

Décontamination et démantèlement des structures radioactives en béton

par P. O'Sullivan, J.G. Nokhamzon et E. Cantrel*

Le traitement et le stockage du béton contaminé constituent une préoccupation majeure pour la quasi-totalité des projets de déclassement du fait des grandes quantités de matériaux concernées. Le choix et l'application de différentes techniques de démantèlement et de décontamination peuvent fortement influencer le volume total de matériaux contaminés à traiter. Par exemple, si un bâtiment contaminé est entièrement détruit, tous les gravats seront considérés comme contaminés et devront être manipulés selon une procédure particulière. Mais l'utilisation d'une technique d'élimination de surface pour isoler le béton contaminé permet de réduire de manière significative le volume de matériaux à stocker comme matériau radioactif, même si des précautions seront nécessaires en cas de contamination profonde le long de fissures ou de pénétration de tuyauteries.

La tendance croissante à un démantèlement immédiat plutôt que différé pour quelques décennies de décroissance avant un démantèlement final fait que de fortes augmentations du volume de béton à traiter sont à attendre dans un futur proche. C'est le résultat de la technologie moderne, des processus de travail plus efficaces et de l'accent mis sur la sûreté qui ont annulé les avantages d'une longue décroissance radioactive. Les avancées des techniques de démantèlement (y compris de démantèlement à distance), le recyclage/réutilisation, les coûts de stockage des déchets en augmentation et les processus de planification plus efficaces ont rendu cette approche plus compétitive et généralement mieux appréciée des communautés locales.

Techniques de décontamination

Récemment, différentes techniques de décontamination ont été utilisées pour réduire de manière significative le volume de matériaux contaminés à stocker en éliminant la contamination de surface sur des couches de différentes profondeurs. Les techniques suivantes sont utilisées si les projets d'utilisation future du sol envisagent de le réutiliser, et si la démolition de la structure (par exemple un laboratoire à l'intérieur d'un bâtiment) ou la réduction du volume de déchets s'avèrent difficiles.

- Les techniques de brossage : ce procédé implique l'abrasion physique des surfaces traitées et non traitées, c'est-à-dire l'élimination successive des différentes couches de la surface contaminée jusqu'à une profondeur à laquelle le matériau n'est plus contaminé.

- Les techniques de projection d'abrasifs : ces techniques sont généralement utilisées dans les industries classiques pour nettoyer les équipements ou les surfaces de tout corps étranger comme la graisse, l'oxydation ou la peinture, et/ou pour préparer les surfaces avant d'appliquer un revêtement. Selon l'objectif global et la nature du matériau de la surface (acier ou béton par exemple), le procédé utilise différents agents abrasifs comme des billes en plastique, verre ou acier, ou des particules du type grenat, soude ou oxyde d'aluminium. Ces procédés peuvent générer des volumes importants de déchets secondaires comparés aux techniques de brossage. Il faudra également toujours résoudre la question du recyclage des abrasifs.
- Les techniques par jet de liquide haute pression : ces techniques incluent le jet d'eau haute pression et le jet d'azote liquide. Le jet d'eau haute pression s'est montré très efficace pour nettoyer des surfaces en béton et éliminer les couches de béton corrodé, permettant de retirer des couches de béton sur plusieurs centimètres en une seule opération. Le problème principal est la contamination de l'eau qui en résulte car elle peut entraîner une contamination croisée en profondeur, notamment au niveau des fissures et des joints.
- L'ablation par laser : l'ablation par laser (à faible puissance) consiste à chauffer rapidement la surface entraînant la dilatation puis le décollement de la couche superficielle. L'onde de choc locale qui en résulte est suffisante pour éliminer la peinture ou le revêtement de la surface. Cette technologie est actuellement en phase de démonstration. Elle diffère des systèmes haute énergie cités précédemment car la couche contaminée est retirée et non brûlée.

* Au moment de la rédaction de cet article, M. Patrick O'Sullivan (patrick.osullivan@oecd.org) travaillait à la Division de la protection radiologique et de la gestion des déchets radioactifs de l'AEN. M. Jean-Guy Nokhamzon (jean-guy.nokhamzon@cea.fr) travaille au Commissariat à l'énergie atomique (CEA) et préside le Programme de coopération sur le déclassement (CPD) de l'AEN. M. Éric Cantrel (ecantrel@sckcen.be) travaille au Centre d'étude de l'énergie nucléaire belge (SCK•CEN) et préside le Groupe de travail du CPD sur la décontamination et le démantèlement des structures radioactives en béton.

