

Les inspections en Iraq: enlèvement des derniers stocks de combustible irradié

Une opération sans précédent: tous les stocks déclarés de matières pouvant servir à fabriquer des armes nucléaires sont enlevés d'Iraq

par **Fernando Lopez Lizana, Robert Ouvrard et Ferenc Takáts**

Lorsque le dernier chargement d'uranium fortement enrichi contenu dans du combustible épuisé a quitté l'aéroport de Habbaniya, en Iraq, en février 1994, une étape était franchie dans les activités de surveillance et de vérification concernant l'ancien programme nucléaire de l'Iraq; et cela près de trois ans après l'adoption par le Conseil de sécurité de l'ONU, le 12 avril 1991, de sa résolution 687 qui demandait notamment à l'Iraq de placer toutes ses matières utilisables pour fabriquer des armes nucléaires sous le contrôle exclusif de l'Agence internationale de l'énergie atomique, assistée par la Commission spéciale des Nations Unies, en vue de leur enlèvement.

L'enlèvement du combustible épuisé — effectué en deux expéditions, l'une le 4 décembre 1993 et l'autre le 12 février 1994 — épuisait les stocks déclarés de matières utilisables pour fabriquer des armes nucléaires. Il a fallu résoudre de sérieux problèmes techniques pour emporter ce combustible dont une partie était enfouie sous les décombres d'un réacteur de recherche détruit pendant la guerre de 1991.

Cette opération fait partie d'une série d'activités entreprises par l'AIEA au cours des trois dernières années en vertu des résolutions du Conseil de sécurité. A l'issue des premières inspections de l'Agence en Iraq, en 1991, les équipes d'inspecteurs ont enlevé des grammes de plutonium découvert, que l'Iraq avait séparé, et elles ont surveillé l'enlèvement de matières nucléaires, dont du combustible neuf, qui faisaient partie du stock déclaré par l'Iraq au titre

des garanties. Les stocks déclarés de matières utilisables pour fabriquer des armes nucléaires sont maintenant hors d'Iraq, mais l'AIEA poursuit ses activités dans le pays, notamment pour mettre en œuvre un plan de surveillance et de vérification à long terme des activités nucléaires de l'Iraq.

Nous décrivons ici les opérations d'enlèvement du combustible épuisé et plus spécialement les difficultés techniques que l'on a rencontrées, ainsi que les questions de sûreté et de radioprotection qui se sont posées.

Préparation de l'opération

L'AIEA a prié instamment plusieurs gouvernements de l'aider en acceptant sous contrat d'enlever, de transporter et de stocker tous les assemblages combustibles irradiés existant auprès des réacteurs de recherche de l'Iraq. En juin 1993, un contrat a été conclu entre l'AIEA et le Comité des relations internationales, au nom du Ministère russe de l'énergie atomique, pour l'enlèvement, le transport et le retraitement d'assemblages combustibles irradiés et pour le stockage permanent en Russie des déchets résultant de ce retraitement.

Le Ministère coiffait toute l'opération confiée par ailleurs à deux sous-traitants principaux, la Nuclear Assurance Corporation (NAC) des Etats-Unis pour la manutention, le nettoyage et l'emballage du combustible irradié, et la Compagnie de transport aérien russe Touch and Go Ltd. pour le transport par avion des conteneurs entre l'Iraq et la Russie. Les négociations technique et financière du contrat avec le Ministère (signé le 21 juin 1993) ont pris plusieurs mois. Il a également fallu envoyer diverses missions en Iraq pour s'assurer de l'aide nécessaire de ce pays et surveiller l'avancement des préparatifs sur les

M. Lopez Lizana est membre de la Division de la sûreté nucléaire, à l'AIEA, et M. Ouvrard est chef par intérim de la Section des services de sûreté radiologique. M. Takáts est membre de la Division du cycle du combustible nucléaire et de la gestion des déchets, également à l'AIEA.

