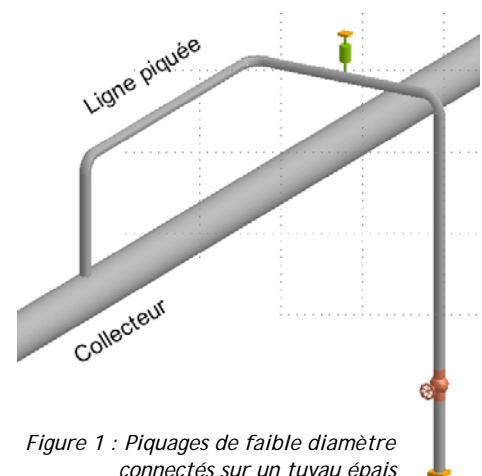


Figure 1 : Piquages de faible diamètre connectés sur un tuyau épais

Au 31 décembre 2009, EDF avait recensé, depuis le début de l'exploitation du parc, 400 cas de fissurations de piquages de faible diamètre sur des circuits importants pour la sûreté. Le nombre de fissurations relevé annuellement a été à peu près constant au cours des 6 dernières années, soit environ une dizaine par an pour l'ensemble des 58 réacteurs.

L'analyse du retour d'expérience montre que ces fissurations sont imputables à des phénomènes vibratoires dus à l'écoulement de fluide dans les tuyaux ou aux vibrations des pompes avoisinantes. Ces vibrations conduisent parfois, après un grand nombre de cycles, à un phénomène de fissuration par fatigue. On parle alors de fatigue vibratoire. Ces fissurations se produisent dans les soudures qui sont les zones les plus vulnérables (figure 2).

Ces fissurations peuvent conduire à des fuites de fluide primaire, qui sont le plus souvent compensées par l'injection d'eau par le système de contrôle volumétrique et chimique. Il n'est alors pas nécessaire de faire appel au système d'injection de sécurité du réacteur. Ces fuites sont dès lors rarement d'une gravité majeure pour la sûreté de l'installation. Toutefois, l'existence d'une fuite primaire, dès lors qu'elle est détectable, n'est pas tolérable, même dans un bâtiment dont l'étanchéité par rapport à l'environnement est surveillée.

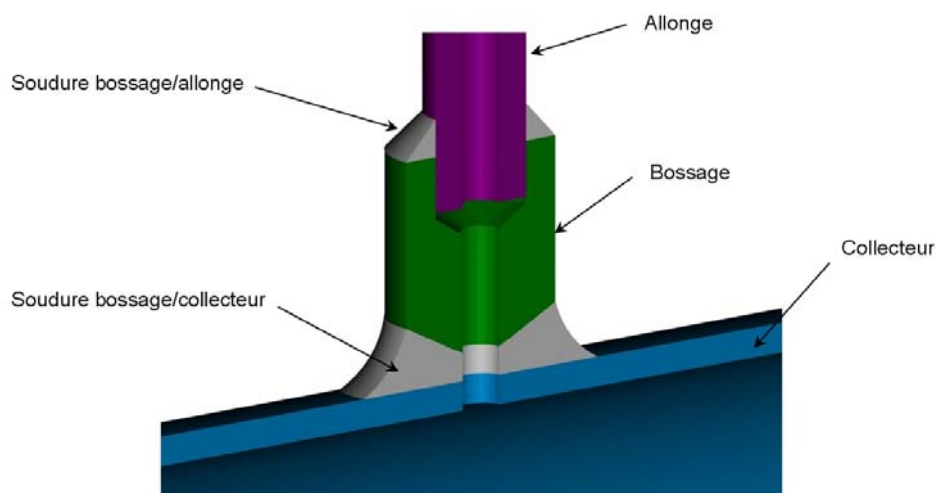


Figure 2 : Coupe d'un pied de piquage - Localisation des cordons de soudures

### Les investigations menées par EDF

Au cours des années 90, EDF a procédé à de nombreuses modifications de piquages en vue de remédier aux problèmes de fissuration par fatigue vibratoire, notamment dans les circuits de sauvegarde. Cependant, après l'apparition de nouvelles fissurations, y compris dans des piquages ayant déjà fait l'objet de modifications, EDF a lancé en 2002 une campagne de dépistage, par mesures vibratoires, des piquages sensibles aux vibrations (figure 3). Cette campagne de dépistage devrait s'achever bientôt. Afin de réduire à environ 10 000 le nombre de piquages à examiner, EDF a considéré que le comportement vibratoire des piquages de même type était similaire pour les centrales de même puissance. Pour chaque type de piquage, EDF a alors défini un piquage de référence.



