

Les enjeux de la maintenance

<i>Sommaire</i>	<i>Page</i>
➤ Avant-propos : les enjeux de la maintenance par André-Claude Lacoste, directeur général de la sûreté nucléaire et de la radioprotection - DGSNR	42
➤ La maintenance, clé de la sûreté et enjeu de radioprotection : le point de vue de l'Autorité de sûreté nucléaire par David Emond, responsable de la sous-direction « Equipements sous pression nucléaires », DGSNR	43
➤ Exploitation et maintenance des centrales nucléaires EDF La maintenance exceptionnelle par Dominique Minière, directeur adjoint EDF, et François Hedin, délégué état-major EDF – Branche énergies – DPN	48
➤ Maintenance et vieillissement technologique – Cas des tableaux de contrôle radiologique (TCR) utilisés dans les installations du CEA par Bernard Sevestre, Direction de la sûreté nucléaire et de la qualité et Jean-Marc Fourneron, Département d'études des réacteurs – CEA	52
➤ La Direction « Maintien en conditions opérationnelles des usines » : un outil de sûreté et de productivité pour l'établissement COGEMA de La Hague par Pierre Leroy, directeur maintien en conditions opérationnelles – COGEMA La Hague et Pierre Mathieu, responsable sûreté – Business Unit Traitement – COGEMA Vélizy	56
➤ Maintenance des installations de radiothérapie par Thierry Sarrazin, chef de l'unité de physique et de radioprotection – Centre régional de lutte contre le cancer O. Lambret, LILLE (59)	62
➤ Les enjeux de la maintenance nucléaire des REP en France avec ses partenaires et sous-traitants par Rémi Thévenet, chargé de mission à la Direction commerciale des services France – Framatome ANP	67
➤ La maintenance de la flotte TGV par J.P. Charlanne, Département des TGV et des voitures, Direction du matériel – SNCF	72
➤ La maintenance, la mal aimée indispensable par Monique et Raymond Sené, Groupement de scientifiques pour l'information sur l'énergie nucléaire (GSIEN)	77

Avant-propos

La maintenance est essentielle pour garantir la sûreté des installations nucléaires comme la sécurité de tous les appareils utilisant des rayonnements ionisants. Les actions mises en œuvre visent à contrôler l'état des équipements et à corriger les défauts qui sont mis en évidence, soit par des réparations, soit par des remplacements.

Investissement financier pour la fiabilité et la sûreté des équipements, la maintenance est aussi à l'origine de la majeure partie de la dose reçue par les travailleurs du nucléaire. Elle constitue également la majorité des activités réalisées lors des arrêts des installations nucléaires et implique pour ce faire un tissu industriel riche et varié où la sous-traitance est développée.

La maintenance, source de coût, de dose et d'indisponibilité, peut être une cible facile de politiques de réduction de dépenses ou d'amélioration d'indicateurs radiologiques. C'est pourquoi l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) veille à ce que les exploitants d'installations nucléaires et les propriétaires d'appareils utilisant des rayonnements mettent en œuvre des politiques de maintenance adaptées aux enjeux de sûreté et de sécurité, dans le souci de la qualité et de la radioprotection.

Alors que les installations vieillissent et que la compétitivité devient une préoccupation importante des industriels, il est indispensable que la maintenance reste adaptée au rôle important qu'elle doit jouer dans la prévention des incidents : détecter et corriger les défauts avant qu'ils ne compromettent la sécurité des équipements et dans le souci de la radioprotection. L'ASN y sera vigilante en utilisant tous les outils à sa disposition, en particulier l'élaboration d'exigences réglementaires, l'examen attentif des programmes de maintenance et les inspections.

Le dossier qui suit fait le point sur la maintenance, en mettant en lumière les enjeux et les contraintes des politiques en la matière. La parole est donnée aux acteurs de la maintenance, exploitants, utilisateurs et prestataires, tandis qu'une ouverture est proposée sur la maintenance par la SNCF des TGV, domaine où les enjeux industriels de fiabilité et de disponibilité rejoignent et côtoient les objectifs de sécurité. Enfin, *Contrôle* a également donné la parole au milieu associatif sur les enjeux de la maintenance.



André-Claude LACOSTE
Directeur général de la sûreté nucléaire
et de la radioprotection

La maintenance, clé de la sûreté et enjeu de radioprotection : le point de vue de l'Autorité de sûreté nucléaire

par **David Emond**, responsable de la sous-direction
« Equipements sous pression nucléaires », DGSNR

La maintenance dans les installations contrôlées par l'Autorité de sûreté nucléaire

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) exerce son contrôle sur des installations variées qui ont en commun l'utilisation de rayonnements ionisants, que ce soit à des fins industrielles, médicales ou de recherche. On y trouve ainsi aussi bien les centrales nucléaires, les usines de fabrication du combustible ou les industries utilisant des sources radioactives que les centres de radiothérapie ou les cabinets de radiologie médicale. Il existe peu de points communs entre ces installations si ce n'est que toutes mettent en œuvre des matériels sophistiqués pour bénéficier de l'usage attendu sans pâtir d'effets néfastes, comme l'émission non désirée de rayonnements ou le relâchement incontrôlé de substances radioactives. La sécurité du public, des travailleurs ou des patients requiert donc que ces matériels fonctionnent dans les conditions fixées, au stade de la conception, par le constructeur. Pour ce faire, la mise en œuvre d'actions à plusieurs niveaux s'impose, comme la formation des intervenants ou la surveillance des paramètres pertinents. Parmi ces actions, la maintenance des équipements joue un rôle important.

Dans son sens le plus général, la maintenance ne se limite pas aux actions correctives menées sur les équipements, comme la réparation ou le remplacement. Elle touche également un certain nombre d'actions préventives. Ces actions sont de deux ordres : certaines consistent à intervenir avant qu'une dégradation n'apparaisse (remplacement de composants en état de

fonctionnement par des composants neufs afin d'éviter qu'une panne ne survienne quand on le souhaite le moins, ajout de graisse, etc.) tandis que d'autres visent à s'assurer que les matériels sont en permanence aptes à remplir la fonction qu'on attend d'eux, dans de bonnes conditions de sécurité, notamment de radioprotection. Parmi ces dernières actions, on peut citer les contrôles des équipements, fondamentaux pour porter un diagnostic sur l'état de ces derniers.

L'objectif de la maintenance est de garantir le fonctionnement de l'équipement tel qu'il est prévu au stade de la conception. Ceci se décline selon trois axes : entretenir de manière préventive, vérifier que les matériels fonctionnent comme prévu dans des conditions de sécurité suffisantes et corriger l'installation si le résultat de cette vérification est négatif. Au bilan, il s'agit de maintenir l'installation, réacteur nucléaire ou appareil de radiothérapie, à des niveaux de fiabilité et de performance suffisants du point de vue de la sûreté et de la radioprotection et en tout cas conformes à ceux voulus au stade de la conception. Dans le cas des installations nucléaires, le rapport de sûreté est la démonstration que l'installation « telle que conçue » possède un niveau de sûreté suffisant et que les risques pour le public, les travailleurs et l'environnement sont réduits à un niveau acceptable, qui doit être aussi faible que raisonnablement possible. De manière générale, la maintenance joue un rôle clé pour démontrer, à tous les stades de sa vie, que l'installation « telle qu'exploitée » reste conforme à l'installation « telle que conçue ». Cette cohérence assure la sécurité de l'installa-

tion et doit être vérifiée continuellement. Les éventuels écarts découverts entre l'installation « telle qu'exploitée » et « telle que conçue » doivent être tracés, analysés et, si les conséquences sur la sécurité ne peuvent être écartées, réduits dans des délais compatibles avec la sûreté et la radioprotection. Naturellement, ceci n'empêche pas la conception d'être modifiée et de prendre en compte les enseignements du retour d'expérience ou l'évolution des exigences réglementaires. La réalisation de modifications entraîne alors des opérations sur les matériels qui sont similaires aux opérations de maintenance et qui doivent, par conséquent, viser les mêmes objectifs de qualité et de radioprotection.

La cohérence entre l'installation réelle et l'installation conçue repose ainsi sur la capacité à détecter les écarts et à les réduire. Cette capacité s'appuie très largement sur la maintenance, comprise à la fois comme la recherche des écarts et comme la mise en œuvre des moyens nécessaires pour les éliminer.

Le poids de la maintenance

La maintenance représente un enjeu économique important pour les exploitants d'installations nucléaires, à la fois en raison des budgets qui lui sont consacrés et en raison de l'indisponibilité qu'elle peut générer. Ainsi, les centrales nucléaires sont arrêtées tous les 12 à 18 mois afin de changer une partie du combustible et de réaliser un certain nombre d'opérations de maintenance. Ces arrêts peuvent atteindre plusieurs mois pendant lesquels le réacteur ne produit pas d'électricité.

L'externalisation progressive des tâches de maintenance a conduit à voir plusieurs centaines d'entreprises proposer des prestations de maintenance. La taille de ces entreprises est extrêmement variable et va des acteurs majeurs du nucléaire, qui se spécialisent dans des tâches techniquement complexes (comme Framatome ANP ou Westinghouse) à de petites entreprises localisées sur une région donnée et qui offrent des services non spécifiques du nucléaire (décalorifugeage par exemple).

L'utilisation accrue de prestataires a rendu cruciale la surveillance de la part du don-

neur d'ordre. Cet enjeu sera renforcé par la mise en place de nouveaux types de relations contractuelles, comme la prestation intégrée par laquelle un prestataire unique coordonne, pour le compte de l'exploitant, un ensemble de tâches elles-mêmes sous-traitées.

Enjeu financier et industriel, la maintenance est également à l'origine de la majeure part de la dose collective reçue par les travailleurs du nucléaire. Dans le cas des centrales nucléaires, EDF s'est fixé comme objectif de faire décroître cette dose collective (elle est de fait passée en dessous de 1 homme.Sv en moyenne par réacteur pour la première fois en 2002). Il convient que cette baisse ne se fasse pas par une remise en cause injustifiée de la politique de maintenance mais par des progrès dans les techniques de protection des travailleurs contre les rayonnements.

En résumé, une vision de court terme peut mener à dire que la maintenance coûte cher, bloque les installations et génère des doses reçues par les travailleurs. On voit ainsi qu'il est essentiel que les exploitants ne se contentent pas de cette vision et considèrent l'apport prépondérant d'une politique de maintenance adaptée pour la fiabilité et la performance des équipements d'une part, et pour la sûreté et la radioprotection d'autre part.

Définir une politique de maintenance

La politique de maintenance définie par le responsable de l'installation joue un rôle primordial dans la sûreté de celle-ci et dans la radioprotection du public, des travailleurs et, le cas échéant, des patients.

C'est pourquoi les équipements doivent faire l'objet de programmes de maintenance. Dans le cas des installations nucléaires, ces programmes décrivent, système par système, matériel par matériel, les contrôles à effectuer ainsi que la méthode à employer et la périodicité à appliquer. Pour les systèmes les plus complexes, la sensibilité à divers types de dégradation des différents matériels ou des différentes zones est prise en compte. Pour les circuits primaires et secondaires des centrales nucléaires, cette démarche

est réglementée par l'arrêté interministériel du 10 novembre 1999. La plupart des exploitants ont également mis en place une démarche visant à orienter leurs actions de maintenance en fonction de la fiabilité estimée des systèmes contrôlés et des enjeux de sûreté associés.

Une politique de maintenance efficace prévoit aussi le remplacement de composants avant qu'ils ne connaissent une défaillance. Ceci est d'autant plus crucial pour des équipements sur lesquels on doit pouvoir compter en toutes circonstances pour garantir la sécurité d'une installation.

La politique de maintenance doit prendre en compte le souci de la radioprotection et elle est de fait concernée par les trois principes fondateurs de cette discipline :

- le principe de justification : il est inutile d'exposer un intervenant pour une opération de maintenance dont le gain pour la sûreté est négligeable. La définition d'une politique de maintenance doit donc viser à la pertinence des actions qui sont menées. On peut ainsi préférer laisser dans un équipement un défaut mineur sans nocivité en le surveillant périodiquement plutôt que de l'éliminer. A l'inverse, l'impact en termes de dose reçue doit être évalué de manière globale. Par exemple, le remplacement d'un composant ancien par un composant neuf, coûteux en termes de dose, peut mener à alléger le programme de contrôle et à diminuer la dose ambiante au voisinage du composant : le remplacement conduit alors à une économie sur des doses futures ;
- le principe d'optimisation : dès lors qu'une opération de maintenance est décidée, des actions doivent être conduites afin de réduire la dose engagée à un niveau « aussi bas que raisonnablement possible », selon l'acronyme anglais ALARA (As Low As Reasonably Achievable). La prise en compte de l'expérience acquise lors d'opérations précédentes, la diffusion des bonnes pratiques, la préparation des intervenants, la décontamination préalable des équipements sont autant d'actions permettant une réduction souvent notable de la dose reçue ;
- le principe de limitation : malgré des progrès importants dans l'automatisation

des tâches de maintenance, beaucoup d'opérations de contrôle comme de réparation restent manuelles et certaines d'entre elles se déroulent en milieu radioactif. Les intervenants doivent donc être protégés et bénéficier d'un suivi dosimétrique adapté afin de garantir le respect de la limite réglementaire.

Les opérations de maintenance se font en général sur des matériels sophistiqués. Il est essentiel qu'elles soient menées avec un haut niveau de qualité et de sécurité. C'est pourquoi les opérations les plus importantes sont répétées à l'avance sur des maquettes afin :

- de vérifier les performances de l'outillage ;
- de vérifier la compétence des intervenants ;
- d'entraîner le personnel dans des conditions de travail représentatives de celles qu'il connaîtra sur l'installation (notamment avec l'utilisation de moyens de protection radiologiques qui pourraient gêner le bon déroulement des opérations) ;
- de vérifier après coup, sur les maquettes, que l'opération s'est déroulée avec le niveau de qualité attendu.

Ces opérations de répétition, qui sont appelées « qualification », ont pour objectif de démontrer la maîtrise de l'opération. Cette maîtrise est exigée par la réglementation pour les opérations de maintenance à fort enjeu technique sur les circuits primaires et secondaires des centrales nucléaires.

Le rôle de l'Autorité de sûreté nucléaire

La responsabilité des exploitants des installations nucléaires, comme celle des utilisateurs de sources de rayonnements, est essentielle dans la définition des programmes de maintenance, dans le cadre des instructions fournies par le fabricant.

La réglementation ne prévoit pas que l'ASN approuve les politiques de maintenance qui sont conduites. En revanche, l'ASN veille à ce qu'exploitants et utilisateurs assument totalement leur responsabilité. L'ASN examine notamment le contenu des programmes les plus importants pour la sécurité des installations et elle

mène des inspections sur ce thème aussi bien sur les sites nucléaires que dans les centres d'ingénierie des exploitants qui définissent les programmes de maintenance.

Tout d'abord, la maintenance doit être prévue au stade de la conception des équipements : l'accessibilité et la capacité à contrôler en service les équipements doivent être examinés dès le bureau d'études. Ceci est essentiel pour que l'utilisateur puisse définir sa politique de maintenance sans être contraint, de manière inacceptable, par les choix de conception et de fabrication.