Assemblages combustibles épuisés enlevés d'Iraq

Type	Quantité
IRT-2M — type tubulaire (enrichissement à 80%)	96
EK-10, EK-36, EK-NU (10%, 36%, naturel)	74
Tamuz II MTR (enrichissement à 93%)	32
Tamuz II, assemblages témoins (enrichissement à 93%)	6
Total	208

sites. Sur le plan technique, la tâche comportait les séquences d'opérations suivantes:

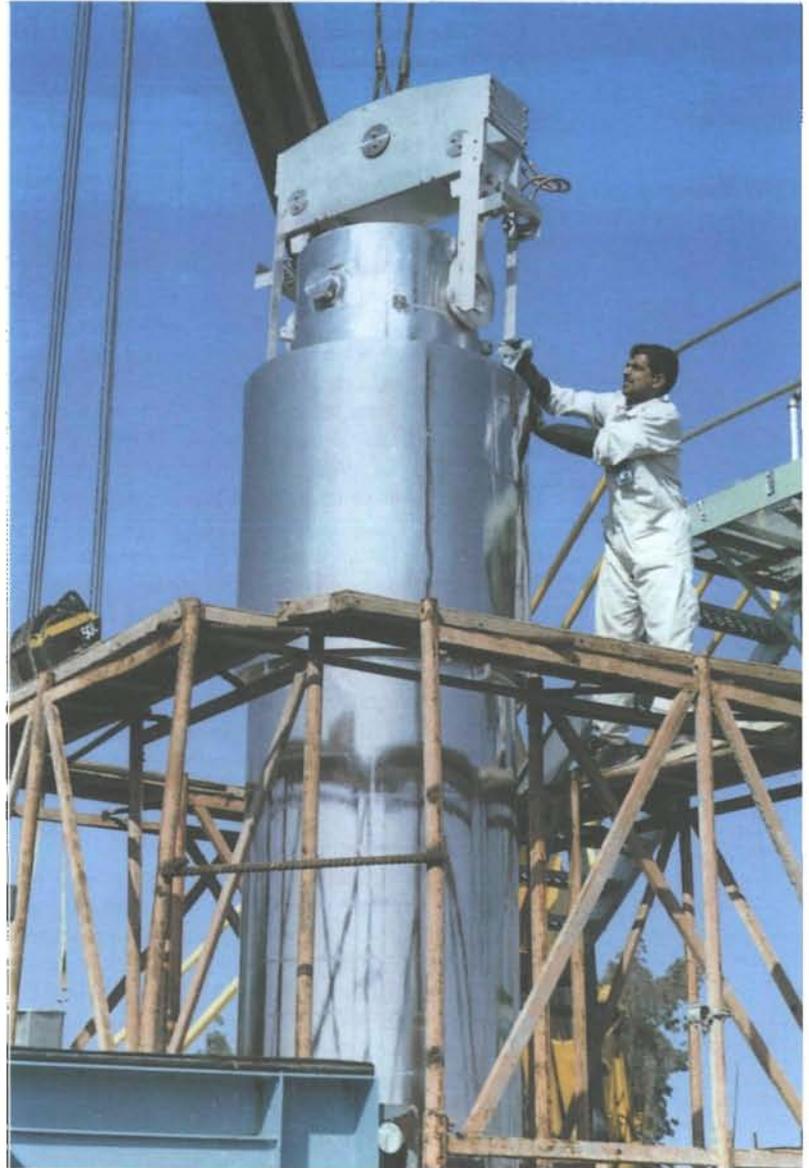
- obtenir l'accès au combustible,
- nettoyer le combustible et en éliminer la contamination radioactive superficielle éventuelle,
- vérification de chaque assemblage (type et numéro),
- chargement dans des châteaux de transport,
- transport des châteaux par la route jusqu'à l'aéroport,
- transport des châteaux par avion de Bagdad à Iekaterinbourg, en Fédération de Russie,
- transport des châteaux par la route de Iekaterinbourg à l'usine de retraitement de Chelyabinsk.

Les préparatifs ont consisté à:

- fabriquer certains matériels (par exemple pour nettoyer le combustible et épurer l'eau de stockage);
- fabriquer ou se procurer le matériel et les pièces détachées jugés indispensables pour le travail mais impossibles à trouver sur place (support des châteaux, pneus de rechange pour camions, pièces de rechange pour grues, etc.);
- faire agréer le château de transport par le service russe de réglementation;
- faire préparer par le personnel de l'AIEA le matériel de radioprotection et le système d'enregistrement des doses.

Les préparatifs se sont achevés pendant l'été 1993. Les opérations proprement dites ont commencé le 6 octobre 1993 et le dernier chargement de combustible irradié a quitté l'Iraq le 12 février 1994. Pendant toute cette période, les fonctionnaires de l'AIEA se sont relayés pour surveiller les travaux contractuels et s'assurer la collaboration des autorités iraqiennes.

