L'intervention des entreprises extérieures dans les centrales nucléaires d'Electricité de France*

R. DOLLO**

(Manuscrit reçu le 3 mai 1985)

RÉSUMÉ

L'intervention des entreprises extérieures dans les centrales nucléaires françaises est présentée sous forme de bilan en heures travaillées, en spécialités, en coût dosimétrique.

L'auteur décrit et commente la situation des entreprises extérieures, les aspects juridiques, la radioprotection du personnel dans les centrales nucléaires EdF (action à caractère national).

ABSTRACT

Contractors' operations in French nuclear power plants are presented as a balance sheet of working hours, specialised jobs, dosimetric cost. The situation of contractors, the legal aspects and occupational radiation protection at Electricité de France nuclear power plants are described and commented upon.

1. LA SITUATION DES ENTREPRISES EXTERIEURES

L'exploitation des tranches REP (réacteur à eau pressurisée) exige un renouvellement d'une partie du combustible environ tous les douze mois. Cette période d'arrêt est mise à profit pour engager des travaux d'entretien préventif, pour s'assurer par des contrôles et des expertises de l'usure normale des pièces, enfin, pour modifier les matériels ou circuits dont le fonctionnement n'est pas satisfaisant. Ces travaux de maintenance sont réalisés sur l'ensemble des circuits primaires ou secondaires.

La durée d'arrêt de tranche est la période comprise entre le découplage et le recouplage de l'alternateur sur le réseau de distribution. Trois types de visites sont définis :

* Communication présentée au colloque organisé à Bruxelles, du 20 au 22 mars 1985, par les Sociétés belge et française de radioprotection, sur la "Radioprotection du personnel des entreprises extérieures intervenant dans les installations nucléaires" (Ann. Ass. Belge Radioprot., 1985, vol. 10, n° 1-2).

** EdF, Service de la production thermique, Département Sécurité, Radioprotection, Environnement (DSRE), 6, rue Ampère, BP 114, 93203 Saint-Denis Cedex 1.

- . la visite "complète" dite décennale qui nécessite le déchargement complet du cœur pour expertiser la cuve et l'ensemble du circuit primaire, plus une épreuve d'étanchéité de l'enceinte ;
- . la visite "quinquennale" pour l'inspection de la cuve ;
- . la visite "partielle" de périodicité annuelle.

Les informations présentées recouvrent la période fin 1983 et 1984 ; elles sont issues de 17 arrêts de tranches pour visite partielle. Durant cette période, 4 arrêts de tranche pour visite complète ont été menés. Cependant, ce chiffre n'étant pas suffisamment significatif, seuls les bilans fournis à la suite des visites partielles ont été conservés.

1.1. La durée d'arrêt

Une tranche qui ne produit pas coûte cher en énergie de remplacement. Le coût d'une journée d'arrêt d'une tranche REP de 900 MW varie entre 1 et 4 MF suivant la période de l'année, été ou hiver, et la nature du combustible utilisé (par exemple fioul). Pour cette raison d'économie, il s'agit de limiter la durée de l'arrêt dans les meilleures conditions de sécurité d'intervention du personnel. La moyenne réalisée en 1984 était de 40 jours, ce qui correspond aux valeurs suivantes en heures travaillées : entre 22 000 et 83 000 h pour EdF et entre 50 000 et 147 000 h pour les entreprises extérieures.

Cette valeur de 40 jours mérite quelques commentaires. Le temps minimal réalisé a été de 30 jours. L'écart entre ces deux chiffres est dû aux travaux de modifications et aux réparations fortuites. La durée d'une opération comme le changement des tubes-guides peut varier entre 6 et 12 jours suivant la méthode utilisée et les difficultés rencontrées. Le changement des joints de volute ou le remplacement d'une hydraulique de pompe primaire demande 3 jours. Les incidents sur procédures, sur l'outillage et particulièrement les aléas (par exemple grippage de la visserie) peuvent entraîner 7 à 10 % d'augmentation de la durée de l'arrêt. Ces difficultés montrent l'intérêt de la préparation de l'arrêt de tranche et de la planification de tous les travaux.