Techniques de démantèlement et de démolition

Les techniques de démantèlement et de démolition interviennent lorsque de grandes quantités ou des couches profondes de béton activé ou contaminé doivent être éliminées. Selon l'implantation de la centrale, il existe de très nombreuses techniques reconnues, très fiables et généralement économiques. Elles peuvent être utilisées pour créer des ouvertures et des accès à des salles comme les cellules chaudes par exemple, ou pour élargir des accès déjà existants et permettre l'acheminement des machines vers le lieu de travail ou l'évacuation des composants de grande dimension, et ce dès un stade avancé du projet de démantèlement. Ces techniques sont :

- Le sciage au câble diamanté : cette technique permet de percer des ouvertures dans les murs et de séparer de grandes structures de béton. Les surfaces sciées sont très régulières. Contrairement à la plupart des autres techniques de découpe, la dimension et l'épaisseur de la masse à découper sont peu limitées. Bien que les techniques de sciage au câble diamanté utilisent normalement un système de refroidissement à l'eau, elles peuvent aussi s'utiliser à sec. Les émissions de poussières peuvent être diminuées grâce à un système de collecte hermétique placé à l'extrémité du câble.
- Le sciage circulaire : cette technique doit être envisagée en priorité pour les découpes très précises. Mais des dispositifs de guidage appropriés doivent être ajoutés à la structure pour contrôler les efforts de coupe et éviter de bloquer la lame, ce qui réduit l'intérêt porté à cette technique par rapport au sciage au câble. La profondeur maximale de coupe est d'environ un mètre.
- Brise-roche hydraulique : lorsque des structures imposantes doivent être enlevées, le brise-roche hydraulique est une technique économique (investissement faible, mise en œuvre simple et flexible) mais qui nécessite des précautions par-

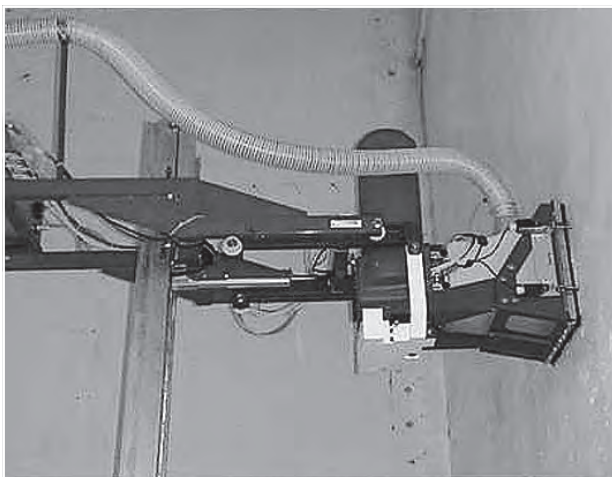
ticulières en matière de sécurité (stabilité de la structure, dégagement d'énergie due aux vibrations, chutes d'enrochements, niveaux de bruits élevés). Elle est souvent utilisée dans le domaine de la protection biologique pour évacuer des matériaux activés.

- Le perçage et le décollement : cette technique consiste à percer des trous de 25-40 mm de diamètre et de 75 mm de profondeur environ, à l'intérieur desquels un outil de décollement hydraulique sera introduit à l'aide d'un tube expansible. Un mandrin conique est alors inséré dans le trou pour répartir les « pattes » et décoller le béton. D'autres options consistent à utiliser des pistons à poussée latérale plutôt que des mandrins ou du mortier expansible. Cette technique est recommandée dans des zones difficiles d'accès pour séparer les blocs de taille moyenne ou préparer la surface pour d'autres traitements à venir. Mis à part le procédé de perçage, le décollement est une technique silencieuse, sûre et propre.
- La découpe au jet d'eau haute pression : la technologie de jet d'eau abrasif utilise un outil multifonction qui peut être utilisé dans la plupart des activités de découpe, perçage et élimination. Les avantages sont principalement liés à l'absence d'outil mécanique qui peut subir des interférences comme les vibrations, les contraintes thermiques, les grippages, l'abrasion de l'outil ou l'état et la forme du matériau à découper. Bien que cette technique ait fonctionné avec succès lors du démantèlement sous eau de cuves de réacteur et qu'elle soit considérée comme un outil adapté à cette situation, elle comporte des inconvénients, comme une éventuelle contamination croisée par l'eau contaminée et un volume important de déchets secondaires. La découpe au jet d'eau haute pression devrait être envisagée dans des cas particuliers ou si un processus efficace de gestion de l'eau et de l'abrasif est mis en place.