Les homologues iraqiens ont beaucoup travaillé. Ils ont notamment déblayé et nettoyé les sites, amené des grues, des camions et autres matériels, construit un conteneur de transport, des plates-formes en béton et deux bassins de nettoyage. Ils ont également fourni la main-d'œuvre et le personnel de radioprotection, aménagé des bureaux sur les sites et assumé toutes les activités d'appui nécessaires aux opérations.



Emplacements des assemblages combustibles épuisés

Ces assemblages provenaient de deux réacteurs de recherche du Centre d'études nucléaires de Tuwaitha. Ils étaient stockés à deux endroits différents, l'un à Tuwaitha et l'autre à Garf al Naddaf, secteur agricole non loin de Tuwaitha. En tout, il y avait plus de 200 assemblages à enlever (voir le tableau).

Le réacteur de recherche IRT-5000. Ce réacteur-piscine refroidi à l'eau du Centre d'études nucléaires de Tuwaitha avait à l'origine une puissance de 2 mégawatts thermiques (MWth) qui a été portée à 5 MWth en 1978. Il y avait du combustible dans la piscine du réacteur et dans un bassin de stockage auxiliaire. Le réacteur ainsi que d'autres installations nucléaires de Tuwaitha ont été détruits par des

Préparation d'un château de transport de combustible épuisé avant son expédition.

(Photo: Commission iraqienne de l'énergie atomique)

bombardements aériens dès les premiers jours de la guerre de 1991. Heureusement, les bassins n'ont pas été directement touchés et les assemblages combustibles n'ont pas été endommagés. Néanmoins, la piscine du réacteur était enfouie sous les débris de structures effondrées. Il a fallu beaucoup déblayer pour accéder à cette piscine avant d'entreprendre la récupération des 76 assemblages combustibles qui s'y trouvaient.

Emplacement B. Pendant les premiers jours de la guerre, les Iraquiens ont enlevé de Tuwaitha un certain nombre d'assemblages combustibles, pour les mettre à l'abri des bombes dans un endroit situé à cinq kilomètres environ au nord du Centre d'études nucléaires, dans le district de Garf al Naddaf, dénommé l'«emplacement B» par l'AIEA. C'était loin d'être un dépôt idéal pour du combustible nucléaire — à peine un demi-hectare de terre nue, sans eau et sans électricité. Il n'y a pas de route à cet endroit et le sol argileux devient impraticable après une forte pluie.

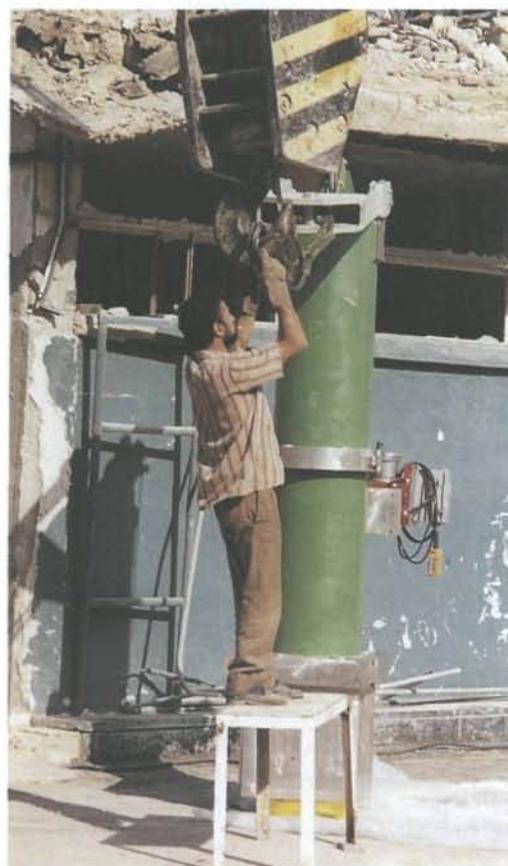
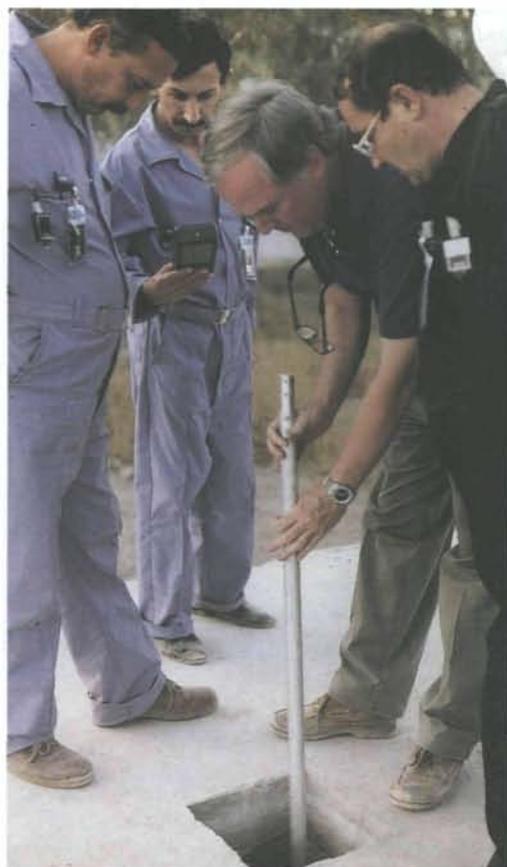
Seize cuves en béton y ont été aménagées et remplies d'eau. Les râteliers en aluminium soutenant le combustible irradié ont été placés dans des fûts en acier au carbone introduits ensuite deux par deux dans les cuves (dont le bord était en fait à ras du sol), lesquelles avaient été recouvertes d'une dalle de béton armé munie d'un trou en son centre pour pouvoir rajouter de l'eau, le trou étant lui-même obturé par une petite plaque de béton.