Les résultats obtenus pour le piquage de référence sont ensuite extrapolés aux piquages homologues des centrales similaires.

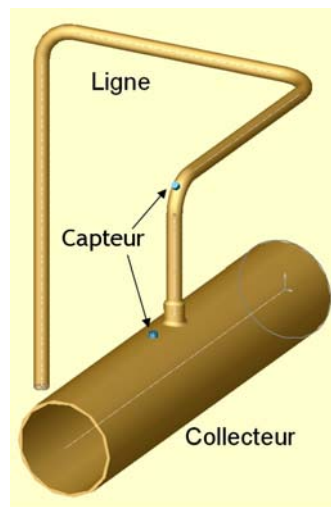


Figure 3 : Exemple de localisation des capteurs de mesure

Globalement, les investigations menées ont permis à EDF d'identifier les principales sources de vibrations dans les circuits importants pour la sûreté et de faire un bilan du niveau vibratoire de ces circuits. Certains circuits présentent des niveaux vibratoires élevés.

L'analyse du retour d'expérience montre qu'aucune modification ne doit être envisagée sans avoir une connaissance précise de la (ou des) source(s) de vibrations en présence. En effet, de nouvelles fissurations ont été constatées dans des piquages qui venaient d'être modifiés pour cause de fissurations. Par exemple, près des deux tiers des piquages modifiés du circuit d'appoint d'eau et de bore restent sensibles aux vibrations.

Enfin, les enseignements tirés de l'exploitation et de la recherche et développement ont permis à EDF d'établir de nouvelles règles de conception des piquages qui seront utilisées pour les nouveaux réacteurs (EPR notamment) et pour modifier les piquages sensibles existants.

### L'analyse de l'IRSN

Le comportement vibratoire des pompes en fonctionnement, très souvent à l'origine des vibrations de piquages, peut fluctuer notablement à la fois au cours du temps et d'une pompe à une autre pour un même type de réacteurs. Il n'est donc pas aisé d'appréhender le comportement vibratoire des piquages et des tuyauteries dans le temps alors que le comportement des pompes n'est lui-même pas facile à déterminer. Le critère retenu par EDF pour déclarer un piquage sensible aux vibrations est un critère de vitesse maximale de vibration (12 mm/s). Face aux nouvelles fissurations observées sur des piquages modifiés, l'IRSN a recommandé qu'EDF procède à une analyse vibratoire plus précise en tenant compte de la fréquence d'excitation des piquages (analyse spectrale). L'IRSN a également recommandé que toute modification d'un piquage soit validée immédiatement après l'intervention par une nouvelle campagne de mesures.

Sur l'ensemble des piquages qui se sont fissurés, un nombre important n'étaient pas caractérisés comme sensibles aux vibrations par EDF, ce qui, pour l'IRSN, témoigne bien des incertitudes inhérentes à la méthode de détection des piquages sensibles, qui repose en particulier sur l'hypothèse de l'existence d'une similitude vibratoire entre les réacteurs d'un même palier. Pour l'IRSN, la démonstration de l'existence d'une similitude vibratoire entre les réacteurs d'un même palier n'est pas établie. En effet, les vibrations dépendent de nombreux paramètres qui peuvent varier entre deux réacteurs. Le tracé et le supportage des tuyauteries, la géométrie des piquages mais aussi la conduite de l'installation ne sont pas strictement identiques d'un réacteur à l'autre. Or, une légère fluctuation d'un ou de plusieurs de ces paramètres peut modifier notablement le comportement vibratoire des piquages.

A ce jour, EDF propose une surveillance des piquages déclarés sensibles en attendant le traitement de ces piquages et/ou le traitement des sources de vibrations. Pour l'IRSN, une surveillance des piquages de faible diamètre implantés sur les circuits importants pour la sûreté doit être poursuivie, qu'il s'agisse de piquages déclarés sensibles ou de piquages non déclarés sensibles, en particulier dans la perspective d'une extension de la durée de fonctionnement des réacteurs où la fiabilité des matériels doit être maintenue constante.