Ensuite, les politiques de maintenance doivent être constamment réévaluées à l'aune du retour d'expérience, qu'il soit français ou international, mais aussi en fonction de l'évolution des exigences réglementaires. Le vieillissement des installations nucléaires impose notamment de renforcer la pertinence des programmes de contrôle vis-à-vis de phénomènes de dégradation touchant préférentiellement des installations âgées. Ainsi, la révision des programmes de maintenance des troisièmes visites décennales des centrales nucléaires va faire dans les années qui viennent l'objet d'une attention particulière de l'ASN.

L'ASN contrôle également la qualification, c'est-à-dire la préparation des interventions, cruciale pour garantir la qualité des opérations et l'optimisation de la dose reçue par les intervenants. Pour les interventions de maintenance importantes des circuits primaires et secondaires des centrales nucléaires, la réalisation des opérations est même subordonnée à la délivrance par l'ASN d'un accord formel, qui ne peut être accordé qu'après un examen des dossiers et une analyse du déroulement des opérations de qualification. Les décisions du DGSNR des 13 et 15 mai 2003 précisent le déroulement de cette procédure.

L'ASN porte une attention particulière au développement, par anticipation, de procédés de réparation et de remplacement des matériels les plus sensibles. En effet, cette question doit être étudiée avant que des dégradations ne surviennent afin de pouvoir traiter leur survenue dans de

bonnes conditions de qualité et de radioprotection et dans des délais compatibles avec la sûreté de l'installation. Aujourd'hui, même si des efforts ont été accomplis dans cette direction, le vieillissement des installations nécessite le renforcement de l'anticipation et de la préparation d'opérations de maintenance nouvelles.

La radioprotection du public et des travailleurs est au cœur des préoccupations de l'ASN dans l'évaluation des politiques de maintenance. La prise en compte de l'optimisation des doses et l'automatisation progressive d'opérations de maintenance exposant particulièrement les intervenants, comme le bouchage des tubes de générateurs de vapeur des centrales nucléaires, ont été regardées. Quant au principe de justification, il est fondamental pour évaluer une politique de maintenance. Si la sûreté n'a pas de prix, il importe de ne pas provoquer des expositions inutiles, c'est-à-dire de ne pas réaliser des opérations de maintenance dont le gain pour la sûreté serait négligeable. Toutefois, l'ASN considère que la sûreté des installations et la sécurité des équipements restent prioritaires et que les opérations de maintenance nécessaires à les garantir doivent être menées, dussent-elles soumettre les intervenants à une exposition. Naturellement, l'optimisation des doses reçues doit alors conduire à l'exposition la plus faible possible des intervenants.

Enfin, l'ASN va porter une vigilance particulière dans les années qui viennent à l'impact des déréglementations des marchés et des modifications des actionnaires des différents acteurs, notamment dans le secteur de l'électricité, sur les politiques de maintenance. En effet, une pression accrue sur la compétitivité des installations ne doit pas conduire à des allègements des politiques de maintenance, qui seraient à la fois dommageables pour la fiabilité des équipements, pour la sûreté des installations et, par-delà, pour la radioprotection des travailleurs et du public. Dans le cadre déjà évoqué du vieillissement des installations, il est d'autant plus important que les politiques de maintenance ne souffrent pas de ces

mutations économiques mais, au contraire, qu'elles s'adaptent aux enjeux, constamment en progrès, en matière de sûreté des installations, de sécurité des appareils mettant en œuvre des rayonnements et de radioprotection.

Par ailleurs, dans le domaine de la radioprotection médicale, un nouveau champ d'actions s'ouvre pour l'ASN avec la mise en place d'une réglementation nouvelle visant à limiter l'exposition des patients, sans bien entendu compromettre la qualité des examens et des traitements. A ce titre la maintenance des installations joue un rôle fondamental qui doit être encadré par des contrôles de qualité réguliers des installations.

Conclusion

La sophistication des matériels utilisés dans les installations utilisant des rayonnements, dans le secteur industriel ou le secteur médical, donne un rôle crucial aux politiques de maintenance mises en œuvre. En effet, la maintenance joue un rôle clé dans la sûreté des installations

nucléaires comme dans la sécurité des appareils utilisant des sources de rayonnements.

De nombreux facteurs pèsent pour une réduction des politiques de maintenance (notamment coûts financiers, enjeux en matière de doses reçues, indisponibilité des installations pendant le déroulement des opérations), alors que par ailleurs le vieillissement des installations, la découverte de nouveaux phénomènes de dégradation doivent être pris en compte pour adapter les politiques de maintenance aux enjeux de fiabilité, de sûreté et de radioprotection.

Pour ces raisons, et afin que l'arbitrage ne se fasse pas au détriment de la sûreté ou de la radioprotection, l'ASN a un rôle important à jouer dans les années qui viennent. Dans ce but, l'ASN, en liaison avec les autres administrations concernées, pourra être amenée à préparer les évolutions réglementaires permettant d'encadrer les actions de maintenance, notamment pour mieux préciser les obligations et responsabilités des différents acteurs.

Exploitation et maintenance des centrales nucléaires EDF : la maintenance exceptionnelle

par **Dominique Minière**, directeur adjoint EDF – Branche énergies – DPN et **François Hédin**, délégué état-major EDF – Branche énergies – DPN

Contexte et enjeux

Le parc nucléaire d'EDF, constitué de 58 tranches REP sur 19 sites, pour une puissance installée de 61 000 MWe, assure une production d'électricité à hauteur d'environ 80 % de la production totale, soit 416,5 TWh en 2002, avec un coefficient de disponibilité de 82 %.

Les performances de ce parc de production et sa gestion dans la durée contribuent, au premier ordre, aux résultats à court et moyen terme du groupe EDF, dans un contexte de marché de l'électricité progressivement ouvert, et à la préparation de l'avenir, en relation avec la durée de vie (mix énergétique, renouvellement du parc).

Corollairement, quatre axes fondent la démarche de l'exploitant nucléaire, dans le contexte du développement durable :

- maintenir la sûreté de fonctionnement au niveau requis en exploitation, y compris en arrêt de tranches, en inscrivant les décisions d'investissement relatives à la sûreté et aux performances dans une logique industrielle ;
- renforcer la compétitivité du kWh nucléaire, sur la base d'un projet industriel ambitieux, associant les compétences internes et celles des prestataires ;
- préparer l'avenir en assurant la maintenance de l'outil de production permettant d'envisager une durée de vie du parc d'au moins 40 ans, voire au-delà pour une grande partie de ce parc ;
- disposer de compétences internes et externes professionnalisées et préparer le renouvellement des compétences, avec des flux importants à partir de 2008.

Ces objectifs sont cohérents, au cœur du management du parc de production nucléaire ; ils associent rigueur d'exploitation et anticipation, notamment à l'égard de l'exploitation d'un parc standardisé, levier de productivité, mais aussi source de vulnérabilité par rapport au caractère potentiellement générique de dégradations.

La politique technique de maintenance

La maîtrise technique et industrielle de l'outil de production repose notamment sur la maintenance courante des matériels et des systèmes, et leur maintenance exceptionnelle qui est en relation avec leur fin de vie technique.

La **maintenance courante** des matériels et des systèmes, en liaison avec les essais



périodiques et la surveillance des paramètres de fonctionnement, est essentielle pour leur aptitude à remplir leurs missions de façon sûre et économique, en limitant le taux d'événements fortuits à un niveau acceptable.

L'évolution de cette maintenance est caractérisée par deux phases : la première a consisté à substituer à l'entretien des installations, à partir de 1995, une maintenance préventive systématique, pilotée par l'intégration des enjeux de sûreté et de compétitivité : optimisation par la fiabilité de la maintenance des systèmes et matériels actifs, mais aussi de structures de classes 2 et 3 de sûreté, exploitant le retour d'expérience (REX), les conséquences fonctionnelles des défaillances, les expertises de pièces déposées (en support de l'analyse du comportement des matériels in situ, de la consolidation des END (examens non destructifs) : GV (générateurs de vapeur) et tuyauteries déposées, robinets-clapets, coudes moulés, piquages de circuit primaire...). Une deuxième phase est engagée à travers le projet « Réduire le volume de maintenance », dont la démarche consiste à :

- promouvoir la maintenance préventive conditionnelle, nécessitant un diagnostic et un pronostic renforcés ;
- développer l'utilisation de matériels témoins en matière de maintenance (appliquée dans le domaine des équipements sous pression) sur une tranche, un palier, le parc, valorisant la standardisation, avec une règle d'extension de contrôles (robinetterie, pompes...).

La maintenance exceptionnelle

Elle s'applique en particulier aux grands composants principaux (couvercles, GV, mécanismes de commande de grappe, groupe turboalternateur, condenseur...) et aux systèmes de contrôle-commande. Elle comprend un processus d'anticipation en matière de réparabilité et de remplaçabilité.

Les opérations de maintenance exceptionnelle sont généralement des opérations lourdes :

- mises en œuvre au titre de dégradations avérées ou potentielles, en anticipation ;
- concernant une partie significative du parc ;

- planifiées au niveau national ;
- réalisées une seule fois (c'est l'objectif pendant la durée de vie de l'installation) ;
- présentant des enjeux industriels importants (coûts directs, dosimétrie, impact sur l'arrêt de tranche, ressources ...).

La démarche s'articule autour de deux axes principaux :

- les réparation, réhabilitation ou remplacement à bon escient, consistent en des décisions et programmations économiquement et financièrement pertinentes, dans le respect des exigences de sûreté, en relation avec la fin de vie technique ou l'augmentation des performances : à cet égard, un travail important d'ingénierie, voire de R&D, est réalisé vis-à-vis du maintien de l'aptitude au service et en matière d'inter-comparaison coût / bénéfice de différentes options, passées au crible de critères de pertinence d'investissement. A cet égard, s'agissant des tranches les plus anciennes qui sont exploitées depuis 25 ans, leur durée de vie résiduelle intervient de manière significative dans le résultat. Aussi est-il important d'avoir une visibilité à 20 ans pour ces choix d'investissement, dans la perspective des troisièmes visites décennales des tranches de 900 MW, réalisées à partir de 2008 ;
- le développement d'une capacité d'anticipation en réparation et remplacement, au bénéfice conjoint de la sûreté et la compétitivité : les mesures préventives vont de l'étude de faisabilité du remplacement d'un équipement, de l'approvisionnement anticipé de pièces de rechange, jusqu'à une capacité opérationnelle d'intervention, en fonction des conclusions de l'analyse de risque technico-économique.

S'agissant par exemple du risque de fissuration des pénétrations de fond de cuve en alliage 600 par corrosion sous contrainte, les actions suivantes ont été réalisées :

- contrôle de 16 cuves depuis 1993, sans mise en évidence d'indications de corrosion sous contrainte ;
- programme scientifique qui se poursuit concernant l'évaluation du risque de fissuration ;
- analyse de sûreté en cas de fissuration, de fuite ;
- qualification d'un bouchage des pénétrations, soudage sur le fond de cuve ;

– démonstration de faisabilité industrielle de remplacement d'une pénétration.

La politique de remplacement à bon escient, en toute sûreté

Matériels et systèmes de contrôle-commande font l'objet d'études de durée de vie : analyse de la fin de vie technique, réparation, réhabilitation, remplacement ; on présente ci-après trois exemples de mise en œuvre de la démarche .

Les couvercles de cuve

La mise en évidence en septembre 1991 d'une fuite au droit d'un adaptateur du couvercle de cuve de Bugey 3 lors de la première visite décennale a été l'initiateur d'une double démarche : maîtriser l'exploitation du parc en toute sûreté et préparer l'avenir.

La décision du remplacement des couvercles de cuve dès lors que le critère de sûreté est atteint (sur une pénétration) a été prise en 1993, après caractérisation du problème.

Sa pertinence au plan de la sûreté et de la compétitivité a été confortée, au fil du temps, comme sa mise en œuvre par d'autres exploitants nucléaires au plan international en témoigne.



Une telle décision s'est appuyée sur :

- le caractère fatal de la fissuration, dans le temps, de plusieurs adaptateurs sur un même couvercle ;
- le fait que l'option concurrente, à savoir la réparation des adaptateurs, s'avère être beaucoup plus lourde aux plans financier, radioprotection et impact sur la durée des arrêts de tranche ;
- le caractère générique et, corollairement, le plan industriel très chargé de réparation sur tous les couvercles ;
- l'incertitude relative au comportement du métal déposé non détensionné de la soudure des adaptateurs de couvercles ;
- la robustesse du remplacement des couvercles anciens par des couvercles neufs en alliage 690, vis-à-vis de la durée de vie des installations (pas de risque de corrosion sous contrainte en milieu primaire).

Ainsi, à ce jour, 43 couvercles ont été remplacés, 12 doivent l'être d'ici à 2009 environ. La planification des interventions a été effectuée dans le respect du critère de sûreté (ligament restant évitant une fuite en service sur le couvercle), et généralement en anticipation du fait du lissage industriel des opérations ; une synergie a été mise en œuvre, notamment sur les tranches de 1300 MW, avec le remplacement des mécanismes de commande de grappes présentant un nombre élevé de pas de fonctionnement.

Les générateurs de vapeur

Les générateurs de vapeur à faisceau tubulaire en alliage 600 non traités thermiquement font l'objet d'une exploitation et d'une maintenance courante ad hoc, qui garantissent le niveau de sûreté et limitent le risque d'arrêt fortuit :

- surveillance des fuites primaire/secondaire par des chaînes de mesure de l'azote 16 ;
- règle de fonctionnement à fuites faibles ;
- inspection en service des tubes avec des méthodes validées sur plus de 400 tubes extraits ;
- maintenance préventive conditionnelle, avec critères de bouchage ;
- conditions d'exploitation optimisées au plan de la chimie du secondaire (pH, acide borique...)

- choix du matériau des condenseurs : la suppression des cuivreux au secondaire des installations est favorable pour la durée de vie des générateurs de vapeur ; le choix du titane répond à cet objectif mais il convient dans ce cas de prendre en compte les contraintes environnementales liées au traitement chimique de germes pathogènes dont le changement de matériau peut être à l'origine ;
- politique de propreté, lançage.

La fin de vie technique est évaluée à partir d'une évaluation fondée sur le retour d'expérience, d'une prédiction de comportement par rapport aux maladies (corrosion primaire, secondaire ...), en termes de taux de bouchage, à l'aide d'un outil probabiliste de maintenance .

Le niveau d'investissement élevé de l'opération de remplacement de générateur de vapeur (RGV)(90 M€ environ) nécessite son meilleur placement. Cette intervention de maintenance, lourde, coûteuse en dose malgré la démarche ALARA systématiquement appliquée, mais industriellement maîtrisée, justifie la mise en œuvre d'actions d'exploitation et de maintenance, retardant ou évitant une telle opération, dans un contexte de sûreté maîtrisée : la maîtrise de la chimie, les TTPC (opérations de traitement thermique des petits cintres), le nettoyage chimique des GV, le manchonnage de tubes en partie basse, le sur-bouchage avec baisse de puissance, sont des opérations pertinentes à mettre en œuvre à bon escient.

A ce jour, 11 RGV ont été réalisés depuis 1990 ; la mise en perspective de la durée de vie de cette famille de GV conduit à envisager un cadencement de 1 RGV /an pendant les dix ans à venir, traduisant la politique volontariste d'EDF en la matière, avec plusieurs cas d'anticipation par rapport à la fin de vie technique : pour des raisons de lissage industriel, de souplesse vis-à-vis de l'intégration du retour d'expé-

rience qui pourrait s'avérer moins favorable qu'escompté.