Conclusions

Les travaux de démantèlement et de démolition doivent être planifiés et entrepris en tenant compte de la précision nécessaire à la caractérisation des débris qui en résultent et qui peuvent être évacués sans contrainte, soumis à d'autres traitements ou stockés. En général, la technique de démantèlement ou de décontamination pour une application spécifique est choisie au cas par cas, en fonction des avantages et des inconvénients de chaque technique possible. Une combinaison de différentes techniques est souvent nécessaire en raison de la diversité des situations rencontrées lors du déclassement d'une installation.

Les aspects importants à prendre en compte lors du choix des techniques de décontamination et de démantèlement des structures en béton sont les déchets secondaires générés, l'enceinte de contamination, les questions de sûreté ainsi que le rendement et la fiabilité de ces techniques. Le recours à



Ablation par laser sur porteur sous vide.



Décollement du béton.

une technique particulière est souvent étroitement liée à l'utilisation potentielle de systèmes de guidage adaptés pour garantir les niveaux escomptés de précision et de rendement. Il faut toujours éviter de provoquer des dommages inacceptables de la structure, notamment pour des raisons de stabilité du bâtiment.

L'expérience tirée des travaux de déclassement réalisés au cours des dix dernières années a souligné les questions et problèmes suivants liés au choix des techniques de décontamination et de démantèlement :

- L'automatisation du processus est une considération majeure dans le choix des techniques de broyage. Les outils nécessaires sont pour la plupart extrêmement lourds, ce qui limite leurs dimensions et par conséquent leur performance. Dans le cas particulier des réacteurs, les salles à décontaminer sont de dimensions et de géométries très variables, ce qui implique que différents dispositifs de manutention (automatisés) doivent être envisagés pour mettre en œuvre une technique de décontamination donnée dans différentes parties de l'installation. C'est pour ces raisons que l'on préfère souvent des techniques de traitement manuel car elles se sont montrées plus efficaces en termes de rendement global, même s'il faut noter que le broyage manuel est particulièrement ardu pour les techniciens et qu'il implique donc plusieurs équipes et des pauses régulières.
- Au cours des dernières années, des alternatives aux techniques mécaniques ardues et à faible rendement (brise-roche hydraulique, broyage) ont été activement étudiées (micro-ondes, chauff-

fage de l'armature, explosifs), mais peu se sont montrées compatibles avec les contraintes du démantèlement (notamment les exigences de sûreté nucléaire et industrielle, la minimisation du volume de déchets, les contraintes économiques). Cependant, des essais récents au laser (faible puissance) et au jet d'azote liquide ont montré que ces deux techniques sont à présent suffisamment au point pour être mises en œuvre dans des projets de déclassement.

- Des techniques de découpe actuellement utilisées, comme le sciage au câble diamanté ou le perçage, sont sans cesse améliorées pour répondre aux besoins spécifiques du démantèlement comme les efforts communs récents des fabricants d'outils diamantés et les industries de déclassement qui ont conduit à différentes applications de sciage à sec de béton armé.
- Les techniques de projection d'abrasifs (notamment la projection de grenat) se sont montrées très polyvalentes à la fois pour la décontamination sur site et les composants démantelés, comme les blocs de protection et les conteneurs. Des couches de béton de plusieurs millimètres d'épaisseur peuvent être enlevées très rapidement sous réserve que l'abrasif choisi soit adapté et recyclé en permanence. L'éventuelle contamination croisée des surfaces doit être prise en compte lors de la planification de l'opération et du fait de la porosité du béton, les techniques ayant recours à un liquide pouvant entraîner une contamination croisée doivent être évitées.
- Parmi les problèmes de sûreté spécifiques (affectant les techniciens) liés à la décontamination et au démantèlement du béton, on peut citer : la ventilation et la maîtrise de la poussière dans la zone de travail, la contamination de l'air, les vibrations, le bruit, les projections (de débris et/ou d'abrasifs) et la chute de matériel.
- Certaines techniques de découpe entraîneront des situations radiologiques qui devront être gérées au cours du projet, comme différents types de contamination et profondeurs de pénétration, différentes qualités de béton, ou différentes contraintes de formes et de dimensions des structures.

Note : cet article a été rédigé à partir du rapport de l'AEN **Décontamination et démantèlement de structures radioactives en béton**, et en contient des extraits. Il est disponible en ligne sur www.oecd-nea.org.