---

# Mélanges de graisses dans des équipements appelés à fonctionner dans des situations accidentelles

---

EDF a découvert dans plusieurs centrales des mélanges de graisses, dans des matériels appelés à fonctionner dans des conditions d'ambiance accidentelles ; et deux événements significatifs pour la sûreté, à caractère générique, ont été déclarés à ce sujet en 2009. Dans des conditions d'ambiance normales, un mélange de graisses compatibles n'est pas préjudiciable au fonctionnement des matériels. Mais en l'absence d'une qualification par des essais ou par des analyses ou des retours d'expérience suffisants, l'IRSN considère que les propriétés lubrifiantes de ces mélanges de graisse en cas d'accident restent à démontrer.

## La qualification des matériels aux conditions accidentelles

Certains matériels installés dans l'enceinte de confinement assurent des fonctions de sûreté (étanchéité de l'enceinte, évacuation de la chaleur produite par le combustible...) et doivent rester opérationnels dans des conditions accidentelles. Ils doivent pour cela être qualifiés (voir l'encadré). Maintenir cette qualification pérenne exige une attention particulière tout au long de l'exploitation de la centrale, en particulier lors des phases de maintenance ; toute modification d'un composant d'un matériel qualifié doit

La maîtrise de la sûreté d'un réacteur en situation accidentelle suppose entre autres la disponibilité et la capacité à fonctionner de matériels installés dans l'enceinte de confinement. Plusieurs cas d'accidents sont envisageables, jusqu'à la rupture d'une tuyauterie principale du circuit primaire de refroidissement du réacteur, entraînent une dégradation des conditions ambiantes dans l'enceinte de confinement, avec une augmentation des températures, de la pression et des radiations ambiantes. Les matériels qui doivent fonctionner dans les conditions accidentelles et post-accidentelles font l'objet d'une qualification qui consiste à démontrer, par des essais sur banc en usine ou en laboratoire ou par des analyses particulières, leur capacité à fonctionner dans ces conditions. Cette démonstration doit être apportée pour tous les composants des matériels concernés, y compris les graisses.

préalablement faire l'objet d'une analyse ou d'un essai complémentaire destiné à vérifier que la qualification reste acquise ; c'est notamment le cas pour les graisses utilisées pour lubrifier les servomoteurs de robinets ou les paliers des groupes motopompes du circuit de refroidissement du réacteur à l'arrêt (RRA). Outre les effets du vieillissement, les caractéristiques physico-chimiques des graisses peuvent être affectées par les radiations et les conditions ambiantes (température, vapeur, pression) régnant dans l'enceinte et donc, seules sont autorisées des graisses qualifiées.

### Le graissage, un sujet qui n'est pas nouveau

Des graissages inappropriés, c'est-à-dire l'introduction de mélanges de graisses de références différentes, l'utilisation de graisses non conformes aux prescriptions du constructeur, l'oubli de graissage de matériels neufs ou d'appoint périodique, sont régulièrement observés par EDF depuis plusieurs années. Un graissage inadapté pourrait affecter des matériels redondants d'un système important pour la sûreté et constitue de ce fait un mode commun de défaillance. Le graissage des matériels qualifiés est donc un sujet sensible.

Ce risque de mode commun a déjà fait l'objet d'un examen approfondi à la fin des années 90 sur la base d'une expertise réalisée par l'IPSN. Une doctrine de graissage des groupes motopompes importants pour la sûreté avait alors été établie par EDF, qui avait permis de diminuer la fréquence des incidents de graissage. Toutefois, des événements survenus récemment montrent la nécessité qu'EDF exerce une surveillance permanente sur ce sujet.

### Constat d'un mélange de graisses dans les servomoteurs de robinets qualifiés

Deux graisses différentes, toutes deux qualifiées aux conditions accidentelles, sont utilisées pour lubrifier les robinets qualifiés. Une graisse (que nous appellerons graisse A) assure la lubrification du servomoteur électrique, une graisse (que nous appellerons graisse B) assure la lubrification du robinet (noix de manœuvre, boîte à butée ...).