1.2. La nature des travaux

Compte tenu de l'importance en nombre, seuls seront énumérés les principaux travaux :

- 1° *Combustible* : renouvellement par tiers sans déchargement complet avec permutation des grappes
- 2° *Contrôles réglementaires au titre de différents arrêtés administratifs* : contrôle du circuit primaire principal, faisceau des 3 GV (générateur de vapeur), ressuage des soudures de tuyauteries..., contrôle des tuyauteries du secondaire et du poste d'eau, réépreuve des échangeurs
- 3° *Cuve* : contrôle des broches, portées des joints
- 4° *Groupe moto-pompes primaires* : joints, paliers
- 5° *Générateurs de vapeur* : bouchage de tubes fuitants
- 6° *Robinetteries* : contrôle et tarage des soupapes, temps de manœuvre des vannes, contrôle de fuite des vannes d'étanchéité de l'enceinte

- 7° *Turbine-alternateur* : expertise des coussinets, révision des robinets d'arrêt, des soupapes
- 8° *Sécheurs surchauffeurs et poste d'eau* : tests d'étanchéité
- 9° *Nettoyage et contrôle du condenseur*
- 10° Révision des tableaux électriques
- 11° Essais du contrôle-commande
- 12° Actuellement de nombreuses modifications telles que : changement de la goujonnerie des vannes, intervention sur les sécheurs surchauffeurs, changement des tubes-guides
- 13° Enfin, un poste important appelé "servitudes" comprend : la pose et la dépose des calorifuges, le nettoyage et la décontamination, la mise en place d'échafaudage...

Les figures 1 et 2 présentent la répartition par matériels/heures travaillées et la répartition par spécialités/heures travaillées.

Répartition par matériels des heures travaillées par EdF.

- A - Primaire - 24 % - 7 200 h.
- B - Divers secondaires - 8 % - 2 400 h.
- C - Contrôle commande - 12 % - 3 600 h.
- D - Servitude - 17 % - 5 100 h.
- E - Alternateur + transformateur - 2 % - 600 h.
- F - Turbine + poste d'eau - 32 % dont ORI 21 % - 9 600 h.

Répartition par matériels des heures travaillées par les entreprises extérieures.

- A - Primaire - 30 % - 29 500 h.
- B - Divers secondaires - 8 % - 7 800 h.
- C - Servitudes - 35 % - 33 500 h.
- D - Alternateur + transformateur - 3 % - 3 000 h.
- E - Turbine + poste d'eau - 24 % - 23 600 h.

Fig. 1. - Répartition par matériels des heures travaillées.

Répartition par spécialités des heures travaillées par EdF.

- A - Mécanique - Chaudronnerie + servitudes - 76 % - 23 000 h.
- B - Elec. - 6 % - 1 847 h.
- C - TOR - 9,5 % - 2 900 h.
- D - ANA - 8,5 % - 2 650 h.

Répartition par spécialités des heures travaillées par les entreprises extérieures.

- A - Mécanique - Chaudronnerie - 58 % - 57 500 h.
- B - Elec. - 5 % - 5 000 h.
- C - ANA $\approx$ 1 % - 840 h.
- D - TOR $\approx$ 1 % - 1 100 h.
- E - Servitudes - 35 % - 33 500 h.

Fig. 2. - Répartition par spécialités des heures travaillées.

1.3. Les entreprises qui interviennent

Certaines interventions exigent un personnel très spécialisé utilisant un matériel délicat dont l'investissement a été important. Aussi, il s'est avéré nécessaire au niveau national de planifier ces interventions afin de garantir la disponibilité des équipes et de maintenir la formation acquise. Actuellement, 25 entreprises font l'objet d'un contrat à caractère national, par exemple :

- Intercontrôle et HBS pour le contrôle de la cuve et des GV ;
- Gagneraud et MDN pour la décontamination des piscines, ce qui représente un potentiel de 5 machines de décontamination ;
- Creusot-Loire, Montalev et SGMN pour l'ouverture et fermeture de la cuve, la durée d'une opération est de l'ordre de 5 000 h, elle est assurée par des équipes en horaire posté 2×9 h ou 3×8 h ;
- Framatome, Alsthom-Atlantique, Jeumont-Schneider, STMI font l'objet d'un protocole au niveau national.