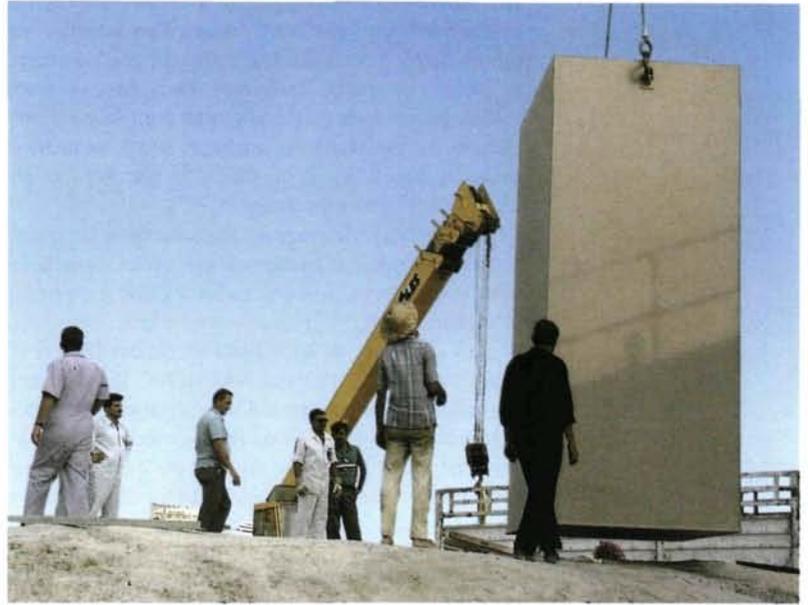
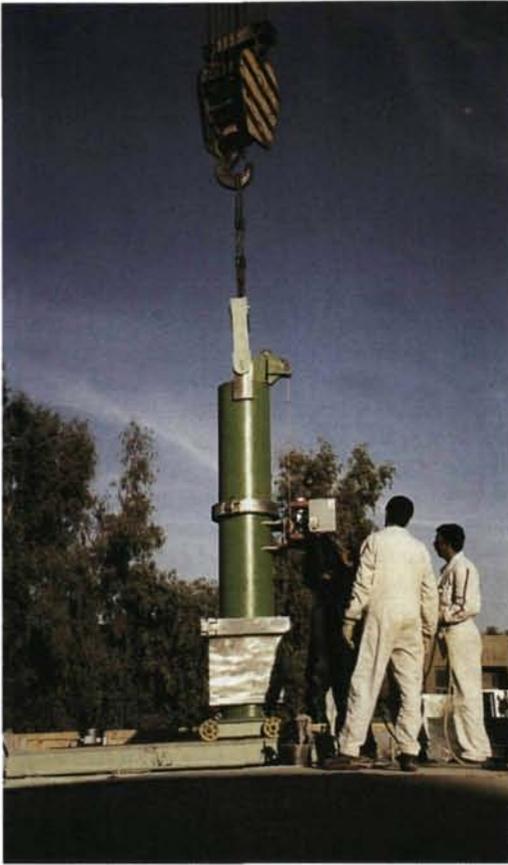
A la fin de janvier 1992, des inondations ont obligé à modifier les conditions de stockage, par crainte de fuites et de contamination des eaux souterraines; 14 nouvelles cuves de béton ont été construites pour remplacer les 16 du début. Les fûts en acier au carbone ont été eux aussi remplacés par des fûts en acier étamé. Ces nouvelles cuves n'étaient que partiellement enfouies, de façon à en laisser un mètre au-dessus de la surface afin d'éviter la pénétration de l'eau du sol. De ce site, il a fallu enlever 132 assemblages combustibles de types différents.