Le 10 juillet 2008, lors d'opérations de maintenance préventive réalisées dans le réacteur n°2 de la centrale de Nogent-sur-Seine, l'intervenant a constaté la présence de graisse B dans les graisseurs de quatre servomoteurs qualifiés, alors que ceux-ci n'auraient dû contenir que de la graisse A. L'exploitant a alors effectué un contrôle de l'ensemble des robinets qualifiés du réacteur et constaté des écarts de graissage dans vingt servomoteurs. L'écart portait sur l'apport de graisse B, normalement destinée au robinet, dans le servomoteur. Ceci entraînait la présence dans le servomoteur d'un mélange non qualifié de deux graisses. En effet, bien que chacune de ces deux graisses soit qualifiée, et que leurs composants respectifs (huiles, épaississants) ne soient pas incompatibles, l'IRSN considère que leur mélange dans des proportions variables et non quantifiables ne peut pas être considéré comme qualifié. Le mélange ainsi obtenu pourrait perdre ses propriétés lubrifiantes dans une ambiance accidentelle et provoquer ainsi l'indisponibilité des matériels concernés. Le 12 novembre 2008 pour le réacteur n°1 de la centrale de Golfech et le 27 janvier 2009 pour le réacteur n° 1 de la centrale de Chooz B, des non-conformités de graissage identiques ont été découvertes dans des servomoteurs qualifiés. La proximité et la ressemblance des graisseurs du servomoteur et de la boîte à butée pourraient en partie expliquer la multiplication de ces écarts.



Proximité des graisseurs des servomoteurs et boîte à butée source d'erre

Graisseurs servomoteurs

Graisseurs boîte à butée

Leur caractère générique a conduit EDF à planifier un contrôle des servomoteurs de l'ensemble des centrales, lors des arrêts pour rechargement. La remise en conformité préconisée par l'IRSN a consisté à démonter le servomoteur pour le nettoyer et y remplacer la graisse. Selon la nature des graisses mélangées et l'importance du rôle pour la sûreté du servomoteur affecté, la remise en conformité est réalisée immédiatement ou reportée dans le cadre d'opérations de maintenance ultérieures.

#### **Mélange de graisses dans les motopompes du circuit de refroidissement du réacteur à l'arrêt**

L'arrêt récent de la fabrication de la graisse qualifiée utilisée pour le graissage des paliers des motopompes du circuit de refroidissement du réacteur à l'arrêt (RRA) a conduit EDF à la remplacer par une graisse équivalente, qualifiée et répondant aux mêmes spécifications de lubrification. A cette fin, EDF a préconisé, pour les groupes motopompes concernés, le remplacement de la graisse par une « chasse », consistant à injecter en une seule fois un volume de graisse correspondant à une fois et demi le volume calculé des espaces libres des roulements équipant chaque palier de la pompe ou du moteur.

Cette pratique de graissage par « chasse » ne permet pas l'évacuation complète de l'ancienne graisse. Elle conduit donc à la formation d'un mélange de deux graisses en proportions non quantifiables, aux caractéristiques techniques incertaines. Bien que le guide d'exploitation et d'entretien des pompes RRA interdise le mélange de graisses de références différentes, EDF a cependant estimé que le procédé était ici acceptable compte tenu du fait que chacune des deux graisses est qualifiée et que le fournisseur de la nouvelle graisse a confirmé sa compatibilité avec l'ancienne graisse.

En juillet 2009, lors du changement de graisse par « chasse » sur une motopompe RRA de la centrale de Civaux conformément aux préconisations d'EDF et du fournisseur, la température du palier de la motopompe a atteint le seuil d'alarme à plusieurs reprises. Bien qu'il n'ait pas été montré que cette anomalie soit liée à une incompatibilité des graisses entre elles, elle a suscité un certain nombre de questions de la part de l'IRSN relatives, notamment, aux caractéristiques du mélange et à la pérennité de la qualification. Si l'IRSN n'a pas contesté la tenue de ce mélange pour des situations normales d'ambiance, il a considéré par contre que la tenue du mélange dans une ambiance accidentelle n'était pas démontrée. A l'issue d'un contrôle systématique du graissage des motopompes RRA sur l'ensemble des centrales, 29 motopompes sur les 116 du parc présentaient une non-conformité de graissage. La démonstration de la qualification du mélange de ces deux graisses n'ayant pas été apportée, EDF a déclaré le 30 septembre 2009 un événement significatif pour la sûreté à caractère générique. Des tests et des analyses complémentaires engagés par EDF ont permis de démontrer la bonne tenue des mélanges de graisse en situation accidentelle. Néanmoins, sans attendre les résultats de ces essais, EDF a procédé à titre préventif à la remise en conformité de plusieurs groupes motopompes en démontant la pivoterie de la pompe et en la remplaçant par une nouvelle pivoterie équipée de la nouvelle graisse qualifiée.