Le contrôle-commande

Outre les besoins éventuels d'évolution du contrôle-commande dus à une augmentation des performances, des fonctionnalités, la stratégie vise là aussi à un remplacement à bon escient.

La gestion de l'obsolescence des composants et des logiciels et le maintien des compétences sont à cet égard déterminants, au regard des enjeux (la rénovation du contrôle-commande d'une tranche est d'un coût de 60 M€ environ).

Ainsi, les principaux axes mis en œuvre pour les tranches de 900 MW, notamment, sont les suivants :

- observer le vieillissement des composants (y compris la connectique), du contrôle-commande ;
- disposer d'un stock stratégique permettant de couvrir les besoins normaux de la maintenance courante ;
- poursuivre une relation de partenariat gagnant-gagnant avec les constructeurs d'origine (ou leur repreneur), au plan de l'analyse du retour d'expérience, du maintien des compétences et des moyens logistiques, grâce à un support contractualisé de protocoles de pérennité .

Conclusion

La sûreté et la compétitivité du parc de réacteurs nucléaires d'EDF participent à une même ambition d'exploitation. La démarche de maintenance exceptionnelle et d'anticipation correspondante s'y inscrit avec une exigence réaffirmée de démonstration de création de valeur, s'agissant de la réparation, de la rénovation ou du remplacement de matériels et de systèmes. A cet égard, la visibilité en matière de durée de vie résiduelle à 20 ans est d'autant plus importante vis-à-vis des choix d'investissements et de stratégies industrielles.

Maintenance et vieillissement technologique – Cas des tableaux de contrôle radiologique (TCR) utilisés dans les installations du CEA

par **Bernard Sevestre**, Direction de la sûreté nucléaire et de la qualité et **Jean-Marc Fourneron**, Département d'études des réacteurs du CEA

Introduction

La maintenance des équipements et systèmes est une activité essentielle au maintien de la robustesse des lignes de défense mises en place vis-à-vis tant de la sûreté que de la radioprotection, de l'hygiène et la sécurité du travail et de la protection de l'environnement. Un défaut de maintenance peut être à l'origine de défaillances de mode commun concernant plusieurs équipements identiques redondants ; un défaut d'organisation de la maintenance peut affaiblir simultanément plusieurs lignes de défense.



Chaînes de radioprotection associées à un tableau de contrôle radiologique – Un défaut de maintenance peut être à l'origine de défaillances de mode commun

L'accumulation de l'expérience au cours des années est un facteur favorable à la fiabilité des systèmes : une technologie mieux connue, y compris dans ses faiblesses, peut faire l'objet d'une maintenance adaptée. Cependant, la durée de vie des installations nucléaires dépasse parfois la durée de vie de la technologie de certains composants : se pose alors la question de la pérennité de leur maintenabilité. Pourra-t-on disposer des pièces de rechange nécessaires ? de la main d'œuvre qualifiée ? des ingénieurs ou techniciens capables d'instruire un dossier de modification ou d'avarie exceptionnelle ?

Ces questions peuvent se poser à l'occasion du constat effectif de difficultés d'exploitation ou de maintenance, mais il est préférable de les anticiper. Cette anticipation peut s'imposer dans le cadre du réexamen périodique de sûreté des installations nucléaires, ou être initiée à l'occasion de l'apparition de nouvelles technologies.

La suite de l'article illustre un exemple concret actuellement traité par le CEA, celui de la politique de maintenance des tableaux de contrôle des rayonnements (TCR), pour lesquels une démarche volontariste de pérennisation a été engagée. Ces tableaux de contrôle des rayonnements permettent de centraliser les informations relatives à la surveillance radiologique des zones de travail en continu et en temps réel.

Ces systèmes, qui regroupent, selon la taille et la complexité de l'installation, entre une dizaine et plusieurs centaines de voies de mesure, utilisent plusieurs techno-

logies, dont certaines sont obsolètes. Ils équipent l'ensemble du parc d'INB et d'ICPE radioactives du CEA. L'enjeu économique et de sécurité nucléaire de cette politique est donc essentiel.

Les TCR

Les tableaux de contrôle des rayonnements (TCR) contribuent à la surveillance radiologique du personnel et de l'environnement. Ce sont les systèmes qui « déclenchent l'alarme » en cas d'incident, mais qui permettent aussi le suivi en situation normale, et en continu, des niveaux d'irradiation ou contamination. Ils servent enfin parfois directement aux exploitants pour suivre le bon fonctionnement d'un procédé.

Le parc TCR du CEA

On distingue au CEA principalement trois générations de TCR :

- **Première génération**, de 1957 à 1975 : les premiers TCR étaient réalisés avec une électronique analogique, la centralisation étant assurée à l'aide de synoptiques et d'enregistreurs sur papier.
- **Deuxième génération**, de 1975 à 1980 : cette génération est marquée par un début de l'utilisation de l'informatique, la mise en œuvre d'algorithmes de traitement et la centralisation des mesures. Des coffrets de signalisation assurent l'information en local. Ils sont associés à une présentation centralisée des données sur les premiers superviseurs informatisés (suivi, alarmes, archivage).
- **Troisième génération**, depuis 1980 : à chaque balise est associée une unité de traitement modulaire qui lui permet de fonctionner de façon autonome. Cette génération de TCR s'appuie sur les « capteurs de 3ème génération », aux interfaces parfaitement standardisées, communs à tous les systèmes de cette génération. Elle voit le développement des systèmes de supervision informatiques. La plupart des TCR du CEA entrent dans cette catégorie (TCR à base d'unité de traitement INR, SMOR 3 et EDGAR).

La diversité des approches du CEA dans le développement de nouvelles technologies TCR durant les années 1970 à 1990 a

conduit à cette variété d'équipements mis en œuvre dans les installations au niveau tant des capteurs que des unités de traitement et des architectures. Cette hétérogénéité est aussi observée chez d'autres exploitants nucléaires.

Le parc des TCR au CEA est actuellement constitué d'environ 2800 voies de mesures réparties sur les trois générations de TCR :

- 72 % de 3^e génération (EDGAR : 35 %, INR : 17 %, SMOR 3 : 20 %) ;
- 28 % de TCR « divers », principalement de 1^{re} et 2^e génération.

Les TCR, des systèmes spécifiques

Les TCR peuvent être considérés comme des éléments de « contrôle-commande » : capteurs, unités de traitement, superviseurs, synoptiques, réseaux... mais des éléments tout de même spécifiques par rapport aux systèmes de contrôle-commande standard :

- ce sont des produits « nucléarisés » reposant sur des technologies assez spécifiques. Le marché est plutôt réduit, et les fournisseurs peu nombreux ;
- les besoins dans ce domaine évoluent lentement, de même que les matériels ;
- ces spécificités expliquent la grande pérennité attendue pour ces systèmes : de l'ordre de 20 ans (voire 30 ans), ce qui est important dans le domaine des systèmes électroniques (les durées de vie plus classiques sont de l'ordre de 10 à 15 ans). Un certain nombre de matériels encore plus anciens assurent toujours parfaitement leur mission du fait d'une maintenance adéquate.

La maintenance de ce parc de TCR

Le CEA gère avec attention la maintenance de ce vaste parc matériel, et ce pour chacune des générations, pour chacun des types de matériels.

Cette variété de matériels pourrait apparaître comme un handicap pour la maintenance, mais les différents centres du CEA se sont en fait défini des politiques d'équipement limitant localement cette diversité. Le centre de Saclay est ainsi principale-



Tableau de contrôle radiologique intégré au poste de conduite du réacteur CABRI du CEA Cadarache – L'enjeu économique et de sécurité nucléaire de la politique de maintenance des TCR est essentiel.

ment équipé de TCR de type SMOR 3 (Cegelec), tandis que Cadarache a un parc très homogène de TCR de type EDGAR (MGPI).

La maintenance est aujourd'hui organisée localement par chacun des sites. Elle s'appuie largement sur la sous-traitance à des sociétés spécialisées dans l'entretien de ces matériels. La contribution de ces sociétés varie en fonction des centres et des matériels, pouvant aller du remplacement des cartes en panne dans les installations jusqu'à la réparation proprement dite des cartes. Les contrats sont établis pour 3 à 5 ans, soit des durées plutôt plus longues que la moyenne des contrats CEA, ce qui permet d'assurer le maintien du niveau de compétence requis et une bonne connaissance des installations.

Conformément aux exigences de l'arrêté qualité du 10 août 1984, le CEA reste toutefois directement dans la boucle de maintenance, et ce à différents niveaux, variables selon les centres.

C'est le cas des installations nucléaires de base pour lesquelles les opérateurs CEA ou les agents SPR assurent le plus souvent le premier niveau de maintenance consistant à assurer, en particulier, le premier dia-

gnostic ou le remplacement d'une carte électronique ou d'un capteur défaillant.

Beaucoup de centres ont, d'autre part, conservé des cellules techniques spécialisées dans les TCR, cellules dotées d'une expertise leur permettant d'assurer :

- le diagnostic de problèmes complexes des points de vue tant surveillance/radioprotection (aspect fonctionnel), qu'électronique (aspect matériel) ;
- le suivi des réparations ;
- l'établissement et le suivi des contrats de maintenance ;
- la maîtrise d'œuvre des rénovations des anciens systèmes, ou des déploiements de nouveaux TCR ;
- le suivi des anciens systèmes, ou des déploiements de nouveaux TCR.

Ces cellules techniques ont de fait, au travers de l'établissement et du suivi de ces contrats, la responsabilité d'assurer la qualité des prestations de maintenance. Le prochain contrat de maintenance de Cadarache demandera ainsi aux sous-traitants une accréditation ISO 9001.

Par ailleurs, dans la plupart des centres du CEA les procédures de dépannage et de test des matériels font l'objet de consignes écrites et sont suivies grâce à des outils de gestion de maintenance informatique (GMAO).

En termes de retour d'expérience concernant la maintenance des TCR, il apparaît que les éléments les plus sensibles à maintenir sont en fait les parties mécaniques des balises de contamination (pompes d'aspiration et avance des filtres...).

Sur les systèmes les plus anciens, des problèmes sont aussi parfois rencontrés pour l'approvisionnement des pièces de rechange, et en particulier des composants électroniques.

Mais en fait, les décisions de rénovation de TCR sont plus souvent issues d'une volonté de faire évoluer l'installation, avec en corollaire une nécessité d'évolution de ces systèmes (mise en service de nouvelles voies, ou modification des types de surveillance), plutôt que de problèmes d'obsolescence proprement dits du TCR lui-même.

Préparer l'avenir : pérenniser les TCR de 3^e génération

Comme on l'a vu précédemment, 72 % du parc des TCR du CEA sont du type « 3^e génération », matériels parfaitement en adéquation à ce jour avec les besoins exprimés. Le CEA, à l'initiative d'un « groupe de travail TCR », s'est engagé depuis 2001 dans une démarche d'étude de faisabilité de la pérennisation de ses tableaux de contrôle des rayonnements, similaire à celle mise en œuvre par les autres exploitants nucléaires.

Cette démarche s'oriente vers une surveillance permanente du marché des composants électroniques et l'approvisionnement des composants nécessaires à la maintenance du parc avant leur obsolescence, afin de constituer un stock stratégique. Associée à cette démarche, une réflexion est engagée pour définir les modalités de maintien des compétences et

des moyens de réparation qui permettront de garantir le bon fonctionnement de ces matériels dans la durée.

Une politique d'équipement TCR

Les TCR les plus anciens sont rénovés lorsque nécessaire (nécessité d'évolutivité, ou impossibilité de maintenir au niveau de fonctionnement attendu). Afin de préparer ces rénovations, et avec un objectif d'homogénéisation du parc, le CEA s'oriente vers la mise en place d'une politique d'équipement commune à l'ensemble de ses centres, devant déboucher sur la sélection d'une ou deux gammes de TCR après une consultation internationale. Ce ou ces matériels retenus seront ensuite utilisés pour toutes les rénovations totales et pour équiper les nouvelles installations.

C'est l'autre moyen de préparer l'avenir, en réduisant la diversité des gammes à maintenir.

La Direction « Maintien en conditions opérationnelles des usines » : un outil de sûreté et de productivité pour l'établissement COGEMA de La Hague

par Pierre Leroy (directeur maintien en conditions opérationnelles – COGEMA La Hague) et Pierre Mathieu (responsable sûreté – Business Unit Traitement - COGEMA Vélizy)

L'établissement COGEMA de La Hague assure le traitement de combustibles usés en provenance de réacteurs nucléaires français et étrangers. Ce service industriel permet de séparer les constituants réutilisables des combustibles, comme l'uranium et le plutonium, des résidus ultimes comme les déchets de structure.

Cette activité est justifiée par des considérations de cohérence de la gestion du combustible nucléaire. Aux plans écologique et énergétique, elle permet la réduction de la

toxicité et du volume des déchets ultimes, la préservation des ressources naturelles et l'efficacité énergétique de la filière. Au cours de la période 1990-2000, environ 12 000 tonnes de combustibles ont été traitées dans les usines de La Hague.

Ces mêmes raisons de recherche d'efficacité (limiter les transports, les arrêts pour rechargement et la consommation d'éléments combustibles) guident aussi nos clients. La tendance, depuis quelques années déjà, est à l'augmentation de l'énergie fournie par les éléments combustibles et à la concentration du plutonium sous un volume réduit dans des combustibles MOX. La stabilisation de la quantité de plutonium séparé présent « sur étagère » dans les magasins de matières nucléaires et du nombre d'assemblages irradiés en attente en piscine d'entreposage est également recherchée.

Cette orientation vers le traitement de combustibles à performances progressivement accrues structure aujourd'hui le fonctionnement des usines de La Hague.

Ces combustibles à performances accrues seront numériquement moins nombreux que leurs prédécesseurs des années 1990. Ils présentent, en revanche, un contenu radioactif plus important ; ceci conduit à augmenter le nombre de conteneurs de déchets vitrifiés et de coques à élaborer en sortie de procédé. Les capacités des divers ateliers de la chaîne de traitement sont



Conditionnement des déchets de structure : la presse de l'atelier ACC

cohérentes entre elles aujourd'hui. Le maintien de cet équilibre passe par un niveau élevé de disponibilité des systèmes impliqués dans le procédé.

Ainsi, l'établissement cherche à réaliser ses programmes de traitement et à optimiser le maintien en conditions opérationnelles de ses usines (coût et disponibilité de ses ateliers).

Comme les autres sites industriels, l'établissement met en œuvre des équipements énergétiques (centrales électriques) et de production d'utilités (y compris eau surchauffée et vapeur), des installations à caractère d'ICPE (entrepôts de réactifs par exemple), des engins de manutention, des monte-charges/ascenseurs, etc. A ce titre, il réalise la maintenance de ces équipements dans le respect des exigences de la réglementation technique en vigueur.

Par ailleurs, les ateliers des INB de l'établissement, soumises aux prescriptions techniques de l'Autorité de sûreté nucléaire, sont exploités conformément à leurs règles générales d'exploitation qui spécifient les exigences de maintenance et de contrôle des équipements participant à la sûreté.

Enfin, compte tenu de la spécificité des produits élaborés et des prestations réalisées pour nos clients, un contrôle qualité approprié est mis en œuvre avec le concours de Bureau Veritas.