Toutes les interventions n'exigent pas un matériel coûteux ou une main-d'œuvre très spécialisée. Pour les autres travaux, le Service de la production thermique a été amené à faire appel à des entreprises régionales. Cette politique présente des avantages tels qu'une meilleure insertion de la centrale dans le milieu industriel, l'utilisation d'une main-d'œuvre locale après formation, l'ensemble entraînant des retombées bénéfiques au plan régional.

La répartition entre entreprises locales ou nationales est difficile à connaître car beaucoup de ces dernières possèdent des agences régionales.

Les chiffres suivants fixent, cependant, l'ordre de grandeur : sur 50 entreprises intervenant sur un site, 14 sont des entreprises constructeurs, 23 des entreprises régionales, et 13 des entreprises nationales ayant une agence régionale.

1.4. La répartition des heures de travail

Suivant la période de l'année (par exemple, congés d'été) ou si une autre tranche du site est aussi en arrêt pour révision, la répartition des heures entre travail posté ou non, EdF et entreprises évoluent d'une façon sensible (fig. 3).

Répartition des heures travaillées par EdF.

- A - En horaire normal - 67 % - 14 207 h.
- B - En 2×8 - 4 % - 834 h.
- C - En 3×8 - Hors WE - 12 % - 2 554 h.
- D - En 3×8 + WE - 17 % - 3 570 h.

Répartition des heures travaillées par les entreprises extérieures.

- A - En horaire normal - 77 % - 70 000 h.
- B - En 2×8 - 12 % - 11 000 h.
- C - En 3×8 - Hors WE - 9 % - 8 000 h.
- D - En 3×8 + WE - 2 % - 2 500 h.

Fig. 3. - Répartition des heures de travail.

Dosimétrie

Toujours à partir du bilan concernant 17 arrêts de tranche, la dosimétrie collective est la suivante :

- EdF 22 à 42 rem (0,22 à 0,42 Sv) ;
- Entreprises extérieures 49 à 172 rem (0,49 à 1,72 Sv).

Sur le plan national, la répartition des doses individuelles est difficile à réaliser (le nombre d'intervenants varie suivant les sites). Cependant, les différents rapports fournis par les centrales donnent une allure sensiblement identique (fig. 4 et 5).

Fig. 4. - Répartition des doses sur la tranche 3 de Bugey.

Pour terminer ce chapitre, il paraît utile de rappeler que ces bilans sont destinés au retour d'expérience. Ils ont été extraits de nombreux comptes rendus rédigés par les centrales. Ils doivent permettre de mieux cerner les activités de maintenance qui nécessitent des actions spécifiques. On peut citer les domaines suivants :

- . amélioration des procédures d'arrêt et de mise à jour des gammes d'entretien ;
- . conception de l'outillage en se rappelant qu'un outillage est d'autant plus fiable qu'il est simple ;
- . organisation et planification afin d'assurer une cohérence et une coordination des différents intervenants.

Bien entendu, toutes ces actions ne peuvent aboutir qu'avec la participation active du personnel des entreprises extérieures, d'où la nécessité d'établir des contacts étroits entre responsables. Certaines entreprises ont déjà accepté le principe de réunions périodiques.

Fig. 5. - Répartition des doses sur la tranche 5 de Bugey.

2. ASPECTS JURIDIQUES

En France, l'utilisation des rayonnements ionisants est réglementée par trois textes fondamentaux : le décret n° 66.450 du 20 juin 1966 relatif aux principes généraux de protection contre les rayonnements ionisants, le décret n° 67.228 du 15 mars 1967 relatif à la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants dans les installations autres que les installations nucléaires de base (INB) et le décret n° 75.306 du 28 avril 1975 relatif à la protection des travailleurs intervenant dans les INB, l'INB étant une installation dans laquelle le niveau d'activité des sources radioactives est élevé (cas des centrales nucléaires ou des centres de recherche du CEA). A cet ensemble, il faut ajouter l'arrêté du 23 avril 1968 fixant la mission de la médecine du travail. Actuellement, ces textes sont en cours d'examen pour être mis en harmonie avec la nouvelle édition des normes de base de 1980 (directives européennes).

