

LE DEVENIR DES DECHETS ISSUS DE LA REMEDIATION

Caroline SIMONUCCI, Charlotte CAZALA, Flavien LEMOINE, François BESNUS

INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET DE SÛRETE NUCLEAIRE
31, avenue de la Division Leclerc, B.P.17 – 92262 Fontenay –aux-Roses Cedex

Le 26 avril 1986, l'accident survenu sur le réacteur n°4 de la Centrale de Tchernobyl provoque un rejet massif d'éléments radioactifs dans l'environnement sous forme de gaz, de particules de combustibles et d'aérosols. Les travaux de décontamination engagés dans l'urgence autour de la centrale accidentée ont généré de grandes quantités de déchets radioactifs ($>10^6\text{m}^3$) qui ont été disposés dans des casemates en béton ou des tranchées creusées à même le sol. Près de 30 ans après l'accident, la question de la reconquête de la zone d'exclusion, dans laquelle ces déchets sont encore présents, est évoquée. Quelle pourrait être alors la stratégie à adopter afin de limiter les risques d'expositions liés à la présence de ces déchets ? Dans le cadre de ses recherches, l'IRSN a été amené à instrumenter l'environnement d'une tranchée de stockage afin d'en étudier l'impact. A partir des résultats obtenus, l'IRSN propose un éclairage sur la stratégie de gestion des déchets enfouis dans l'environnement de la centrale en cas de mise en œuvre d'un plan de réhabilitation de cet environnement.

La gestion des déchets issus de la remédiation

L'accident de Tchernobyl a conduit à la contamination d'une grande quantité de matériaux (végétaux, sol, matériaux de construction, équipements divers, etc.). Afin de limiter l'exposition des personnes et la dissémination des éléments radioactifs, en particulier dans l'atmosphère, ces matériaux ont fait l'objet d'une gestion en fonction de leur niveau d'activité.

Les déchets de moyenne et haute activité (10^4 à plus de 10^6 Bq/g) ont été majoritairement stockés dans des casemates en béton ou dans des tranchées à fond étanche recouvertes d'une couverture argileuse. Ces deux types de stockage font l'objet d'un contrôle radiologique.

Les déchets de faible et moyenne activité (entre 10^2 et 10^4 Bq/g), constitués de sols, de bois et de matériaux de constructions contaminés ont été stockés sous forme de tumulus ou, le plus souvent, enfouis dans des tranchées. De 1986 à 1987, près de 800 tranchées ont ainsi été creusées dans les sables éoliens et recouvertes d'une couche de sable non contaminé de 20 à 50 cm d'épaisseur. Ces tranchées sont majoritairement situées dans un rayon de 10 km autour du réacteur accidenté et mesurent en général 2 à 4 m de profondeur, quelques mètres de large et quelques centaines de mètres de longueur. Leur surface totale est d'environ 8 km^2 et le volume des déchets radioactifs enfouis est estimé à environ 10^6 m^3 . Cette valeur est vraisemblablement une estimation basse des déchets enfouis car le rythme des opérations de décontamination n'a pas permis un enregistrement exhaustif des sites d'enfouissement et, aujourd'hui encore, certains d'entre eux ne sont pas répertoriés.

Pour la plupart d'entre elles, les tranchées ne présentent aucune structure étanche et ne constituent donc pas une barrière efficace contre la migration des polluants radioactifs. De fait, une migration progressive des radionucléides dans les eaux souterraines a été détectée à partir des années 1990.

En cas de mise en œuvre d'un plan de réhabilitation, ce sont les sites d'enfouissement des déchets de faible et moyenne activité qui posent, du fait des volumes de déchets qu'ils renferment et de leur impact potentiel sur l'environnement, la principale interrogation quant à la stratégie à adopter pour décider de leur devenir.

Impact du mode de gestion des déchets de faible à moyenne activité sur les stratégies de reconquête

La maîtrise des expositions repose aujourd'hui en premier lieu sur l'absence de développement d'usages inappropriés des territoires contaminés (implantation d'habitations, activités industrielles et agricoles,...). En Ukraine, le choix a été fait de définir, dès 1986, puis de maintenir une zone d'exclusion, recouvrant les territoires les plus contaminés où sont situés les sites de stockage de déchets. Elle est soumise à un contrôle d'accès et des restrictions d'usage sévères. La reconquête de la zone d'exclusion, impliquant la levée partielle ou totale de ces restrictions, doit nécessairement être fondée sur une évaluation des expositions susceptibles d'être engendrées par les différentes activités qui pourraient être autorisées dans les zones contaminées. Dans cette évaluation, l'impact des sites d'enfouissement des déchets, qui constituent de nombreux « points chauds » dans cette zone, doit être apprécié afin de statuer notamment sur deux grandes options envisageables pour leur gestion : la reprise des déchets ou le maintien de restrictions d'accès aux sites qui les contiennent.

