

Nouvelles technologies de déclassement et de remédiation

Par Vincent Fournier

Dans l'optique de la remédiation de l'environnement, des drones peuvent être équipés de capteurs et de caméras pour recueillir des données à distance.

[Photo : R. Duran (AIEA)]



Grâce aux technologies nouvelles et expérimentales, le déclassement et la remédiation deviennent plus économiques, plus rapides et plus sûrs. L'utilisation des nouvelles technologies progresse à tous les stades des opérations : de la planification au contrôle, en passant par l'exécution.

Lasers et drones au service de la planification

Avant de procéder au déclassement ou à la remédiation de l'environnement, les experts doivent planifier les opérations étape par étape et pour ce faire, avoir une idée précise des caractéristiques de la structure et de l'intensité de rayonnement auxquelles s'attendre.

S'il est possible, à des fins de planification, de déterminer ces caractéristiques manuellement, en dessinant des plans ou en prenant des mesures ou des photos, par exemple, les techniques de balayage laser permettent maintenant aux équipes de déclassement de déterminer plus rapidement et avec plus de précision les caractéristiques physiques des structures, systèmes et composants d'une installation. En complément, des appareils de haute technologie extrêmement sensibles, comme des gamma-caméras télécommandées, permettent de mesurer avec précision et efficacité les caractéristiques radiologiques de l'installation, notamment l'intensité et la nature des rayonnements. Une fois l'installation décontaminée, il faut effectuer de nouvelles mesures pour vérifier que l'intensité résiduelle est négligeable.

Pour les spécialistes de la remédiation de l'environnement, il est de plus en plus important de comprendre de façon nuancée comment l'environnement d'un site et les polluants qu'il contient se comportent au fil du temps. À cette fin, de nouveaux outils, tels que des drones équipés de capteurs, permettent aux spécialistes d'évaluer à distance la surface du

site et ces informations, associées aux données recueillies sur le terrain, peuvent aider à déterminer la nature, la concentration et la répartition des polluants présents dans le sol. Cette technique permet de déterminer avec une grande précision les caractéristiques physiques et radiologiques du site, ainsi que le comportement et la dynamique de son environnement.

Avec l'une et l'autre de ces techniques, une fois les données recueillies, un logiciel sophistiqué de modélisation 3D permet de générer des reproductions extrêmement détaillées de l'installation ou du site et d'y superposer un plan de l'intensité de rayonnement observée. Ce logiciel peut également servir, dans le cadre de la remédiation de l'environnement, à simuler le comportement de polluants dans l'environnement et, ce faisant, à déterminer comment assurer de façon sûre, viable et économique la remédiation d'un site ainsi que sa surveillance et sa gestion à long terme.

Humains et robots

Les installations nucléaires sont pleines de coins et de recoins qui peuvent être difficiles d'accès et, à certains endroits, hautement radioactifs et dangereux pour les travailleurs. Les robots apportent des solutions nouvelles à ces difficultés.

« Il y a dans ces installations des endroits où les travailleurs ne peuvent tout simplement pas aller », explique Vladimir Michal, chef de l'équipe chargée du déclassement et de la remédiation environnementale à l'AIEA, « soit parce qu'ils sont trop petits et étroits, soit parce qu'ils sont trop radioactifs et dangereux. C'est là que la robotique peut apporter quelque chose. En effet, on peut utiliser des outils télécommandés pour mesurer la radioactivité, décontaminer des centrales nucléaires voire segmenter et manipuler les composants de la centrale, ce qui évite d'exposer un être humain au risque d'une telle opération. »

Grâce aux progrès de la technologie, les robots sont de plus en plus miniaturisés, sophistiqués et perfectionnés, ce qui leur permet d'opérer dans toutes sortes d'environnements et dans des milieux extrêmes. Ainsi, des bras multifonctions peuvent être actionnés à distance et équipés d'outils tels que des lames lasers pour démanteler des tuyaux ou des composants de réacteur difficiles d'accès, entre autres.

Ces outils de découpe télécommandés peuvent aussi fonctionner sous l'eau, sous la supervision d'opérateurs situés à proximité mais protégés par le bouclier naturel que constitue l'eau contre les rayonnements. En démontant les composants radioactifs sous l'eau, les robots peuvent contribuer à protéger les travailleurs et à empêcher l'émission de particules dans l'air.

Innovante nature

Qui dit innovation ne dit pas forcément nouveaux gadgets complexes. Une technique qui s'inspire de la nature, tel est le concept qui émerge dans le domaine de la remédiation de l'environnement. Il arrive en effet que la meilleure solution ne soit pas celle qui fait appel à des outils coûteux et à des opérations chimiques.

« Dans certains cas, la meilleure solution peut être de laisser faire la nature », résume Horst Monken-Fernandes, spécialiste de la remédiation de l'environnement à l'AIEA. « Toutefois, cette démarche exige une compréhension et une anticipation extrêmement précises des processus environnementaux que l'on fait intervenir. Ce n'est que récemment que les outils de calcul et les techniques de caractérisation et de surveillance sont devenus assez puissants pour rendre cette démarche plus fiable. »

La nanoremédiation – remédiation à l'échelle nanométrique – est une nouvelle technique qui fait intervenir de minuscules structures artificielles, les nanoparticules, pour réduire rapidement et efficacement les concentrations de polluants dans le sol et les eaux souterraines. Ces particules, d'un diamètre environ 100 000 fois inférieur à celui d'un cheveu, présentent d'énormes avantages : elles sont faciles à stocker, à transporter, à faire pénétrer et à diffuser. Elles peuvent donc être injectées sous la surface de l'élément contaminé pour dégrader ou immobiliser le polluant. Elles peuvent aussi servir à piéger les polluants au moyen de nanostructures qui se comportent comme un tamis moléculaire. Cette technique pourrait se révéler un moyen plus économique d'atteindre les objectifs de décontamination de l'environnement que les techniques classiques, telles que l'excavation.

Des possibilités infinies

Si l'innovation ouvre de nouvelles perspectives, elle impose aussi de nouvelles formations. À cet égard, la réalité virtuelle peut être une solution. Le monde de la 3D permet en effet aux spécialistes d'expérimenter directement chaque étape du processus de déclassement et de remédiation de l'environnement. Il peut s'agir, entre autres, de définir les



Un robot-serpent équipé d'une lame laser permet à l'équipe de déclassement d'accéder à des espaces confinés et dangereux.

[Photo : Sellafield Ltd (R.-U.)]

différentes phases de l'opération de découpe, l'intensité des rayonnements auxquels les travailleurs peuvent être exposés, les solutions les plus rentables pour retirer les composants et emballer les déchets segmentés, et les risques en matière de sûreté.

Si les avantages des nouvelles technologies et de l'innovation ne manquent pas, il faut souvent des années pour les transposer à grande échelle, en particulier dans les pays disposant de budgets et de ressources limités. L'AIEA aide les pays à accéder à l'information, à l'expérience et à la formation dont ils ont besoin.

« L'ambition de l'AIEA », précise Vladimir Michal, « c'est d'aider les États Membres à développer et à entretenir les moyens dont ils disposent pour mener en temps voulu des projets de déclassement et de remédiation de manière sûre et économique. »