Comme mentionné plus haut, l'établissement s'adapte progressivement au traitement de lots plus petits et de combustibles plus irradiés. Ces opérations sont désormais réalisées dans le cadre de contrats passés au forfait avec les clients de COGEMA. Ce nouveau contexte économique conduit à remodeler assez profondément l'organisation de l'établissement autour des grands processus de notre activité. Par processus, on entend ici la succession des opérations concourant à la création d'une valeur ajoutée, l'objectif poursuivi étant la création des conditions d'existence d'un fonctionnement « progrès continu ». Le maintien en condition opérationnelle de l'outil industriel a donc été revu pour rechercher la synergie entre le fonctionnement hiérarchique (missions et responsabilités) et le fonctionnement transverse (opérations de fabrication).

La Direction maintien en conditions opérationnelles

La Direction maintien en conditions opérationnelles (DMCO) a la responsabilité du maintien en condition de l'ensemble du site.

Il faut définir les objectifs du maintien en condition opérationnelle, mettre en œuvre et coordonner les plans d'actions, réaliser et analyser les tableaux de bord, réaliser les revues et les améliorations.

Les actions de maintenance corrective et préventive, l'étude et la réalisation des modifications s'appuient aussi sur des activités de soutien :

- analyse et expertise ;
- développement ;
- réparation /rechange (décontamination, réparation, qualification, préparation, métrologie, fabrication) ;
- méthodes /optimisation ;
- gestion de données communes du site (itinéraires de câbles, utilisation du sol et du sous-sol...);
- structure ressources humaines délocalisée ;
- structure de sécurité auprès des secteurs de maintenance ;
- structure de sûreté dédiée aux activités de maintenance.

Le secteur coordination de DMCO négocie les contrats de service interne avec les secteurs industriels et coordonne les actions techniques locales, le secteur intervention fournit les prestations d'intervention de maintenance corrective, et le secteur réparation rechanges fournit des pièces de rechange fiables et compétitives.

Un secteur spécifique réalise des missions de développement pour donner suite aux dysfonctionnements constatés sur les usines : expertises, recette de solutions de réparation, maîtrise d'œuvre de modifications de maintien en conditions opérationnelles.

Ces missions ne sont réalisables avec efficacité et dans de bonnes conditions que dans un cadre de travail où les divers acteurs sont tous intéressés au progrès commun. Pour créer ces conditions, le secteur méthodes propose et porte les politiques de maintenance.

Chaque chef d'installation est responsable de son installation et de sa performance

(production, coûts, sûreté, sécurité). Chaque agent de maintenance doit rendre compte de son action à sa hiérarchie directe, mais également au chef d'installation chez qui il intervient. Les deux processus maintenance et production se croisent. Pour atteindre les objectifs généraux de l'établissement, il faut permettre à chacun d'atteindre ses objectifs sans compromettre la réalisation des objectifs de l'autre. La complexité croissante de nos processus oblige à décloisonner notre comportement, à identifier nos interlocuteurs réels, à clarifier leurs attentes et notre contribution.

Ainsi, la Direction technique de La Hague, après 10 ans d'existence, faisait-elle place fin 2001 à la DMCO, dont les relations avec les ateliers de l'usine sont désormais contractualisées. Dans un document simple, les deux parties définissent leurs engagements réciproques, les modalités et les indicateurs de suivi (la disponibilité des installations étant l'élément principal de ce contrat). Il faut noter que ces contrats sont soumis à l'approbation du directeur qualité sûreté sécurité environnement, qui valide le maintien des principes de sûreté en conformité avec le projet d'établissement.

Un pilote de contrat représente DMCO auprès du responsable de secteur industriel et contribue à ce que DMCO assume ses engagements. Il identifie les sources d'optimisation de maintenance, les pistes de réduction des coûts et coordonne les plans d'action.

Si l'établissement compte un peu plus de 3000 salariés, il reste que le nombre total de personnes pénétrant régulièrement sur l'établissement pour y travailler est d'environ 6500, dont environ 4000 sont appelés à intervenir en zone contrôlée.

Les estimations disponibles situent aux environs de 8000 le nombre d'emplois directs et indirects attachés à l'activité de l'établissement, soit à peu près 20 % du bassin d'emploi du Nord-Cotentin. C'est dire l'importance de la sous-traitance pour le maintien en condition opérationnelle de l'établissement en coût et en volume, sachant que les activités concernées par cette sous-traitance sont principalement :

- les opérations de maintenance des installations nucléaires et la logistique associée ;
- les services (informatique, contrôles...) ;
- la restauration ;
- le nettoyage ;
- la blanchisserie.

Dans une large mesure, la maintenance de l'établissement est fondée sur la mise en place de contrats globaux à objectifs de résultats. Les entreprises choisies au terme d'un processus de sélection deviennent en fait les partenaires de l'entreprise. Leurs prestations s'effectuent dans la durée.

COGEMA cherche à établir une relation de confiance avec un partenaire associé au résultat, dans le cadre d'une prestation globale. Les deux partenaires signent un engagement réciproque pour une durée pluriannuelle (typiquement 1 année probatoire, suivie de périodes de 3 ans). Dans la mesure du possible, toutes les actions de maintenance font partie du contrat : préventif, contrôles périodiques, correctif, méthodes, optimisation, éventuellement fourniture de rechanges. Ces opérations sont réparties sur toute l'année chaque fois que c'est possible, pour lisser la charge de travail des équipes et leurs effectifs. Cet objectif de stabilité est favorable à la sûreté.

L'obligation de résultat du prestataire

Dans ce cadre global, le prestataire a une obligation de résultat. Il définit et présente les moyens et méthodes qu'il mettra en place pour atteindre cet objectif. Il devient alors force de proposition.

Suivant les cas, l'obligation de résultat du prestataire peut s'exprimer en termes :

- de diminution des coûts de maintenance ;
- d'augmentation de la durabilité et de la fiabilité des équipements ;
- de garantie de disponibilité des matériels ;
- d'adaptation de la fréquence de maintenance des appareils à leur fréquence d'usage ;
- de gestion du retour d'expérience ;
- de diminution du nombre des demandes d'intervention, d'équilibre entre le préventif et le correctif ;
- d'amélioration de la qualité ;
- d'optimisation de la performance globale de la prestation.

Ce type de contrat global demande un effort important à son titulaire qui doit faire évoluer ses méthodes, son organisation, voire son métier.

En contrepartie, COGEMA met en place les méthodes et les comportements nécessaires pour accompagner le titulaire dans cette évolution.

COGEMA assure le suivi et la maîtrise de la prestation :

- évaluer et mesurer la qualité globale de la prestation ;
- analyser dans le détail certaines opérations bien ciblées ;
- connaître les problèmes rencontrés et valider les actions correctives.

Des indicateurs de mesure des performances sont mis en place.

Un contrat de ce type contient des éléments non seulement techniques, mais aussi commerciaux et financiers. Le technicien, l'acheteur et le gestionnaire doivent travailler en collaboration tout au long de la vie du contrat.

En fonction des exigences associées aux types de prestations, le portefeuille de fournisseurs de l'établissement est classé en catégories à la suite d'évaluations centralisées par le service chargé des achats. Ces évaluations sont réalisées a priori ou après la fin d'un chantier ou d'une prestation. En particulier, une évaluation qualité préalable est requise pour les produits et services ayant un impact sur :

- la qualité des produits et prestations ;
- la gestion des matières nucléaires ;
- la sûreté, la sécurité, l'environnement.

Une commission de stratégie des achats examine l'ensemble des éléments qui participent à la stratégie des achats. Elle s'intéresse à la liste des fournisseurs qualifiés, aux évaluations et de façon générale à la qualification des sous-traitants de l'établissement.

Un exemple de contrat global

La maintenance des installations de détection et de lutte contre l'incendie est assurée par un prestataire externe qui a en charge le correctif, le préventif (dont les contrôles périodiques) et l'optimisation des méthodes. Il est inutile de rappeler que

la prévention du risque d'incendie est un thème principal de la sûreté nucléaire. Dans le cas d'installations nucléaires du type de celles de La Hague, les équipements de protection contre l'incendie sont implantés dans toutes les salles de toutes les installations. Il faut maintenir un parc de matériels géographiquement dispersés.

Ce contrat s'étend au périmètre suivant : détection (centrale, détecteurs...), systèmes d'extinction (centrales, halon, CO₂, colonnes sèches et humides), asservissements (clapets et portes coupe-feu), et report d'informations vers les salles de conduite et le PC pompiers (FLS).

L'étendue du parc à maintenir permet d'appréhender l'importance économique de l'activité en cause :

Appareils	Nombre
Zones de détection	4333
Détecteurs	10500 dont 6750 détecteurs ioniques
Clapets coupe-feu	3500 dont 3200 asservis
Portes coupe-feu	4425
Centrales de détection	110
Centrales d'extinction	22
Colonnes sèches et humides	140
Halon (installations critiques)	7 tonnes

Sur un an, la maintenance corrective requiert 800 interventions (4500 heures de travail), tandis que la maintenance préventive et le contrôle périodique induisent 900 visites (25000 heures de travail).

Ces programmes de maintenance requièrent un suivi particulier de la part de l'exploitant nucléaire.

Chaque jour, le prestataire présente et commente un rapport journalier qui retrace l'activité de la veille, les problèmes rencontrés, les interventions en astreinte.

Au début de chaque mois, une réunion mensuelle est consacrée à l'analyse des indicateurs du tableau de bord de l'activité du mois précédent :

- indicateurs fondamentaux (sûreté, sécurité, disponibilité, coûts) ;

- indicateurs de tendance (nombre de demandes, temps de traitement des discordances, respect du planning, qualité) ;
- indicateurs d'activité (nombre de visites, astreintes...) ;
- suivi de la formation ;
- organigramme du contrat.

Deux fois par an, l'organisation du prestataire fait l'objet d'une revue et d'une vérification technique sur le terrain. Cette revue est complétée par des vérifications techniques inopinées et des vérifications ponctuelles sur un point particulier.

Ainsi, le donneur d'ordre évalue et mesure la qualité de la prestation réalisée. Le prestataire, titulaire d'un contrat conclu pour une durée significative sur un périmètre technique étendu, peut optimiser son action.

Le respect des exigences de sûreté

Dès 1997, l'établissement a obtenu la certification de son système de management selon le modèle ISO 9002 puis ISO 9001-2000 (en décembre 2002). Le système de management environnemental a été certi-



Maintenir en état 3500 clapets coupe-feu dont 3200 asservis...

fié ISO 14001 en 2001. Diverses accréditations COFRAC ont également été accordées à des laboratoires de l'établissement.

Cette démarche volontariste d'alignement de notre management sur les bonnes pratiques reconnues pour la sûreté, la sécurité et la qualité des produits et services s'appuie sur un processus de maintenance approprié. La performance économique de l'activité de l'établissement dépend pour une part importante de l'efficacité de ce processus.

Les liens entre les secteurs de production et la Direction maintien en condition opérationnelle sont maintenant contractualisés. Cette clarification des interfaces permet de faire émerger au quotidien les points de blocages et les dérives de coût. Une telle mise au net est favorable au progrès en sécurité et en sûreté. En effet, une exigence de résultat, en sûreté par exemple, n'est réellement prise en compte que si elle est rendue explicite. Rappelons qu'en termes de projet « il n'est pire contrainte que celle qui est cachée ».

L'établissement, comme chaque entité du groupe, s'est doté d'un projet de maîtrise des coûts avec un objectif de performance économique. Le directeur de DMCO est membre du comité de pilotage de ce projet en raison du coût des achats liés au maintien en condition des usines. Il s'agit là d'une bonne pratique dictée par le sens commun. La négliger ne constituerait pas une garantie d'excellence dans les autres domaines. Par exemple, la réduction du temps perdu sur le site en trajets inutiles pour les agents des entreprises intervenantes profite à tous, un tirage DAO en couleur ne présente d'intérêt que si quelqu'un l'utilise... Cette démarche de performance économique n'est pas opposée à la politique volontariste de sûreté et de sécurité de l'établissement. Cette politique ressortit au projet d'établissement et aux objectifs de groupe de la compagnie. Elle fait l'objet d'engagements de direction renouvelés chaque année.

La nouvelle organisation a pour objectif d'augmenter l'efficacité en recentrant chaque acteur sur sa contribution au processus de maintenance, dans le respect des exigences de qualité, de sécurité, de sûreté et d'environnement.

En ce qui concerne la sûreté, on constate une amélioration de la prise en compte des exigences, alors que l'importance croissante donnée aux résultats économiques pouvait conduire à diminuer l'attention sur ce domaine. En effet, pour le pilote de contrat de DMCO, la sûreté est une priorité. Il représente DMCO lors des visites de surveillance. Il recueille au sein de sa direction les éléments demandés et les fournit aux inspecteurs. En cas d'observations émises par l'Autorité de sûreté, il élabore avec l'appui des secteurs de DMCO une réponse dont il assure le suivi. La présentation de l'avancement des actions correctives engagées relèvera ensuite de sa res-

ponsabilité. Cette nouvelle organisation aujourd'hui complète - DMCO - permet à l'exploitant nucléaire de maîtriser les conditions d'intervention pour travaux de maintenance et de modification sur les installations dont il a la charge.

Aujourd'hui, l'établissement doit adapter son activité au traitement de combustibles à performances accrues. Le dépôt des dossiers de demande d'autorisations administratives indispensables à ces adaptations est en cours. Ces démarches sont envisagées sereinement en raison du maintien quotidien d'un niveau de sûreté et de performance environnementale élevé.

Maintenance des installations de radiothérapie

par **Thierry Sarrazin**, chef de l'unité de physique et de radioprotection

Centre régional de lutte contre le cancer O. Lambret, LILLE (59)

Le cancer représente la première cause de mortalité prématurée en France et la deuxième cause médicale de décès. 700 000 personnes sont atteintes en France d'une maladie cancéreuse et, chaque année, 250 000 nouveaux cas de cancers sont diagnostiqués. La lutte contre le cancer est un des grands chantiers du Président de la République pour ce quinquennat. Cette lutte contre une maladie qui touche de près ou de loin 1 français sur 4 possède comme moyen particulièrement efficace l'utilisation des rayonnements ionisants à visée diagnostique et à visée thérapeutique.

Plus de 160 000 patients en France, dont les deux tiers à visée curative, bénéficieront en 2003 d'un traitement sécurisé par des rayonnements ionisants sous accélérateurs de particules, appareils de télécobalt-thérapie ou projecteurs de sources radioactives.

Depuis la découverte des rayonnements X par Röntgen, l'utilisation médicale des

rayonnements ionisants a bénéficié d'une constante progression technologique pour passer de la première radiographie humaine, la main de Madame Bertha Röntgen en 1895, à la radiothérapie à modulation d'intensité pilotée par dosimétrie tridimensionnelle un peu plus de 100 ans plus tard.