La maîtrise de l'exposition des populations qui résulterait de la présence des sites d'enfouissement repose sur la capacité à prédire, dans la durée, la dispersion dans l'environnement des polluants radioactifs venant des déchets, notamment dans les eaux souterraines, afin de mettre en place des dispositions de radioprotection adaptées. Dans cet objectif, des Instituts ukrainiens (IGS, UIAR of NUBiP) et l'IRSN ont travaillé ensemble, à partir de 1999, afin d'instrumenter une tranchée spécifique située à 2,5 kilomètres à l'ouest du réacteur accidenté. Les données acquises sur ce site d'enfouissement de déchets (contenant principalement des troncs d'arbres et des terres contaminées) ont permis d'identifier le développement d'un panache de ^{90}Sr dans l'aquifère vers l'aval de la tranchée et de modéliser son évolution. Les simulations réalisées tendent à indiquer que son extension maximale est quasiment atteinte. Il est à noter également qu'un panache de Plutonium est observé, sensiblement similaire à celui du Strontium sur le plan de l'extension mais à des concentrations d'activité beaucoup plus faibles. Le Césium en revanche ne migre quasiment pas dans l'aquifère. La dispersion des radionucléides dans les sols depuis les tranchées apparaît ainsi comme un phénomène qui reste relativement limité dans l'espace (quelques dizaines de mètres). Le niveau de contamination du panache reste toutefois notable. Les simulations montrent en effet qu'il est susceptible de rester, pour le ^{90}Sr , supérieur aux valeurs usuellement recommandées concernant la qualité radiologique des eaux de consommation pendant environ 200 ans.

Il faut également mentionner, parmi les phénomènes à prendre en compte, la reprise des radionucléides, notamment le ^{137}Cs , par la végétation. Afin de limiter le risque d'érosion et de resuspension de particules radioactives, la zone d'exclusion a fait l'objet d'un reboisement en 1998. Dans les années qui ont suivi, l'IRSN a observé un ralentissement de la vitesse de migration des radionucléides dans les sols et s'est interrogé sur le lien entre ce phénomène et le développement de la végétation au droit des tranchées. Les travaux menés sur ce sujet mettent en évidence une recontamination des végétaux indiquant qu'une partie des radionucléides enfouis dans les tranchées peut être remobilisée par la végétation.

Dans l'optique de l'assainissement de ces sites d'enfouissement des déchets, les résultats des recherches montrent que le retour à un état radiologique qui permettrait de lever toute restriction d'usage à l'aplomb de ces sites impliquerait non seulement le retrait des déchets mais également celui des terres contaminées par le panache de ^{90}Sr ainsi que de la biomasse contaminée par la captation de l'activité contenue dans les tranchées. Malgré les incertitudes qui pèsent sur les évaluations, associées notamment à la variabilité spatiale des paramètres à considérer (perméabilité des matériaux de la tranchée et des alluvions alentours, volume de déchets enfouis et activités associées, etc.), il reste certain qu'un tel plan de reprise conduirait à traiter un volume considérable de déchets pour les stocker sur un site aménagé, volume sans doute très supérieur à 10^7 m^3 .

Compte tenu d'une part de l'ampleur des travaux qui seraient à réaliser dans le cas d'un retrait complet de la source de contamination, d'autre part du caractère très localisé de l'impact radiologique des sites d'enfouissement sur leur environnement, il apparaît que le maintien de restrictions d'accès à ces sites serait probablement la solution la plus réaliste pour limiter l'exposition des populations dans l'optique d'une reconquête de la zone d'exclusion. Il convient néanmoins que le contrôle de ces sites soit soigneusement exercé car les expositions qui pourraient résulter du captage de la nappe à leur aplomb et du rayonnement émis par la végétation pourraient être très élevées. Il y a enfin, selon l'IRSN, lieu de s'interroger sur le potentiel de recontamination de l'environnement des sites en cas d'incendie. En effet, en 1992 et 2010, des augmentations de l'activité en ^{137}Cs dans l'atmosphère ont été enregistrées à plusieurs reprises. Elles correspondaient à des feux de forêt qui ont conduit à disperser sur des distances importantes les radionucléides présents dans la matière organique (végétaux et litière). Du fait de la pérennité de la contamination en surface, au travers du cycle de production et de décomposition de la matière organique, ce phénomène constitue aujourd'hui la principale menace en termes de remobilisation des polluants radioactifs dans la zone d'exclusion. Etant donné que la contamination de la végétation est significativement plus élevée à l'aplomb des sites d'enfouissement, la protection de ces sites contre le risque de feu de forêt est un enjeu à considérer.

Conclusion

Les résultats des recherches effectuées par l'IRSN et ses partenaires Ukrainiens sur l'impact radiologique potentiel des sites d'enfouissement des déchets plaideraient en faveur d'une politique de maintien de restrictions d'accès et d'usage des sites d'enfouissement de déchets plutôt que de leur reprise dans le cadre d'une initiative visant à reconquérir les territoires contaminés, notamment dans la zone d'exclusion.

Ces conclusions doivent néanmoins être considérées avec prudence car elles supposent que les résultats obtenus sur la tranchée expérimentale instrumentée par l'Institut sont représentatifs des différents sites d'enfouissement existant dans la zone d'exclusion. Le recensement de l'ensemble des sites et la confirmation du caractère localisé de leur influence sur l'état radiologique de l'environnement reste donc indispensable pour définir une stratégie optimisée de gestion des déchets dans le cadre d'un plan de réhabilitation de la zone.

En outre, ces résultats ne présagent pas des quantités de déchets qui seraient générées par d'autres opérations d'assainissement effectuées dans l'environnement de la centrale et qui ne seront connus que lorsque les usages précis des terrains qui pourraient être envisagés dans le cadre d'un plan de reconquête auront été définis.