Une des principales innovations du décret de 1975 réside dans la répartition des obligations entre "l'employeur" et "l'exploitant". Le terme "employeur" définit la société ou la personne au service de laquelle des gens interviennent dans une installation nucléaire par contrat de travail. Le législateur a mis l'accent sur la prévention, particulièrement dans le domaine de la formation et dans l'adaptation au poste de travail. C'est pourquoi il incombe aux employeurs de prendre les mesures concernant la *protection* et la *surveillance individuelle* et d'en être responsables. Les points suivants méritent d'être soulignés :

- *surveillance médicale* : l'employeur doit faire suivre médicalement son personnel par le médecin du travail de l'entreprise ; en particulier, elle prévoit les visites de contrôle semestrielles ainsi qu'un suivi des doses reçues ;
- *formation* : l'employeur doit assurer la formation de son personnel et le préparer au travail sous rayonnements ; il doit l'informer, par une notice appropriée dont la remise donne lieu à émargement, des risques auxquels le travail est susceptible de l'exposer et des précautions à prendre pour les éviter ; cette formation et cette information doivent être adaptées à la nature des travaux à réaliser et aux travailleurs concernés.

Dans le cas des installations EdF, l'exploitant est représenté par le chef d'établissement appelé chef de centrale.

Outre les obligations qui lui incombent en tant qu'employeur à l'égard de ses agents, l'exploitant est responsable des mesures générales *collectives*. L'exploitant doit assurer la coordination des mesures prises par lui et par l'ensemble des employeurs représentés sur le site. Ainsi, le chef de centrale assure une *mission d'organisation* du travail et de prévention des accidents. L'exécution de cette mission s'effectue notamment par la création de la zone contrôlée. A l'intérieur de chaque zone contrôlée, le chef de centrale est tenu de prendre des dispositions pour assurer la protection du personnel affecté contre l'irradiation externe ou la contamination de telle sorte que les équivalents de doses reçues ne puissent dépasser les équivalents de dose maximale admissible (par exemple mise à disposition de tenues vestimentaires, appareils de mesure, matériels de confinement,...).

Il appartient également au chef d'établissement d'élaborer et de faire appliquer les *consignes de protection*. Cette disposition est à combiner avec l'affichage du règlement intérieur. A ce sujet, il faut citer un décret récent, celui du 20 novembre 1977, qui fixe les prescriptions d'hygiène et de sécurité applicables aux travaux exécutés dans un établissement par une entreprise extérieure. Un article précise qu'avant de débiter les travaux, le responsable du chantier reçoit une information sur les conditions d'intervention et visite les lieux où doit s'exercer son activité pour délimiter le secteur d'intervention. Ces dispositions font l'objet d'un procès-verbal signé par les deux parties. On peut aussi citer la création d'une section regroupant un personnel qualifié en sécurité-radioprotection.

La frontière entre la responsabilité de l'employeur et celle du chef d'établissement en matière de radioprotection est parfois délicate à définir. Le paragraphe suivant vise à préciser les actions à caractère national engagées par EdF.

3. RADIOPROTECTION DU PERSONNEL DANS LES CENTRALES NUCLEAIRES

Le parc des REP de 900 MW comporte 29 unités en service et le parc des REP de 1 300 MW 2 unités couplées en juin et août 1984. Mettre en exploitation en un temps bref un grand nombre de tranches nucléaires pose un certain nombre de problèmes ; celui de la sécurité du personnel appelé à exploiter ou entretenir ces unités en est un, tant en ce qui concerne les difficultés techniques qu'en ce qui concerne les problèmes humains. En application stricte de la législation existante, EdF a bâti une doctrine qu'elle demande aux entreprises de partager.

3.1. La définition d'une politique de prévention enrichie par le retour d'expérience

Le terme d'*autoprotection*, où la sécurité est l'affaire de chacun, est souvent utilisé à EdF pour caractériser l'esprit d'ensemble d'une politique de prévention qui a, depuis longtemps, fait les preuves de son efficacité. Le principe essentiel de cette politique consiste, après avoir donné à chaque agent sous une forme adaptée à sa fonction une formation soignée, à faire appel à son sens de la *responsabilité* aussi bien vis-à-vis des risques qu'il peut encourir que ceux que son action pourrait faire subir à ses collègues.