Les moyens

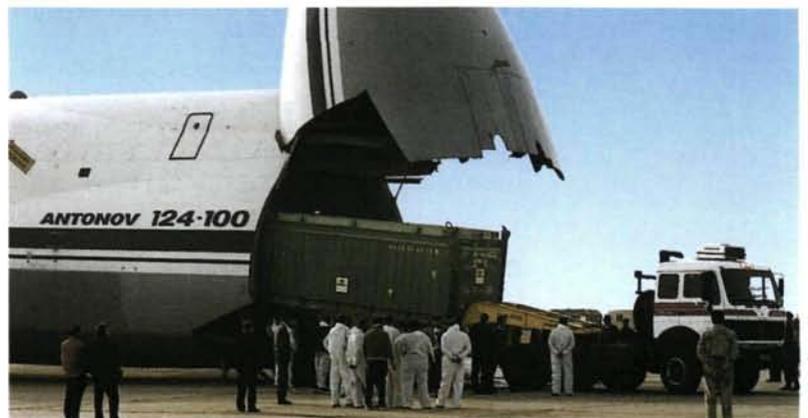
Les stations de nettoyage. Il a fallu débarrasser les assemblages combustibles des débris de toutes sortes — cailloux, sable et autres matières — avant de les introduire dans le château de transport. Sur chacun des deux sites, on a aménagé une fosse d'environ quatre mètres de profondeur pour opérer en toute sécurité. Les parois de béton portaient un revêtement d'acier pour assurer l'étanchéité. Chaque fosse était équipée d'un engin de manœuvre dans lequel les assemblages combustibles étaient introduits un par un et la tête en bas pour que le plus gros des débris se détache, puis on les lavait au jet. Un système de filtration de l'eau était prévu.

Le conteneur de transfert. Pour transférer les assemblages combustibles depuis l'endroit où ils étaient stockés jusqu'aux stations de nettoyage, puis





Quelques vues des opérations: L'AIEA a organisé et surveillé l'enlèvement de tous les stocks déclarés de matières utilisables pour fabriquer des armes nucléaires et présentes au Centre d'études nucléaires de Tuwaitha, en Iraq, et dans un dépôt voisin. En tout, 208 assemblages combustibles épuisés contenant de l'uranium fortement enrichi ont été récupérés, nettoyés, chargés dans des châteaux de transport de 23 tonnes, mis sous scellés et emmenés par avion hors d'Iraq. Nous pourrions voir ici quelques aspects de cette tâche complexe et techniquement ardue à laquelle ont participé 170 travailleurs, dont du personnel iraquien, des experts de l'AIEA, et des techniciens américains et russes. (Photos: R. Ouvrard, AIEA; Commission iraquienne de l'énergie atomique)



aux châteaux de transport, on a utilisé un type de conteneur fourni par NAC, muni d'un bouclier en plomb de 13,2 centimètres d'épaisseur et d'un clapet de fond. Sa partie inférieure était conçue pour s'adapter soit à un guide en plomb pour le positionnement sur un bassin de stockage, soit à un chariot quand il était utilisé à la station de nettoyage et au niveau du château de transport.

Divers types de grappins pneumatiques servaient à manipuler les assemblages qui étaient soit tirés dans le conteneur, soit descendus à l'aide d'un treuil électrique.