# Définitions et abréviations

1300 MWe : Réacteur nucléaire français de 1300 MWe

900 MWe : Réacteur nucléaire français de 900 MWe

ASN : Autorité de sûreté nucléaire

BAN : Bâtiment des auxiliaires nucléaires

Becquerel : (Bq) Unité de mesure, légale et internationale, utilisée pour la radioactivité. Un Becquerel correspond à une désintégration par seconde.

Bore : Le bore est un élément chimique de symbole B, son numéro atomique est 5. Il a la propriété d'absorber les neutrons et est utilisé de ce fait pour le contrôle de la réaction en chaîne.

ASG : Système d'alimentation de secours en eau des générateurs de vapeur. Ce système a pour rôle l'alimentation en eau des générateurs de vapeur (GV) toutes les fois où elle est impossible à réaliser par le poste d'eau. C'est un circuit de sauvegarde qui, lors d'accidents ou d'incidents entraînant l'indisponibilité de l'alimentation normale des GV, assure l'alimentation en eau de ceux-ci, permettant ainsi l'évacuation de la puissance résiduelle.

DVH : Système de ventilation du local des pompes d'injection de sécurité à haute pression

DVN : Système de ventilation du bâtiment des auxiliaires nucléaires

EAS : Système (de sauvegarde) d'aspersion dans le bâtiment abritant le réacteur

[INES](#) : International Nuclear Event Scale, échelle internationale des événements nucléaires donnant une appréciation de la gravité d'un événement nucléaire

MWe : Le mégawatt électrique est l'unité de la puissance fournie au réseau électrique par une centrale nucléaire

RCV : Système de contrôle chimique et volumétrique du circuit primaire

Réaction en chaîne : Dans le domaine du nucléaire, une réaction en chaîne se produit lorsqu'un neutron cause la fission d'un atome fissile en produisant plusieurs neutrons qui à leur tour produisent d'autres fissions

REP : Réacteur à eau sous pression

Réservoir PTR : Réservoir d'eau borée de grande capacité qui alimente les circuits d'injection de sécurité (RIS) et d'aspersion dans l'enceinte (EAS)

RIS : Système d'injection de sécurité d'eau borée dans le cœur

RRI : Système de réfrigération intermédiaire

Salle des machines : bâtiment abritant le turbo-alternateur qui produit l'électricité

Sievert : Unité légale de dose efficace qui permet de rendre compte de l'effet biologique produit par une dose absorbée donnée sur un organisme vivant. L'équivalent de dose n'est pas une quantité physique mesurable ; elle est obtenue par le calcul. Elle dépend de l'énergie transmise aux tissus, du type de rayonnement et du tissu atteint

SEC : Système d'alimentation en eau brute secours (assure le refroidissement de l'eau du système RRI)

Taux de combustion : rapport exprimant le nombre de noyaux fissiles ayant connu une fission sur le nombre initial de ces noyaux

TEG : Système de traitement des effluents gazeux qui recueille les effluents gazeux du circuit primaire générés par l'exploitation du réacteur

VD3 : 3ème visite décennale d'un réacteur nucléaire

# Crédit photo

Page 7 : photo Noak/Le bar Floréal/IRSN

Page 23 : photo EDF

Page 39 : photo INRS

Page 45 : photo ZETEC

Page 55 : photo EDF - centrale de Chooz B

Page 60 : photo AREVA-photothèque

Pages 4, 8, 10 à 18, 20 à 22, 26, 29, 33, 34, 38, 39, 42, 50, 51, 52, 59, 62, 63, 67, 68 : illustrations IRSN