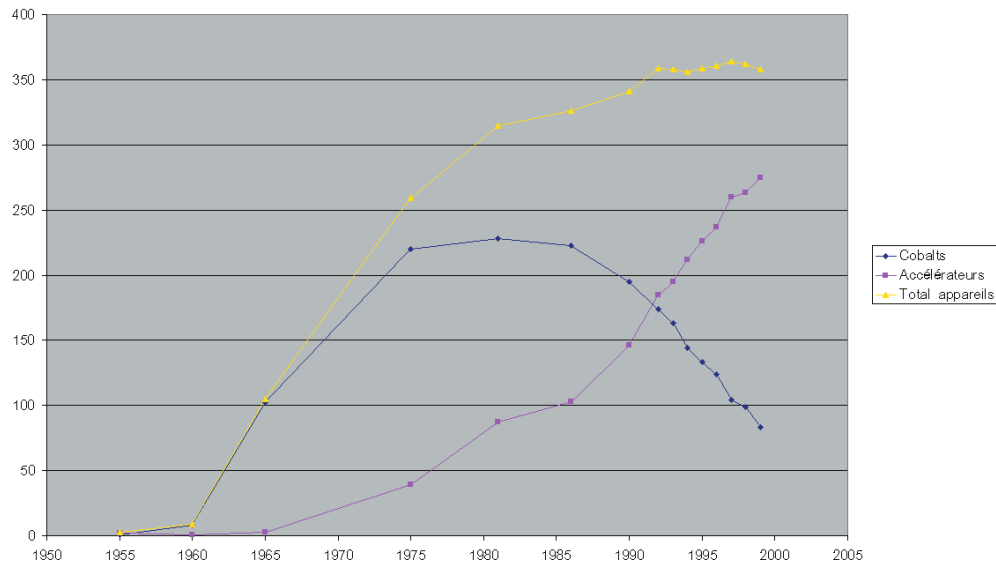
Actuellement, 179 centres de radiothérapie disposent de près de 300 accélérateurs de particules et de 70 télécobalts ; conformément aux recommandations de la commission d'orientation sur le cancer (1), ces cobalts devront tous avoir disparu à l'horizon 2005, pour être remplacés par des accélérateurs de particules. Les centres de traitement radiothérapeutique sont répartis de façon homogène sur le territoire national, et de façon globalement identique entre le secteur public et le secteur libéral. Les traitements sont placés sous la responsabilité de médecins radiothérapeutes (arrêté du 23 avril 1969), et ces établissements doivent disposer de radio-physiciens agréés (arrêté du 28 février 1977, et art. R.43-55 du décret du 2003-270 du 24 mars 2003).

Le décret 2001-1154 du 5 décembre 2001 relatif à l'obligation de maintenance et au contrôle de qualité des dispositifs médicaux, prévu à l'article L. 5212-1 du code de la santé publique, transpose la directive 97/43/Euratom (3) pour ce qui concerne les dispositifs médicaux exposant les personnes aux rayonnements ionisants. Les modalités de ces contrôles seront fixés par l'Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé. Selon une enquête nationale inter-régimes d'assurance maladie datant de 1999 (4), qui a couvert 178 établissements sur 179, enquête confirmée par le livre blanc de la physique médi-



Accélérateur en transparence

Evolution des équipements de radiothérapie -ref (2) ACRIM 2000 -



cale (5), il est estimé qu'actuellement un centre sur deux ne dispose pas de ressources en physique médicale adaptées à son environnement technique.

Les pouvoirs publics ont récemment publié des textes permettant d'augmenter la protection des personnes, patients et personnels contre les dangers des rayonnements ionisants, et le plan cancer, voulu par le Président de la République et dont la mise en œuvre par le Gouvernement a débuté, permet d'optimiser à la fois la qualité et la sécurité des procédures médicales radio-gènes.

Sur le plan de la législation, l'ordonnance n° 2001-270 du 28 mars 2001 relative à la transposition de directives communautaires dans le domaine de la protection a transposé les directives européennes 96/29 et 97/43 (3) & (6). L'utilisation médicale est notamment définie comme une activité nucléaire au même titre que les utilisations industrielles et énergétiques, et est soumise à trois « grands principes » :

- toute activité nucléaire ne peut être entreprise que si elle est justifiée par un bénéfice net pour le malade (*principe de justification*) ;
- l'exposition (justifiée) doit être maintenue au niveau le plus bas possible (*principe d'optimisation*) ;
- l'exposition de personnes ne doit pas dépasser certaines limites (*principe de limitation*, qui ne s'applique pas aux doses reçues par les personnes bénéficiant directement de l'exposition à des fins médicales).

Cinq décrets majeurs concernant la radioprotection ont été publiés au cours des derniers mois, dont notamment le décret n° 2001-1154 du 5 décembre 2001 relatif à l'obligation de maintenance et au contrôle de qualité des dispositifs médicaux prévus à l'article L. 5212-1 du code de la santé publique.

Ce décret rend obligatoires, non seulement la maintenance et le contrôle de qualité des dispositifs médicaux utilisant ou produisant des rayonnements ionisants, mais aussi un contrôle de qualité externe et interne des installations.

Sur le plan particulier de la seule radiothérapie (traitement des affections cancéreuses par les rayonnements ionisants), les accidents de radiothérapie survenus à plusieurs reprises dans le monde (Grande-Bretagne, Espagne, Panama, Pologne...) prouvent



Exemple d'accélérateur linéaire

l'importance vitale de ces contrôles pour la santé et la sécurité des patients.

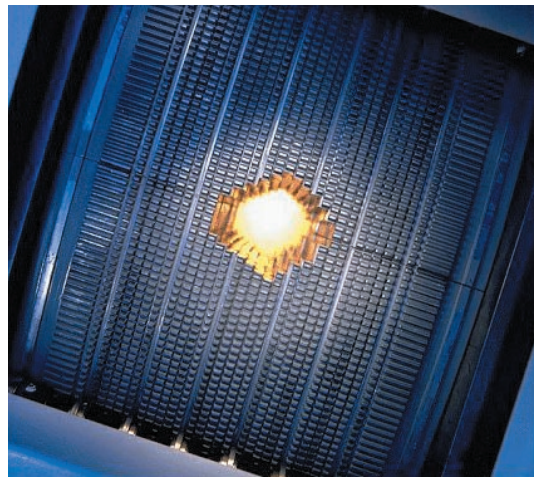
La culture du zéro défaut n'est pas encore entrée dans la culture hospitalière et la rigueur de la filière énergétique nucléaire doit être un modèle à suivre. Par exemple tous les maillons de la chaîne imagerie-calculs dosimétriques de traitement-appareils de traitement doivent subir le même contrôle de qualité à l'installation puis avec une périodicité définie. Les concepts patient-image-faisceaux-calcul de prétraitement-dosimétrie in vivo doivent être standardisés et faire l'objet de procédures opposables au sein des établissements.

Des textes normatifs ou des guides de bonne pratique sont à la disposition des équipes de physique médicale, pour l'assurance qualité des équipements. En matière de normalisation, les principales références sont les normes CEI et notamment, pour la sécurité des appareils médicaux, CEI 601-2-1 pour les accélérateurs de particules (7) et CEI 601-2-29 pour les simulateurs (8).

Pour les caractéristiques fonctionnelles et les directives sur la norme de ces caractéristiques fonctionnelles, les normes CEI 976 et CEI 977 (9) sont applicables aux accélérateurs de particules.

Les normes CEI 1168 et CEI 1170 concernent les simulateurs de radiothérapie, la norme CEI 1217 unifie les échelles, les axes et les coordonnées, et enfin la norme 601-2-1 a été modifiée en 1996 pour intégrer les nouveaux collimateurs dits multi-lames ou permettant des champs asymétriques.

Ces documents faits pour l'industrie ne sont pas toujours faciles à mettre en œuvre sur le terrain ; par conséquent, en France comme dans d'autres pays, les radio-physiciens ou physiciens médicaux ont établi des « guides de bonne pratique » faisant l'objet de publications. Le cahier 29 du Centre national de l'équipement hospitalier (10), rédigé par la commission « Equipement » de la Société française de physique médicale (www.sfpm.asso.fr), présente le contrôle de qualité des accélérateurs de particules à usage médical. Ce document ne prend en aucune façon en compte les nouvelles technologies telles que la radiothérapie dite à modulation d'intensité,



Collimateur multi-lames

mais demeure un document de base indispensable à un contrôle de qualité minimal des équipements ; en effet, il existe une relation évidente entre la qualité des traitements et le fonctionnement correct des appareils. Il est donc nécessaire d'établir un programme précis de vérifications périodiques, car une « perte de chance » pour le patient ne peut en aucune façon être admissible.

Les contrôles, consignés dans des « cahiers de bord » et effectués régulièrement, permettent de s'assurer de la conformité des caractéristiques fonctionnelles de l'unité de traitement comparées à celles de la recette d'installation. Les tolérances sont celles qui sont acceptées lors de la recette.

La durée de vie moyenne d'un équipement est de 15 ans, mais il n'est pas rare de rencontrer des équipements de 25 ans, durée réglementaire limite d'utilisation ; la qualité des faisceaux, donc des traitements par rayonnements ionisants, ne doit pas changer au cours de ces très longues périodes d'utilisation.

La fréquence de certains contrôles dépend de la stabilité de la machine. Il est conseillé, au début, de répéter ces contrôles très fréquemment et de les espacer par la suite lorsqu'on se sera assuré de la stabilité de fonctionnement de l'accélérateur. Les contrôles devront être effectués aussi après chaque intervention sur l'équipement ou quand un mauvais fonctionnement de l'appareil est constaté.

<i>Contrôle</i>	<i>Périodicité</i>	<i>Durée (en min)</i>	<i>Centre de référence* (temps en min)</i>
<i>I Système de sécurité et voyants</i>			
Inspection visuelle de tous les accessoires (plateau, filtres, accessoires)	Mensuel	30	150
Affichage des paramètres de fonctionnement (vide, refroidissement, alimentation électrique)	Quotidien	10	50
Voyants lumineux	Quotidien	5	25
Sécurités mécaniques et électriques			
– Arrêts d’urgence, anti-collision, boîtier de commande	Quotidien	10	50
– Fin de course	Mensuel	5	25
– Rotation du bras	Mensuel	5	25
Déplacement de la table	Annuel	5	25
<i>II Sécurité liée au faisceau de rayonnement</i>			
Sélection de l’énergie et du type de rayonnement	Quotidien	10	50
Système de surveillance audio-visuelle du patient	Quotidien	5	25
<i>Caractéristiques mécaniques</i>			
Correspondance axe mécanique/axe lumineux	Mensuel	30	150
Isocentre, centreurs laser	Hebdomadaire	30	150
Télémètre	Mensuel	15	75
Symétrie et parallélisme des mâchoires du collimateur	Hebdomadaire	30	150
Affichage des dimensions du champ	Hebdomadaire	15	75
<i>Caractéristiques du faisceau en régime photons et électrons</i>			
Coïncidence champ irradié/champ lumineux	Mensuel	30	300
Homogénéité, symétrie	Mensuel	30	300
Pénombre	Mensuel	30	300
Contrôle des énergies	Mensuel	30	300
Moniteur de dose			
• Stabilité dans le temps	Quotidien	15	75
• Reproductibilité, linéarité	Semestriel	30	150
• Réponse en fonction de la rotation du bras	Mensuel	30	150
• Minuterie	Semestriel	10	50
<i>Table de traitement</i>			
Déplacement vertical	Mensuel	15	75
Rotation isocentrique	Mensuel	10	50
Rigidité/horizontalité	Semestriel	10	50
Rotation du plateau	Semestriel	10	50
Vérification des indicateurs d’échelles	Semestriel	15	75

- Centre de référence : établissement de type CHU ou Centre de lutte contre le cancer doté de 4 équipements de radiothérapie.

La calibration de la dose doit être effectuée à partir de protocoles validés ; en règle générale, les équipements de radiothérapie sont calibrés selon les protocoles TRS 277 (11), TRS 381 (12) ou TRS 391 (13) de l’Agence internationale de l’énergie atomique.

Un établissement de radiothérapie de type CHU ou Centre régional de lutte contre le cancer demande ainsi de l’ordre de 3570 heures d’assurance qualité par an et un

temps approximativement identique pour les opérations de maintenance. Un traitement de radiothérapie dure en règle générale 6 semaines à raison d’une séance de 15 minutes par jour, 5 jours par semaine. Un arrêt, ou une modification du fractionnement du traitement, peut conduire à une perte de chance pour le patient, pour des raisons radiobiologiques. Les équipements sont destinés aux traitements 10 heures par jour, 6 jours par semaine ; il

apparaît donc qu'il est extrêmement difficile d'associer des opérations de maintenance préventive et curative et des contrôles de qualité rigoureux tout en respectant la « chronobiologie » des traitements radiothérapeutiques.

Conclusion

La mise en oeuvre du plan cancer pour les 5 prochaines années, avec notamment la création de postes de médecins, de dosimétristes, mais aussi une augmentation des équipements en nombre (50 accélérateurs linéaires supplémentaires) et une évolution moderne de ces équipements avec imageurs portal et collimateurs multi-lames (circulaire du Ministère de la santé du 3 mai 2002), permettra une évolution très favorable de l'assurance de qualité des équipements, de la radioprotection des patients, donc de la qualité des traitements et in fine de la lutte contre le cancer.

L'arrivée de la culture industrielle dans le domaine médical par les obligations de maintenance et d'audits externes de contrôle de qualité, et par des contrôles à réception effectués par la nouvelle autorité de contrôle (DGSNR) mise en place par le décret du 22 février 2002, améliore quant à elle la radioprotection du public et du personnel.

Cette volonté politique en matière de santé publique met en oeuvre cette belle phrase de Saint-Exupéry : « Chacun de nous est responsable de tous ».

Bibliographie

- (1) Rapport de la commission d'orientation sur le cancer, Ministère de la santé, de la famille et des personnes handicapées, 2002
- (2) Annuaire de la radiothérapie, de la cancérologie et des imageries médicales en France, A. Laugier, édition 2000
- (3) European Commission Council Directive 97/43/Euratom of 30 June 1997 on health protection of individuals against the dangers of ionising radiation in relation to medical exposure. Official Journal of the European Communities. L180, 9.7.97, p. 22-27
- (4) Enquête nationale inter régimes d'assurance maladie, CNAMTS, 1999
- (5) Livre Blanc de la Physique Médicale, SFPM, 2001

(6) European Commission Council Directive 96/29/Euratom of 13 May 1996 laying down basic safety standards for the protection of the health of workers and the general public against the dangers arising from ionising radiation. Official Journal of the European Communities. L159, 29.6.96, p. 1-114

(7) NF EN 60601-2-1 Appareils électromédicaux – Partie 2-1 : règles particulières de sécurité pour les accélérateurs d'électrons dans la gamme de 1 MeV à 50 MeV

(8) NF EN 60976 Appareils électromédicaux – accélérateurs médicaux d'électrons – Caractéristiques fonctionnelles

(9) NF C74-209 Appareils électromédicaux, accélérateurs médicaux d'électrons dans la gamme 1 MeV à 50 MeV, directives pour les mesures des caractéristiques fonctionnelles

(10) Contrôle de qualité des accélérateurs d'électrons à usage médical, cahier n°29 SFPH, décembre 1986

(11) Absorbed dose determination in photon and electron beams, Technical report 277, International Atomic Energy Agency, 1987

(12) The use of plane parallel ionisation chambers in high energy electron and photon beams, Technical report 381, International Atomic Energy Agency, 1997

(13) Absorbed dose determination in External beam radiotherapy, Technical report 398, International Atomic Energy Agency, 2000

(14) Guide pour la mise en oeuvre en radiothérapie externe de l'assurance qualité par mesures in vivo par dosimètres thermoluminescents et semi-conducteurs, rapport SFPM 2000

Sites Internet

Ministère de la santé, de la famille et des personnes handicapées : www.sante.fr Le rapport de la commission d'orientation sur le cancer est disponible dans la rubrique dossier

Agence internationale de l'énergie atomique : www.iaea.org. Les rapports 277 & 391 sont téléchargeables

Société française de physique médicale : www.sfpm.asso.fr.