Les châteaux de transport. Ils étaient conçus et fournis par NAC. Du type NAC-LWT, ils servaient normalement au transport d'un assemblage de réacteur à eau sous pression ou de deux assemblages de réacteur à eau bouillante. Ils ont été modifiés pour recevoir les assemblages combustibles des réacteurs de recherche irakiens (24 assemblages Tamuz II et 28 assemblages IRT-5000). A l'intérieur du château, les assemblages combustibles ont été placés dans deux paniers d'acier inoxydable superposés.

Ces châteaux de transport sont conformes aux spécifications du *Règlement de transport des matières radioactives* de l'AIEA (Collection Sécurité n° 6, édition de 1985 amendée en 1990). Comme la Commission de réglementation nucléaire des Etats-Unis n'a pas encore adopté les spécifications actuelles de l'AIEA, il a fallu demander au service russe de réglementation l'autorisation d'utiliser les châteaux NAC. Ces châteaux sont en acier inoxydable (poids total: environ 23 tonnes). L'écran gamma qui entoure les assemblages combustibles se présente comme suit:

- parois latérales: 1,9 centimètre de plomb, 16,6 centimètres d'acier, 3,0 centimètres de plomb. La solution de tétra-borate de potassium servant d'écran antineutrons a été soutirée pour cette opération;
- fond: 10,16 centimètres d'acier, 7,62 centimètres de plomb, 8,89 centimètres d'acier;
- couvercle: 28,57 centimètres d'acier.

Les assemblages combustibles ont été introduits par le haut, le château étant maintenu en position verticale dans son support. Vu la charge utile de l'avion, il a fallu quatre châteaux de transport pour cette opération et faire deux voyages pour emporter tout le combustible.

Selon le Règlement de transport de l'AIEA, les limites de débit de doses ci-après devaient être respectées: 2 millisieverts à l'heure (mSv/h) à la surface du conteneur; 0,1 mSv/h à 2 mètres du véhicule de transport; 0,02 mSv/h pour le personnel.

Déroulement des opérations

A peu de choses près, les opérations ont été menées de la même façon sur les deux sites, à savoir:

Chaque assemblage a été transféré séparément de son lieu de stockage à la station de nettoyage.

L'assemblage est d'abord saisi par un grappin fixé à un câble, et déposé dans le conteneur de transfert. Le clapet de fond est fermé et le conteneur est alors emmené jusqu'à la station de nettoyage et déposé sur un support spécial directement au-dessus de la fosse. Le clapet est ouvert et l'on descend l'assemblage combustible dans la fosse. Lorsqu'il y est correctement positionné, le grappin télécommandé le libère et revient dans le conteneur. Le clapet est refermé et le conteneur est enlevé.

Chaque assemblage est d'abord nettoyé au jet pour enlever les débris et autres saletés qui se sont logés à l'intérieur. Pour cette opération, on prenait soin de le retourner pour que le jet puisse pénétrer par sa partie inférieure. L'assemblage est ensuite remis dans sa position initiale et inspecté visuellement. S'il le faut, l'opération est répétée.

Une fois propre, l'assemblage est placé à nouveau dans son conteneur de transfert qui est alors fermé et emmené jusqu'au point d'embarquement où il est déposé sur son support juste au-dessus du château de transport. Le conteneur est alors ouvert de nouveau et l'assemblage est descendu dans le conteneur de transport. Lorsqu'il y est bien en place, le grappin télécommandé est désengagé et ramené dans le conteneur de transfert que l'on referme pour l'enlever. Ces opérations doivent se répéter jusqu'à ce que le château de transport soit rempli (de fait, les assemblages propres sont temporairement entreposés à la station de nettoyage pour assurer la continuité du travail). Le château de transport est alors décontaminé jusqu'au niveau requis pour le transport.

Il est ensuite positionné horizontalement, équipé de ses amortisseurs et introduit dans le conteneur ISO. Un dernier contrôle radiologique est effectué pour s'assurer que les prescriptions de l'AIEA sont respectées et les scellés des garanties apposés.

Quatre châteaux de transport ont ainsi été préparés au cours de chacune des deux campagnes, puis transportés sous escorte à l'aéroport de Habbaniya où ils ont été chargés sur un Antonov-124, à destination de la Russie.

Questions de sûreté

Etant donné les circonstances, les conditions qui régnaient sur les deux sites avant le début de ces opérations ne pouvaient être considérées comme normales du point de vue de la sûreté.