La politique générale est décrite dans le " Guide des entreprises prestataires " à l'usage des chefs d'entreprises afin qu'ils préparent leurs agents à s'insérer dans l'organisation générale de façon à faciliter les formalités d'accueil, réduire les pertes de temps, alléger les problèmes d'encadrement.

Au moment du lancement du programme, la radioprotection ressortait plus du domaine de la science que celui de la technique. Le poids respectif des différents risques étaient peu ou mal connu (débit de dose, niveau de contamination, activité des produits de fission ou de corrosion...). Les appareils de mesure étaient d'un emploi délicat. Enfin, il fallait former un flux important d'agents qui n'avaient aucune base de physique nucléaire. A cela, il faut ajouter une certaine méfiance bien compréhensible devant un risque méconnu et l'action de la contestation anti-nucléaire. C'est dans ces conditions qu'un programme de formation du personnel a été mis au point comprenant un stage de radioprotection 1^{er} palier pour tous les agents, un stage de radioprotection 2^e palier pour tous les chefs de travaux, et un stage de formateur en radioprotection réservé aux agents assurant la formation 1^{er} et 2^e paliers. Chacun des stages fait l'objet d'un dossier pédagogique régulièrement mis à jour de façon à le rendre plus concret.

Ce dispositif de formation a été complété par l'édition de documents écrits ou audiovisuels : deux notices bleues correspondant au niveau 1^{er} et 2^e paliers ; un guide pratique en radioprotection à l'usage des cadres (ce guide permet de répondre sous forme de recommandations aux questions posées par les exploitants en précisant la doctrine définie par la direction du service), et un carnet de prescriptions qui rappelle l'essentiel des éléments généraux dispensés lors de la formation.

En période d'arrêt de tranche, il est fait appel à un personnel extérieur important (en moyenne 500 personnes pour un arrêt normal). Il n'aurait pas été possible au chef de centrale d'assumer correctement sa responsabilité légale de chef d'établissement sans garantir que ce personnel d'entreprise possède une formation convenablement adaptée lui permettant de s'intégrer harmonieusement dans l'organisation mise en place.

En vue de garantir une homogénéité de formation, les entreprises offrant des services de formation et les entreprises assurant la formation de leur personnel se sont vues proposer, sur leur demande, les mêmes supports pédagogiques des stages donnés aux agents EdF. Régulièrement, des rencontres entre responsables EdF et les formateurs de ces entreprises sont organisées pour faire le point des difficultés et bénéficier d'un retour d'expérience.

A l'heure actuelle on peut estimer l'existence d'une trentaine d'organismes de formation ayant formé 20 000 agents d'entreprises bénéficiant d'un niveau comparable à celui des agents des centrales. Ce niveau de connaissances est vérifié afin de délivrer au personnel la carte d'accès en zone contrôlée. Bien entendu, le système a ses limites du fait de la mobilité des intéressés et l'assistance technique de la section "Sécurité-Radioprotection" est mise à l'épreuve pour des chantiers délicats. Afin de faciliter le contrôle de la régularité de la situation de l'agent et de son entreprise par rapport à la réglementation, nous recommandons l'usage du carnet individuel de radioprotection édité par le GIIN (Groupement intersyndical de l'industrie nucléaire). Les premières pages de ce carnet concernent l'identité de l'agent, la formation reçue, son suivi médical.

La recherche de simplicité et d'homogénéité du contenu de la formation a été considérablement facilitée par un effort de standardisation des procédures et des matériels utilisés dans les différentes centrales. Il faut citer :

- l'utilisation généralisée à toutes les centrales du dosimètre électronique doté d'un clignotement lumineux dont la fréquence est proportionnelle au débit de dose ;
- la création d'un appareil portable de chantier destiné au contrôle de la contamination atmosphérique en aérosols β en présence d'un bruit de fond γ dont la mise en place et l'interprétation des résultats sont simplifiées afin de faciliter la tâche du chef de travaux.