Fédération européenne des organisations de physique médicale : www.efomp.org

Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé : www.afssaps.fr.

Les enjeux de la maintenance nucléaire des REP en France avec ses partenaires et sous-traitants

par Rémi Thévenet, chargé de mission à la Direction commerciale des services France, Framatome ANP

L'énergie nucléaire est placée dans une compétition internationale vive vis-à-vis des sources énergétiques fossiles.

Sa rentabilité est un argument majeur de survie.

EDF est forte d'un parc nucléaire national performant et sûr. L'ouverture progressive du réseau à la concurrence, pour la clientèle industrielle puis individuelle, lui impose un coût du kWh produit compétitif.

Parmi toutes les options de réduction de coûts retenues par EDF, deux affectent directement les entreprises prestataires de maintenance pour le parc nucléaire français :

- l'augmentation de la disponibilité des centrales (avec en corollaire la réduction des durées d'arrêt) ;
- l'optimisation des volumes de maintenance et la mutualisation des marchés.

Les prestataires de maintenance ont développé des solutions pour répondre à ces enjeux, tout en respectant le principe de base que se sont fixé les acteurs du nucléaires, EDF et les industriels prestataires : « le maintien de notre niveau de sûreté ».

Contexte

L'absence de construction de centrales neuves en France, depuis plusieurs années, a fortement réduit le tissu industriel fabricant, conduisant dans la meilleure hypothèse à une recherche internationale d'équipements ou matériaux, sinon au

développement d'équipements de remplacement qualifiés.

Ainsi, lors des remplacements de générateurs de vapeur, des tubes de petits diamètres en acier au carbone pour les tuyauteries auxiliaires doivent être approvisionnés en Italie, avec re-certification RCCM. Les commandes ont été groupées avec des approvisionnements pour nos réalisations étrangères, afin d'obtenir « la coulée minimale ».

Certains types de prises électriques ont également disparu du catalogue de pièces de rechange... avec leur fabricant. D'autres produits deviennent très difficiles à approvisionner, car abandonnés en fabrication par des entreprises ayant subi des rachats successifs (capteurs de pression d'enceinte par exemple...).

Outre l'affaiblissement du tissu industriel pour l'approvisionnement, le monde des prestataires doit faire face aux contraintes propres de la maintenance nucléaire. Le



Remplacement de générateurs de vapeur
Contrôle US joint final GV

domaine de la robinetterie en est un exemple, avec certaines entreprises qui se révèlent incapables d'honorer des engagements contractuels, voire qui disparaissent du monde industriel.

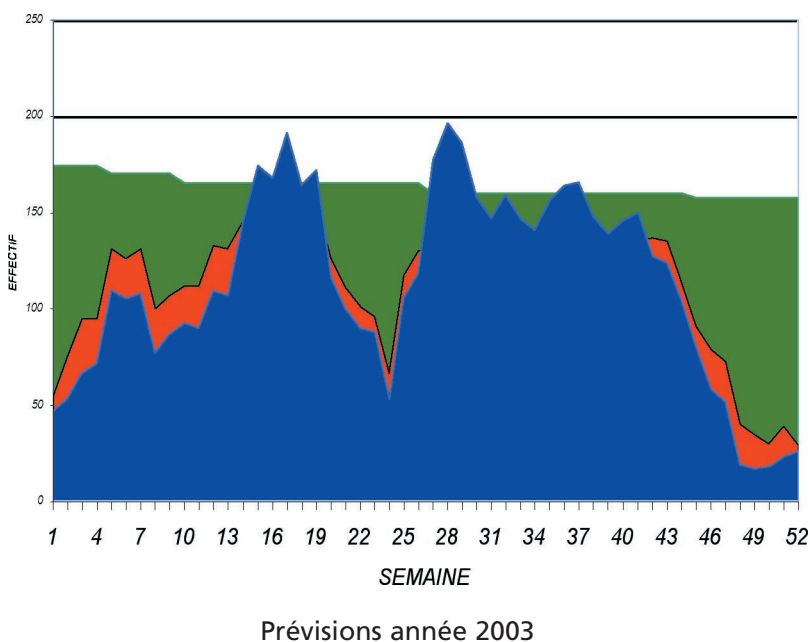
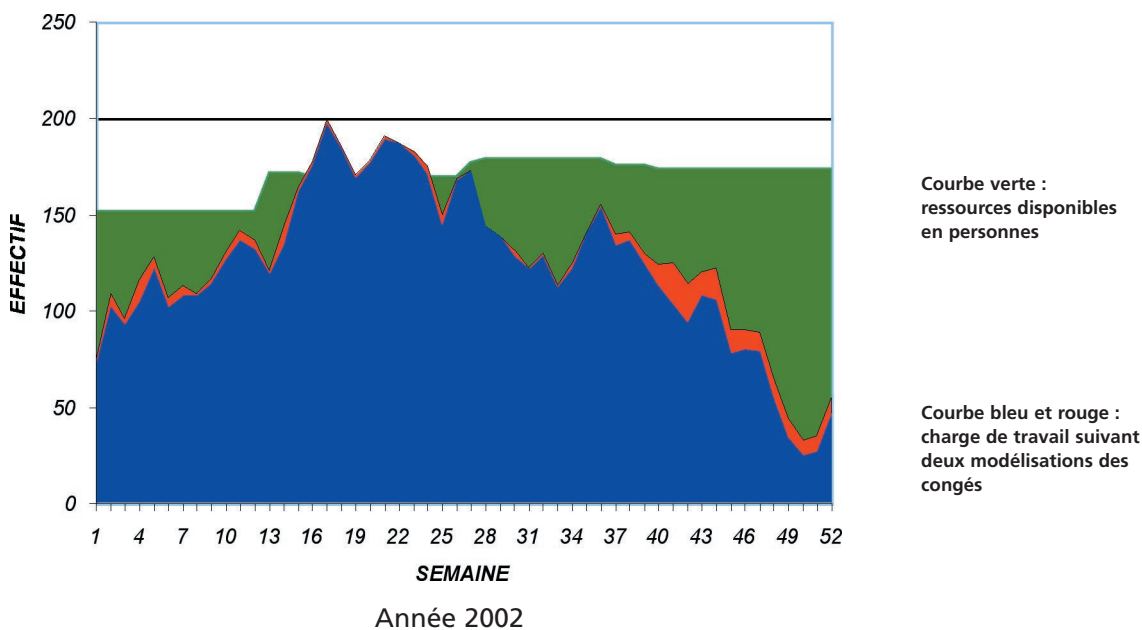
Les entreprises prestataires ont, en complément, de grandes difficultés à recruter et fidéliser du personnel jeune, beaucoup plus attiré par d'autres métiers de services, aussi rémunérateurs et beaucoup moins contraignants (distribution par exemple). Pourtant, l'industrie nucléaire en France jouit d'une image positive et beaucoup

plus favorable que celle affichée dans d'autres pays.

Quelles sont donc les contraintes majeures de la maintenance nucléaire, qui affectent les entreprises prestataires et leur personnel, et dans quel sens évoluent-elles actuellement ?

La dosimétrie

L'abaissement légal des seuils qui vient d'être décrété est positif. L'entreprise doit alors limiter l'emploi de son personnel en



Exemple de charge sur 2 ans

ambiance dosante et mettre en place une nouvelle gestion de ses ressources. La formalisation et le contrôle administratif (doses reçues, autorisation de travail, contrôle entre objectif et réalisé) sont des contraintes supplémentaires évidentes pour l'entreprise, dans le contexte de réduction des coûts.

La saisonnalité de l'activité

Après une légère accalmie, il est à noter que cette saisonnalité s'accroît (on note des pics et creux de plus en plus prononcés sur les plans de charge des prestataires).

Les arrêts de tranche se concentrent de plus en plus en été, période de faible demande du réseau électrique, et en conséquence de faible coût de la journée de non-production pour EDF.

Cette saisonnalité agit à deux niveaux :

- celui de l'entreprise, qui doit assurer des pics de charge prononcés, et gérer son personnel pendant les creux. Cet aspect est d'autant plus sensible quand il n'y a pas de construction neuve qui permettrait d'utiliser le personnel en limite dosimétrique sur des chantiers sans radiation ;
- celui de l'individu, qui doit aménager ses périodes de vacances.

Des approches nouvelles de maintenance

Pour répondre à l'enjeu qu'elle s'est fixé, EDF a engagé des actions pour aider ses prestataires à limiter l'impact des contraintes précitées et à assurer leur pérennité :

- l'exploitant améliore de plus en plus la visibilité des entreprises par la mise en place de contrats pluriannuels nationaux et régionaux et l'anticipation de ses commandes d'intervention ;
- EDF développe la prise en compte des appréciations et soucis individuels des prestataires. Des enquêtes sont menées, à la demande d'EDF, par des organismes interprofessionnels de prestataires. L'appellation retenue par EDF pour cette action (« Baromètre prestataire ») affiche clairement sa finalité ;
- EDF vise à intégrer au plus tôt les prestataires dans la préparation de ses arrêts.

De leur côté, les entreprises prestataires proposent des approches de maintenance, orientées vers une meilleure efficacité (pour la maîtrise, voire la réduction des durées d'arrêt) avec le maintien d'un haut niveau de sûreté.

On retiendra particulièrement les stratégies de :

- prestations de maintenance intégrée (PMI) ;
- fidélisation des prestataires avec les sites nucléaires ;
- « alliancing ».

Le terme « alliancing », issu des pratiques américaines et anglaises, montre que le prestataire va plus loin que la seule vente de services, avec l'appropriation d'objectifs communs avec son client, sur le long terme.

Les gains escomptés par ces nouvelles approches sont intéressants pour l'entreprise prestataire et son personnel.

Pour l'entreprise :

- en s'associant avec des partenaires nationaux et locaux, les ensembliers effectuant les PMI assurent un maintien du tissu industriel de maintenance nucléaire et « tirent la qualité vers le haut » ;
- la fidélisation permet une installation locale plus permanente, autorisant un lissage de la charge en amont et en aval de l'intervention elle-même. On assure ainsi une préparation plus poussée de l'intervention, et ensuite un retour d'expérience permettant d'améliorer sûreté, qualité et radioprotection ;
- le retour d'expérience de PMI, sur plusieurs sites en France et à l'international, avec différents clients, est aussi un facteur d'amélioration sur les plans technique, qualité et sûreté. Les prestataires aident en cela à une meilleure circulation du retour d'expérience entre les sites ;
- par ailleurs, on peut estimer que le transfert de gestion des interfaces prestataires vers le prestataire ensemblier permet à l'exploitant de concentrer ses forces sur la surveillance des prestations et lui autorise plus de recul dans l'analyse des problèmes éventuels.

Pour le personnel :

- il bénéficie d'une stabilisation sur des périodes plus longues et d'une meilleure

visibilité sur ses perspectives de déplacement ;

- il constate un développement personnel, lié à la pluridisciplinarité, à une prise de responsabilité plus significative. Il ressent un sentiment d'appartenance à un projet ambitieux, donnant plus de sens au rôle de chacun, et favorisant la solidarité ;
- globalement, il se sent plus motivé.

Notre expérience nous montre que la motivation du personnel est un vecteur important de succès dans tous les domaines (qualité, dosimétrie, délai, coût). C'est d'ailleurs un élément clé de suivi du « facteur humain ».

L'entreprise peut alors proposer des emplois motivants et donc attirer les bons éléments, pour ainsi maintenir les compétences dans son domaine nucléaire.

Maintenir les compétences

La priorité des entreprises prestataires est de maintenir non seulement les compétences de généralistes, mais aussi celles de spécialistes.

Il est apparu ainsi que, tant par le niveau de spécialisation qu'ils nécessitent que par leur relative « rareté » sur le marché

nucléaire, certains métiers méritaient une attention particulière.

En liaison avec l'exploitant, les prestataires suivent donc avec attention les besoins exprimés au regard de leurs capacités individuelles et collectives, à l'échelle de la région ou même de la nation.

On peut citer plusieurs de ces « métiers sensibles », tels les soudeurs manuels, les soudeurs/tuyauteurs et les contrôleurs notamment manuels, cette liste n'étant pas exhaustive.

Cet article développe, à titre d'exemple, les actions entreprises pour répondre au besoin en « contrôleurs ».

Les métiers du contrôle ont, dès l'origine du programme nucléaire, été considérés comme des métiers importants et sensibles, tant au niveau des opérations de fabrication des composants lourds au moment des constructions qu'au niveau des opérations de maintenance des centrales en exploitation.

Ces métiers se déclinent en procédés manuels pour lesquels la dextérité du personnel est déterminante, mais aussi en procédés automatisés pour lesquels la détermination des paramètres est primordiale. Parmi les procédés de contrôle manuels on peut citer les contrôles superficiels par ressuage ou magnétoscopie et, parmi les procédés de contrôle automatiques, les contrôles volumiques par radiographie ou ultrasons de la cuve du réacteur, ou le contrôle par courants de Foucault des tubes de générateur de vapeur.

Avec la fin du programme de construction de centrales et la « standardisation » des procédés de contrôle en service, les entreprises prestataires ont à faire face à un besoin de renouvellement de la population de contrôleurs, lié à son vieillissement et à la nécessité de motivation malgré les contraintes du nucléaire.

Pour répondre à l'important enjeu de la maîtrise des compétences pointues requises pour les métiers de contrôles manuels et automatiques, l'entreprise doit recruter du personnel de niveau adéquat, lui dispenser une formation de base, puis le remettre à niveau en fonction de l'évo-



Contrôle par ultrasons de la soudure finale d'un générateur de vapeur remplacé

lution des technologies. Le fait de maîtriser ces technologies dans ses propres centres techniques, et d'assurer la formation dans ses centres de formation, est de toute évidence un gage de qualité pour le prestataire industriel dont la taille permet cet investissement.

Un mode privilégié de renouvellement de ces compétences sensibles a été trouvé dans une démarche d'apprentissage avec plusieurs lycées professionnels et des instituts universitaires de technologie.

La mise en service régulière de contrats de qualification en nombre important permet aussi de conforter la démarche de renouvellement du personnel qui ne désire plus ou dont l'âge ne permet plus le travail sur site. Ce phénomène va s'accroître dans les années qui viennent, avec un âge de retraite retardé et la fin des initiatives d'aide au départ anticipé.

Cette démarche d'apprentissage, particulièrement bien adaptée aux métiers de contrôle manuel, est rendue possible grâce à la transmission des compétences entre la fabrication et la maintenance, à l'expérience acquise par le personnel qualifié, à la démarche volontariste d'apprentissage et à la formation.

La saisonnalité de l'activité affecte aussi la gestion des « métiers sensibles », dont la rareté globale sur le marché français exige de la part de l'exploitant un examen approfondi des pics de charge.

Dans le cas du contrôle manuel, les prestataires sont amenés à mobiliser des ressources importantes pendant quelques mois, voire quelques semaines, avec des besoins de pointe supérieurs à deux fois leur charge annuelle moyenne.