Sur le site du réacteur IRT, ce n'était que décombres, et le peu qui restait debout menaçait de s'écrouler. La radioactivité était faible, néanmoins.

La situation était tout autre à l'emplacement B. Bien que le niveau général de rayonnement fût bas — de 10 à 30 microsievverts à l'heure (ce qui correspond aux niveaux normaux dans les zones contrôlées), les débits de doses étaient beaucoup plus élevés au-dessus de chaque bassin de stockage, là où le personnel devait travailler. Les débits de doses dépendaient en outre fortement de la hauteur d'eau

au-dessus des assemblages de combustible (jusqu'à 10 mSv/h ont été relevés au cours d'inspections préliminaires). Or, pour procéder au nettoyage manuel préliminaire des assemblages, il fallait enlever les petites plaques de protection en béton, ce qui aurait exposé les travailleurs (ne serait-ce que peu de temps) à des niveaux de rayonnements inacceptables qui dans certains cas pouvaient atteindre 1 Sv/h (100 rem/h).

Il a donc fallu faire un gros travail de préparation avant de pouvoir procéder à l'enlèvement des assemblages, notamment amener l'eau et l'électricité jusqu'au site, mettre en place des bureaux et autres installations, et affermir le sol pour les engins lourds de manutention.

Mesures de radioprotection

Pour la radioprotection, il importait d'abord de prévoir des protections complémentaires en béton adaptées aux bassins de stockage. On a donc fabriqué des enceintes en béton — de 5 mètres sur 5, 80 centimètres d'épaisseur et 60 à 77,5 centimètres de hauteur — conçues de telle façon qu'on pouvait les superposer deux par deux et encadrer complètement chaque bassin.

Il fallait aussi prévoir deux grandes dalles de béton comportant chacune un trou de dimensions appropriées, soit pour permettre le nettoyage manuel des assemblages, soit pour y adapter le guide en plomb sur lequel devait se poser le conteneur de transfert. Ces écrans complémentaires ont suffi à réduire la radioexposition à un niveau acceptable, soit moins de 0,2 mSv/h (20 millirem/h) aux postes de travail, et moins de 0,02 mSv/h (2 millirem/h) à l'extérieur des bassins.

Les protections étaient installées autour de deux bassins à la fois, afin d'optimiser l'utilisation des grues. Avant de commencer l'enlèvement du combustible irradié, on procédait toujours à un contrôle radiologique et on ajoutait éventuellement de l'eau dans les bassins. En outre, on prélevait des échantillons d'eau de ces bassins pour le cas où elle serait contaminée par des produits de fission, afin de détecter à temps tout défaut d'intégrité des gaines du combustible. L'analyse spectrométrique gamma était faite par l'équipe iraquienne de radioprotection.

Pour son contrôle radiologique individuel, chaque travailleur portait:

- un dosimètre thermoluminescent qui lui était remis au début (octobre et janvier) et relevé à la fin (décembre et février) de chacune des deux campagnes;
- un dosimètre individuel électronique lu à la fin de chaque journée de travail.

En outre, les doses étaient enregistrées chaque jour sur ordinateur, selon un programme spécialement préparé à cet effet.

Les opérations d'enlèvement se sont faites en deux campagnes, du 6 octobre au 12 décembre 1993

et du 6 janvier au 12 février 1994, pendant lesquelles l'activité régna sur les deux sites.

Au total, 170 personnes ont participé à cette tâche. La dose collective s'est élevée à 0,11 Sv-homme et la dose individuelle moyenne à 0,66 mSv. La dose individuelle maximale a atteint 8,5 mSv, soit environ 17% de la dose limite annuelle.

Coopération

Le transport par avion du combustible irradié, opération sans précédent, s'est fait dans les délais et sans grande difficulté. Les expositions individuelles ont été maintenues à un niveau raisonnable, bien inférieur à celui auquel on aurait pu s'attendre dans des conditions aussi difficiles. Cela témoigne de la coopération qui a présidé aux travaux préparatoires et de la haute compétence des participants à l'opération.

Le combustible a été transporté dans un Antonov-124 directement d'Iraq jusqu'à Iekaterinbourg, en Russie. De là, il a été transféré à une usine de retraitement de Chelyabinsk. Après dilution pour abaisser le taux d'enrichissement, les matières nucléaires résiduelles pourront être mises en vente sous la surveillance de l'AIEA aux fins d'activités nucléaires pacifiques.