Dans le domaine de la conception, profitant de l'identité des tranches et de leurs méthodes d'exploitation il faut citer l'aménagement des contrôles d'accès et de sortie de zone contrôlée, particulièrement le passage rendu obligatoire par des portiques de contrôle d'absence de contamination et l'utilisation d'un système de recueil automatique de doses d'intervention. En effet, pour progresser dans la réduction des doses, il ne suffit pas de bien connaître les conditions d'intervention, il faut pouvoir assurer, en retour d'expérience, une analyse critique des résultats de façon à repérer les interventions coûteuses en dose.

En sortant de la zone contrôlée, l'agent frappe sur le lecteur de sortie le code représentatif du chantier sur lequel il vient de travailler.

3.2. Dosimétrie des agents d'entreprises

Les problèmes de dosimétrie et de contrôle de la contamination interne appartiennent, en principe, à l'employeur. Cependant, pour faciliter les relations EdF-entreprises et éviter toute ambiguïté, les dispositions suivantes ont été prises :

- l'agent d'entreprise doit se présenter muni de son film dosimètre fourni par le Service central de protection contre les rayonnements ionisants (SCPRI) dépendant du Ministère de la Santé. Par contre, la centrale fournit systématiquement le dosimètre à lecture directe et met à disposition de l'entreprise les résultats de la dosimétrie journalière ;
- les agents d'entreprises passent systématiquement un contrôle anthropométrique à leur arrivée sur le site et à leur départ. Le but de ce contrôle est essentiellement de pouvoir apporter la preuve qu'il n'y a pas eu de contamination interne significative lors de l'intervention, et non d'assurer un suivi de ces agents. Toute anomalie décelée à l'occasion de ce contrôle est communiquée au médecin du travail de l'entreprise par le médecin du travail de la centrale.

CONCLUSIONS

Les premiers résultats présentent un caractère encourageant mais la radioprotection est un domaine dans lequel il faut sans cesse persévérer.

La dose requise pour certains chantiers, par exemple celui des générateurs de vapeur, apparaît importante et risque, dans l'avenir, de poser des problèmes aux entreprises par l'utilisation d'un personnel à une tâche spécialisée et répétitive. Cependant, des progrès dus à de nouveaux outillages peuvent encore être attendus dans ce domaine. La lecture des comptes rendus des Comités spéciaux d'hygiène et de sécurité (CSHS) regroupant les exploitants EdF et les représentants des entreprises extérieures (responsables des entreprises ou représentants du personnel) apporte des éléments de réflexion.

Du point de vue élémentaire mais fondamental du respect des normes individuelles, on signale peu ou pas de dépassements de limite de dose ou de contamination interne significative (1 cas à la centrale de Tricastin). Cependant, si aucun accident grave n'est à déplorer pour cause d'irradiation ou de contamination, dans le domaine de la sécurité classique les faits sont alarmants. Trop d'accidents sont survenus les années passées : beaucoup de blessures aux yeux et aux mains par l'absence du port des protections individuelles, et surtout pour l'année écoulée, 4 accidents mortels dont un d'origine électrique, un par chute lors d'une opération de décoffrage, un par écrasement par un tracteur et le dernier par suite de l'explosion d'une chaudière auxiliaire.

C'est pourquoi le département Sécurité-Radioprotection du Service de la production thermique va lancer dans le domaine de la sécurité plusieurs actions :

1. Création de documents pédagogiques dont l'esprit et la forme rappellent ceux de la radioprotection

2. Modification progressive du stage de formateur en radioprotection en intégrant la partie consacrée à la sécurité classique
3. Meilleure définition du rôle de chef de travaux, de chef de consignation et de surveillant de travaux. Comme pour la radioprotection, ces documents seront fournis aux entreprises de formation du personnel extérieur.

Une excellente formation favorise la *motivation* du personnel. La formation et la qualification du personnel d'intervention jouent un rôle fondamental : qualité-fiabilité ; sécurité-radioprotection. L'expérience montre que l'amélioration de l'un des facteurs entraîne presque automatiquement un progrès sur les autres.