Les méthodes utilisées pour répondre à ces besoins sont de deux ordres :

- se rapprocher de l'exploitant pour anticiper les périodes de pointe et rechercher les solutions optimales en termes de planification ;
- se donner les moyens d'accroître momentanément sa capacité d'intervention. Dans ce cadre, le prestataire s'attache à tisser un réseau de partenariats avec des sociétés qui ne sont pas déjà sollicitées sur le même marché. Ainsi le prestataire doit

être en mesure de former, encadrer, faire qualifier des sociétés intervenant tant en France qu'à l'étranger dans des secteurs autres que le nucléaire. Faire appliquer seulement les exigences nécessaires à l'exercice de la fonction du personnel visé et non l'ensemble des exigences propres au nucléaire pourrait faciliter l'accès de ces entreprises « classiques » au marché du nucléaire.

Ces ressources sensibles et rares sont d'autant plus difficiles à trouver que les spécialistes de haut niveau peuvent trouver des conditions plus attractives dans des secteurs industriels moins contraignants et parfois mieux valorisés.

Si aucune solution globale n'a été trouvée dans la gestion des pénuries ponctuelles de personnel, on note cependant une amélioration grâce à l'implication de tous les acteurs et une vigilance de tous les instants. Une sensibilisation des organisations professionnelles auprès de l'enseignement technique est aussi en cours (pour le métier de soudeur/tuyauteur notamment).

Pour permettre à EDF de réaliser les enjeux qu'elle s'est fixés en termes de compétitivité, malgré un cadre contraignant, tant au niveau du tissu industriel résiduel qu'à celui des conditions particulières d'intervention en milieu nucléaire, les prestataires de maintenance nucléaire réagissent, évoluent, innovent dans leur propositions de mode d'intervention.

Ils s'attachent à recruter, former, fidéliser et motiver du personnel français et étranger de haut niveau, apte à offrir des prestations sûres et rentables.

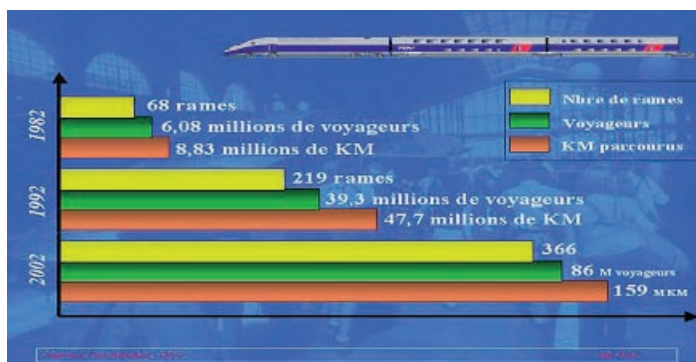
Il n'en reste pas moins que la pérennité de ces prestataires est liée à la reconstitution d'un soutien industriel minimal, qui pourrait être assuré par de nouvelles constructions, et à une approche réfléchie et concertée entre tous les acteurs (Autorité de sûreté nucléaire, exploitant, prestataires de maintenance) des nouvelles conditions d'intervention, où se concrétisent les notions de partenariat, d'objectifs partagés, de vision à long terme, de fidélisation, d'alliancing...

La maintenance de la flotte TGV

par J.P. Charlanne, Département des TGV et des voitures,
Direction du matériel, SNCF

Liminaire

En quelques chiffres, le parc total TGV représente actuellement plus de 370 rames, 159 millions de kilomètres parcourus annuellement, 86 millions de voyageurs transportés à 300 km/h par an et en moyenne 11 incidents supérieurs à 5 minutes au million de kilomètres.



Evolution des nombres de rames, des voyageurs transportés et des kilomètres parcourus de 1982 à 2002

La maintenance d'une flotte comprenant plusieurs générations de matériel, utilisées selon des conditions d'exploitation et sur des axes différents, exige un niveau élevé de sécurité des circulations, de fiabilité et de disponibilité. En plus de la démonstration technique, la maîtrise économique du système de production est une préoccupation quotidienne qui doit obtenir des résultats en constante amélioration.

Le volume de la flotte et sa répartition :

- 373 rames au 1^{er} avril 2003 et 450 environ à l'horizon 2008-2010 ;
- chaque matériel est affecté à un centre de maintenance gérant qui est chargé de la programmation, de la réalisation et du suivi de sa maintenance. Pour les TGV,

3 centres de maintenance, situés au plus près des points d'engagements des matériels et de l'exploitation des parcs, assument ces responsabilités : l'EIM TGV de Paris-Sud-Est, l'EIM TGV de Paris-Atlantique et l'EIMM de Paris-Nord.

Une organisation générale spécifique de la maintenance a été développée, intégrant fortement le concept de maintenance préventive

Deux facteurs essentiels, propres aux rames TGV, ont été pris en compte pour l'organisation générale de leur maintenance :

- la grande vitesse d'utilisation, qui impose un renforcement des règles de surveillance et de contrôle ainsi que des schémas de maintenance dédiés ;
- la conception technique, qui a conduit à réaliser des installations de maintenance spécifiques.

L'organisation générale de la maintenance et les moyens mis en place doivent concilier les caractéristiques propres au TGV et les objectifs à atteindre : sécurité des circulations et fiabilité, maîtrise économique du système et disponibilité élevée. Reposant principalement sur la maintenance préventive, le dispositif de maintenance est structuré autour d'organisations qui s'inscrivent dans une logique d'optimisation et de progrès continu.

L'élaboration et l'optimisation des règles de maintenance constituent une démarche de progrès continu

Trois éléments majeurs caractérisent ce processus :

1. la responsabilité de l'élaboration continue des règles de maintenance est confiée

aux organismes d'études de chacun des 3 centres de maintenance. Ces structures d'ingénierie spécialisées sont directement rattachées aux centres de maintenance. Elles ont pour mission la réalisation des études d'ingénierie de maintenance des séries affectées à leur centre de maintenance au plus près de l'exploitation et du dispositif de production ;

2. le processus et la méthode d'élaboration des règles et des cycles de maintenance prennent en compte les impératifs de sécurité ainsi que les objectifs de disponibilité et de fiabilité et s'appuient sur 5 éléments structurants :

- l'analyse des modes de défaillances et des processus de dégradation des organes,
- l'exploitation des études prévisionnelles de sûreté de fonctionnement,
- l'expérience accumulée sur les matériels de technologie similaire,
- l'observation directe du comportement des organes en recourant si nécessaire à des procédures formalisées d'investigation (examen méthodique des états successifs d'un échantillon représentatif d'organes en service sur une même série),
- les résultats d'essais techniques ;

3. le retour d'expérience est une fonction essentielle dans le processus de conception, de réalisation et d'amélioration continue de la maintenance.

Schématiquement, le processus mis en œuvre peut être résumé de la façon suivante :

L'organisation de la maintenance dans les établissements est structurée autour de 5 niveaux

Les actions de maintenance sont en effet hiérarchisées en niveaux, selon leur importance, leur finalité, la technicité qu'elles requièrent de la part des opérateurs et les installations qu'elles nécessitent.

Les 5 niveaux de maintenance (correspondant à la norme AFNOR NF X 60 010) :

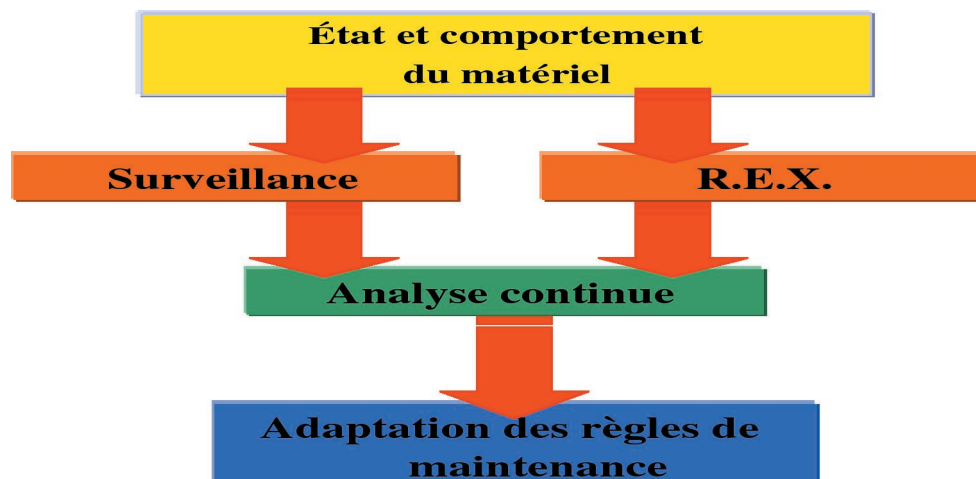
- Le premier niveau comprend les opérations de surveillance en service.

Assuré par l'exploitant, il comprend notamment les essais avant départ ou les tests divers réalisés par les agents de conduite.

- Le niveau 2 comprend des vérifications, des tests, des échanges rapides d'équipements remplaçables en rame et des interventions de durées limitées effectuées par des agents de maintenance.

Les opérations de niveau 2 sont généralement effectuées sur des chantiers spécialisés (voies sur fosses pour les examens en service par exemple) et sont intégrées dans les roulements matériels. Elles sont réalisées en centres de maintenance TGV ou, pour certaines d'entre elles, délocalisées dans des sites de province, sous le contrôle du centre de maintenance gérant.

- Le troisième niveau correspond aux opérations de visites (VL, VG, GVG) effectuées exclusivement en centres de maintenance.



Ces interventions nécessitent le retrait de la rame du service commercial et conduisent à une immobilisation spécifique programmée.

– Le niveau 4 comprend les opérations de révision d’organes réalisées en établissement industriel ou en atelier réparateur. A côté des opérations effectuées en rame par les centres de maintenance, la maintenance des TGV repose également sur l’échange d’organes.

C’est la conception modulaire des TGV qui permet d’échanger les organes principaux en centres de maintenance dans des conditions garantissant réactivité et rapidité d’exécution et de les faire réparer ensuite en établissement industriel spécialisé. Cette pratique permet de minimiser le temps d’intervention en centres de maintenance et d’augmenter la disponibilité opérationnelle du parc. De plus, les opérations de réparation ou de révision sont confiées à des établissements spécialisés par types d’organes, structurés et dimensionnés autour d’une logique de production à caractère industriel. A noter que l’opération majeure que représente l’opération mi-vie est rattachée au niveau 4.

– Le cinquième et dernier niveau est réalisé par les deux ateliers directeurs de séries TGV (EIMM Hellemmes et Bischheim). Il porte sur les travaux de modification, de modernisation ou de transformation très importants.

A titre d’illustration, le cycle actuel TGV Réseau est donné ci-après :

L’assurance qualité

La première phase de mise en assurance qualité a concerné l’activité de réparation des essieux. Les démarches d’attestation sont actuellement largement engagées par les établissements TGV et étendues aux organes de freinage, à la transmission voie-machine (TVM), aux portes d’accès, etc.

S’inscrivant dans ces démarches qualité, le contrôle et le suivi des pratiques professionnelles, la mise en œuvre de plans de veille et d’une politique d’audits contribuent de façon significative à améliorer la performance des établissements, à s’assurer de la conformité des opérations de maintenance par rapport aux référentiels en vigueur et à conforter ainsi l’obtention des niveaux de qualité requis.

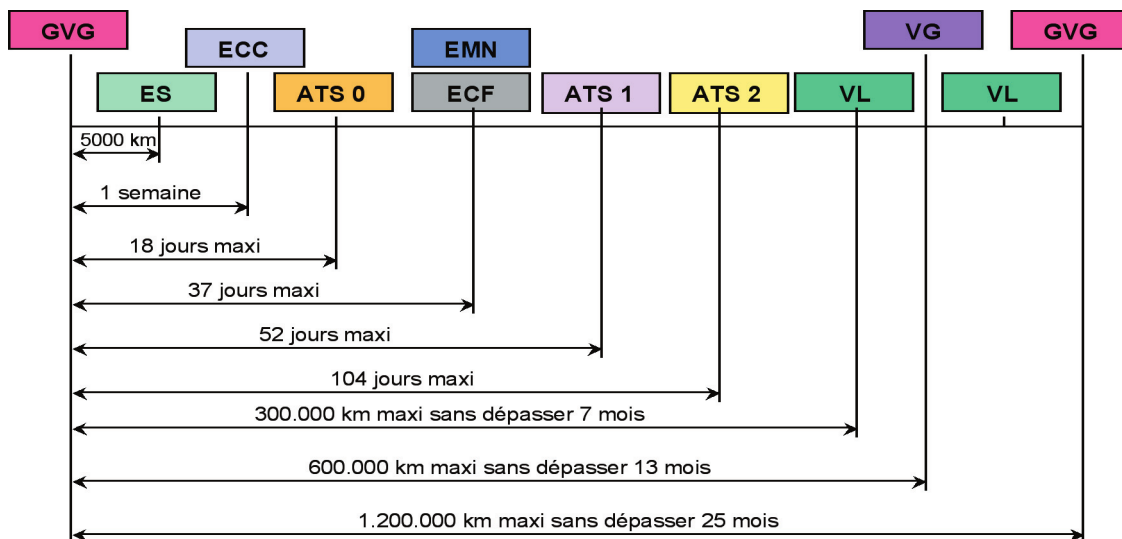
Des évolutions d’organisation ont été conduites dans les établissements pour améliorer leur performance

Ces actions se sont appuyées sur plusieurs leviers et ont conduit à :

Réduire les immobilisations en établissements industriels

Les opérations de maintenance lourde réalisées en établissements industriels ont été réduites :

– en nombre, par le regroupement d’un maximum d’interventions majeures en une



seule opération à la mi-vie des rames (au bout de 15 ans environ) et la mise en place d'un chantier spécialisé pour les rénovations de matériels (Bâtiment « 4 jours » à l'EIMM d'Hellemmes) ;

– en durée, grâce à l'évolution des organisations internes, afin de réduire le chemin critique des opérations par un recours accru au travail en décalé, par des investissements de dé-saturation d'installations ou par l'automatisation d'interventions pénalisantes en termes de délais.

Réduire les immobilisations en centres de maintenance

Les actions de progrès engagées ont porté sur :

– l'évolution des organisations pour concentrer la maintenance préventive en semaine et assurer les remises en état plus rapidement en favorisant les créneaux de non-utilisation du parc (la nuit notamment) ;

– le renforcement de certaines équipes de nuit, notamment en mécanique, en dépannage et en ES, afin de traiter correctement les arrivées des trains du soir et préparer les départs du matin ;

– l'adaptation de chantiers et d'installations (par exemple pour l'EIM TGV Paris-Sud-Est : chantier Nicolaï, caténaire escamotable, bâtiments 2 voies à Conflans pour la réalisation des dépannages et des remises en service et à Villeneuve pour les visites) ;

– l'évolution des cycles d'exams et de visites.

Délocaliser certaines opérations de maintenance dans quelques centres de province

L'évolution de l'offre a conduit à un déploiement des parcs plus vastes et à des retours plus espacés à leurs centres gérants respectifs. La volonté de concentrer les efforts des centres de maintenance parisiens sur les travaux de dépannage pointus à forte valeur ajoutée a conduit à confier certaines opérations de maintenance à des centres terminus de province.

Poursuivre l'amélioration de la fiabilité des matériels

Ce dernier point, dimensionnant en termes de disponibilité, a fait l'objet d'actions spécifiques.

Elles visent à améliorer :

– les aspects techniques (terminaison des mises au point des matériels neufs, poursuite des actions de fiabilisation engagées sur TGV A et Sud-Est, consolidation de l'exploitation du retour d'expérience en établissement afin de mieux cibler les actions à entreprendre sur les fonctions les plus critiques) ;

– les aspects organisationnels, qui ont visé par différentes actions à renforcer les structures de dépannage, à améliorer la connaissance et le suivi de l'état des rames et à limiter l'incidence des avaries sur le service.

L'évolution de la disponibilité et de la fiabilité

La gestion du parc fait l'objet d'un contrat entre le domaine matériel et l'activité grandes lignes, lequel définit les engagements de base du matériel et différencie les journées ouvrables de base (JOB) et les pointes hebdomadaires (PH).

Pour répondre à l'évolution de l'offre commerciale, le domaine matériel a pour objectif de rendre disponibles, d'ici à l'été 2003, 297 rames TGV (hors Eurostar et Thalys), auxquelles s'ajoutent les nouvelles acquisitions Duplex (au-delà des 30 premières rames). Ce nombre de 297 rames pouvant être engagées en roulements est à comparer au nombre de 279 rames qui étaient disponibles en 1998 dans des conditions équivalentes, ce qui représente un gain de 18 rames.

Ainsi, en prenant en compte les rames Duplex nouvellement livrées, l'offre grandes lignes à l'été 2003 sera de 316 rames.

Actuellement, le niveau de performances de l'ensemble du parc se situe aux alentours de 11 incidents supérieurs à 5 minutes au million de kilomètres. Il cache certaines disparités dues principalement aux différences de services assurés ou aux travaux de fiabilisation encore en cours sur certaines séries récentes. On peut en effet estimer que, pour une série stabilisée, c'est le cas du TGV Atlantique, le niveau de performances se situe à 6 incidents au million de kilomètres.

Conclusion

Les résultats obtenus en termes de disponibilité, de fiabilité et de maîtrise des coûts de maintenance progressent de manière constante et régulière.

Ils résultent :

- d'une déclinaison des principes directeurs de la technologie TGV, fondés sur une prise en compte des contraintes de maintenance dès la conception des matériels et des installations d'entretien ;
- d'une intégration forte et continue de la maintenance et de l'exploitation au travers d'une démarche de retour d'expérience systématique ;
- d'un processus continu d'optimisation des règles de maintenance ;
- d'une adaptation permanente du dispositif de production et des organisations en place afin de répondre aux évolutions de l'offre commerciale tout en maîtrisant les coûts.

Les orientations et les enjeux futurs consisteront à :

- poursuivre la consolidation des niveaux de disponibilité et de fiabilité en concentrant les efforts sur les séries pour lesquelles il existe encore des marges de progrès (les séries TGV SE et TGV A sont très proches de leur asymptote) ;
- conforter la maîtrise des coûts de maintenance et l'efficacité économique dans le respect des exigences liées à la sécurité des circulations ;
- consolider l'exploitation du retour d'expérience et poursuivre l'optimisation des cycles de maintenance et la généralisation des méthodologies type AMDEC dans l'élaboration des règles ;
- assurer une adaptation permanente de la maintenance des matériels aux évolutions de l'offre commerciale.

La maintenance, la mal aimée indispensable

par Monique et Raymond Sené, Groupement de scientifiques pour l'information sur l'énergie nucléaire (GSIEN)

La pierre angulaire du fonctionnement correct de toutes les entreprises est la mise en place d'un système de maintenance performant.

Une fois posé ce principe généralement admis, il faut se pencher sur l'interprétation que chaque partenaire en fait, depuis celui qui utilise les appareils, celui qui les répare, jusqu'au haut de l'échelle qui engrange les bénéfices de ce bon fonctionnement, en passant d'ailleurs par ceux qui estiment par calcul ce que peut supporter un élément donné et le temps de production perdu en anticipant une réparation.

Le domaine de l'Autorité de sûreté nucléaire s'est étendu loin au-delà des installations nucléaires de base pour englober tous les sites pouvant conduire à des doses soit pour le personnel soit pour la population (hôpitaux, centres dentaires, centres de radiographie, de scintigraphie, utilisateurs de sources ...). Son approche de la sûreté, fondée bien évidemment sur une maintenance irréprochable sur tous les sites relevant de sa compétence, doit intégrer cette diversité ; et cela demande une adaptation des inspecteurs mais aussi une évaluation multiforme de cette fameuse maintenance.

Bien que tous les sites soient importants et permettent par leur diversité de mieux cerner le rôle d'une maintenance de qualité, nous nous bornerons à l'analyse de la maintenance sur les sites d'EDF. En effet, l'expérience porte sur un parc de 58 réacteurs dont le premier (Fessenheim 1) a commencé sa vie en 1977.

AMÉLIORATIONS OU PROBLÈMES

Le suivi en service

L'Autorité de sûreté nucléaire (rapport d'activité 2002), dans le cadre de la mise en

œuvre de l'arrêté du 10 novembre 1999 relatif à l'exploitation du circuit primaire principal, a demandé entre autres « la révision des programmes de maintenance ». En particulier « il est nécessaire qu'EDF poursuive ses efforts » :

– en complétant l'instruction des dossiers techniques encore en phase d'investigation pour lesquels des dispositions de suivi en service temporaires ont été prises, notamment les piquages des tuyauteries primaires soumises au risque de fissuration par fatigue ;

– en respectant le calendrier pluriannuel qu'il a établi pour évoluer vers une nouvelle révision du référentiel avant les troisièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe.

Toute cette « phraséologie » est bien jolie ; mais cette maintenance en service a-t-elle pour but une sûreté accrue par un meilleur suivi des réacteurs, ou bien une recherche de productivité et de rentabilité financière dans le cadre de la libéralisation du marché de l'énergie ?

De plus, les dispositions de suivi des piquages des tuyauteries primaires ne sont pas le meilleur exemple pour un suivi en service. En effet, il est connu depuis les années 1980 qu'il y a des problèmes de fissuration sur tous ces équipements. Avec le retour d'expérience, il est possible de prévoir le changement avant toute fuite. On peut faire un suivi, mais mieux vaut faire une maintenance de prévention.

La révision des programmes de maintenance

Dans Contrôle n° 150 (page 55) il est signalé :

« En matière de gestion de la maintenance, EDF expérimente de nouveaux modes de travail : contractualisation de presta-

tions dites intégrées consistant à confier un chantier complexe de manière globale à un intervenant extérieur, mise en place d'arrêts allégés, dits à simple rechargement, en concentrant la maintenance sur d'autres arrêts des réacteurs, optimisation de la maintenance de certains systèmes par des approches de fiabilité prenant en compte les études probabilistes de sûreté. Ces démarches interagissent avec des préoccupations de sûreté et de radioprotection et sont donc suivies de près par l'ASN. »

De plus, l'ouverture des marchés contraint EDF à minimiser ses coûts et, même s'il est affirmé que le poste sûreté ne sera pas touché, il est bien évident qu'il y aura une incidence probablement négative sur la maintenance, ne serait-ce qu'en la reportant en fonction des désirs de la production. Elle sera faite mais avec retard et cet état de fait peut conduire de nouveau à une situation du type Blayais (rehaussement des digues différé de 2 ans et la vague millénaire qui n'a pas attendu !).

Car comment ne pas être inquiet en lisant (Contrôle n° 150, page 56) « *des évolutions des spécifications d'exploitation ont permis à EDF d'assouplir certaines contraintes de pilotage des réacteurs* ». Or ce point est très important car ce pilotage influe sur les fameuses « situations » (nombre de cycles que peut subir un élément) qui gouvernent le temps de vie de certains éléments IPS (importants pour la sûreté). Il est donc difficile d'admettre que, pour des spécifications d'exploitation, soit en clair produire du kWh, les contraintes de pilotage puissent être « assouplies ». Que signifie « *assouplies* » pour un poste aussi important pour la sûreté, et comment ce type de conduite va-t-il interférer avec la maintenance ?

En effet, EDF négocie âprement les délais pour maximiser la production en repoussant ces opérations jusqu'à des arrêts programmés. Ceci a été à l'origine du grave incident du Blayais (déjà cité) en décembre 1999. La tempête millénaire a submergé le site et c'est grâce à la crainte du bogue de l'an 2000 que le réacteur a pu être refroidi car les diesels de secours récemment révisés ont démarré, et que, de plus, les cuves de fuel étaient pleines.

De même, pour la mise en conformité des sites quant au risque séisme, la polémique fait rage sur le sujet, mais ce qui est certain c'est que ce risque est connu, qu'il a fait l'objet d'une règle fondamentale de sûreté (RFS), et que les travaux ne sont toujours pas terminés.

D'ailleurs il est très édifiant de lire le rapport de la DGSNR en 2002 et de comparer la liste des travaux nécessaires sur les sites à celles qui ont été publiées les années antérieures. On y retrouve comme une litanie : les soupapes SEBIM, les cloisons en parpaings, la fatigue thermique des zones de mélange, les recombineurs d'hydrogène, les anomalies de manoeuvrabilité des grappes de commande. Et cette litanie dure depuis 10 ans au moins...

Le recours à des entreprises extérieures

Confier à des entreprises des pans entiers de la vérification réglementaire peut, peut-être, diminuer les coûts de maintenance mais revient à perdre la maîtrise des postes abandonnés. En effet, le savoir ne se transmet pas si facilement et les agents d'EDF se plaignent de ne plus avoir le temps de faire les vérifications et d'être transformés en archivistes. Par exemple, l'épreuve de l'enceinte des réacteurs de 900 MWe est confiée à une firme qui assume la mise en œuvre et donne le bilan de l'épreuve. Certes cette firme connaît son travail et l'exécute probablement de façon correcte. Cependant, qui vérifie que le test a été fait selon les règles, qu'il est en adéquation avec le reste des autres aspects réglementaires : contrôle de la cuve, épreuve hydraulique du circuit primaire ? Rappelons que la réglementation impose de remplir des fiches, de les archiver, mais parfois on se demande si elle n'a pas oublié d'imposer de les lire. De toute façon, pour poser les bonnes questions il faut avoir le temps et la formation.

Comme l'écrit l'Autorité de sûreté nucléaire (page 307 du rapport de 2002) :

« Le nombre et la qualité des fiches d'évaluation des prestations, dont l'objet est de participer à l'élaboration du retour d'expérience dans le but de valider le renouvellement de la qualification d'un prestataire, sont insuffisants. »

Comme le souligne l'ASN, non seulement les firmes prestataires sont insuffisamment encadrées, mais de surcroît il n'y a plus d'équipe d'EDF pour superviser. Quelle que soit la qualité du personnel d'EDF, la perte de compétence ne va pas lui permettre d'être efficace.

Le recours aux prestataires

L'ASN souligne que « *les opérations de maintenance des réacteurs électronucléaires sont dans la grande majorité sous-traitées par EDF à des entreprises extérieures. Cette activité très dépendante du planning des arrêts des centrales concerne environ 20000 personnes chaque année.*

(...) En outre, compte tenu de ses nouvelles attributions, l'ASN fait également porter son contrôle sur la radioprotection des prestataires, d'autant plus que les conditions de travail ne sont pas sans influence sur la qualité des interventions et donc sur la sûreté. »

Elle ajoute aussi que « *la prise en compte par EDF du facteur humain pour les activités sous-traitées se limite souvent à l'exploitation du retour d'expérience d'événements marquants ou d'incidents, et néglige les aspects « prévention ».* »

Ce recours massif aux prestataires pour toutes les opérations de maintenance « programmées » permet, dit EDF, de faire des économies.

Mais l'ASN relève aussi qu'EDF ne prépare pas correctement ses chantiers, c'est-à-dire que les demandes de prestations ne sont pas passées avec suffisamment de marge (4 mois) pour pouvoir être satisfaites. Dans ces conditions, EDF peut ne pas avoir accès au personnel qualifié qui pourrait assurer une bonne maintenance mais travaille avec des personnes qui n'ont pas toutes la qualification nucléaire requise et qu'il serait nécessaire de former. Or ce recours à du personnel non formé nuit à la qualité de la maintenance et est préjudiciable à ce personnel. De surcroît, il est illégal d'employer des personnes sans connaissances élémentaires en radioprotection sur des postes de travail exigeant de telles connaissances.

La déréglementation

Mot barbare s'il en est, cette formulation s'applique à l'ouverture du capital, c'est-à-dire à la privatisation et surtout, pour commencer, à l'ouverture des marchés à tout opérateur européen.

L'exemple des chemins de fer britanniques nous a montré que la politique du profit à court terme pour des actionnaires qui n'ont que faire de la notion de service public peut reléguer la sûreté et la maintenance des équipements au second plan. Cela peut paraître contradictoire, tant il nous semble qu'un bon fonctionnement des installations, dû à une maintenance de qualité et à la vigilance d'une sûreté exigeante, peut assurer, à long terme, un bon rendement financier.

En clair, EDF perd sa situation de monopole de distribution.

Cette ouverture se fait sans règle établie. L'expérience française de la vente de CIS Bio à un groupe allemand montre la difficulté de l'exercice. D'une part pour le moment c'est le CEA qui assure toujours l'évacuation des déchets et la logistique en cas d'incident, mais d'autre part ce n'est plus lui qui assure la maintenance et la mise en place des équipes.

Évidemment, tout se passe correctement pour le moment, car le personnel a encore les « réflexes CEA », mais, en l'absence de réglementation européenne commune, quel rôle jouera l'ASN et sur quelles bases ?

Il est clair que l'action de l'ASN sur les firmes et son poids pour obtenir des maintenances de qualité doivent s'appuyer sur une base juridique claire et sur une harmonisation de la réglementation. Or les outils juridiques sont encore en gestation, et la réglementation européenne aussi.

Il est nécessaire que, dans la mise en place des structures européennes, les possibilités d'action de l'ASN soient garanties par la loi et que les règles auxquelles doivent se soumettre les opérateurs (français ou étrangers) soient également soumises à une législation précise.

Conclusion

Intérimaires, prestataires de service : EDF s'est progressivement dessaisi de la maîtrise complète des processus de maintenance.

L'ASN doit donc être le gendarme de cette part importante de la gestion de parc.

Il apparaît que lui manquent encore une base juridique appropriée et les moyens de la faire appliquer.

C'est pourquoi il nous semble que la position de l'ASN (Contrôle n° 150, page 58) ,

«... prête à examiner une argumentation coût-bénéfice, dans laquelle l'exploitant démontrerait que certaines améliorations demandées par l'ASN ne représentent pas une allocation optimale du budget disponible, et proposerait donc de consacrer ses moyens aux actions ayant l'impact le plus

bénéfique pour la sûreté », risque d'amorcer un glissement vers un état de fonctionnement où la sûreté serait gravement compromise, voire dégradée.

Il est pour le moins prématuré d'introduire des bémols sur la maintenance et la sûreté, et ce d'autant plus si ces bémols sont liés à *« une argumentation coût-bénéfice. »*

Dans le cadre d'une (très) proche déréglementation, puis privatisation, il est essentiel que l'ensemble du corps social, y compris les antinucléaires convaincus, œuvre pour éviter que des arbitrages ne se fassent en faveur de la production au détriment de la sûreté. L'arrêt du nucléaire est le but de certains, mais pour tous il s'agit d'œuvrer pour une sûreté de qualité. Il ne doit pas être possible que, dans un arbitrage sur un programme de maintenance, le kWh l'emporte sur la sûreté et donc la sécurité des populations.

Autorité de sûreté nucléaire

Organigramme au 1^{er} juin 2003

