

PANORAMA DES DIFFERENTES FILIERES DE GESTION DES DECHETS (HORS-SITE)

Eymeric LAFRANQUE, Pascal CROUAIL, Thierry SCHNEIDER

CEPN

28 rue de la Redoute, 92260 Fontenay-aux-Roses, France

eymeric.lafranque@cepn.asso.fr, pascal.crouail@cepn.asso.fr,
thierry.schneider@cepn.asso.fr

À la suite de l'accident de la centrale de Fukushima-Daiichi, les autorités japonaises ont mis en œuvre des mesures de protection de la population et de l'environnement en engageant, notamment, des travaux de décontamination. Au sein de la préfecture de Fukushima, ces travaux de décontamination se sont concentrés sur [1]:

- 11 municipalités placées dans la « Special Decontamination Area » (SDA), zone la plus touchée par la contamination, représentant 1 117 km², et
- 36 municipalités où l'ambiance dosimétrique initiale estimée pouvait conduire à une exposition supérieure à 1 mSv/an (« Intensive Contamination Survey Area » (ICSA), représentant 7 836 km²).

Ces opérations, notamment le retrait de la couche superficielle des sols, ont généré une grande quantité de matières radioactives, dont la plus grande partie a une activité massique inférieure à 8 000 Bq/kg. Au total, il est estimé que l'ensemble des terres excavées et autres résidus solides issus des travaux de décontamination représentent près de 17 millions de m³ [1].

Cette présentation synthétise l'état des lieux à la fin de l'année 2020 dans la préfecture de Fukushima des solutions de gestion des déchets potentiellement contaminés après l'accident de Fukushima-Daiichi. Cette synthèse s'appuie sur une analyse bibliographique, complétée par les réponses à un questionnaire envoyé à différents organismes japonais : le ministère de l'environnement (MOE), l'agence à l'énergie atomique (JAEA), et le « National Institute of Advanced Industrial Science » (AIST).

Désignation des déchets

La loi définissant les déchets issus de l'accident nucléaire de Fukushima-Daiichi [2] distingue d'une part, les terres et déchets organiques (i.e. feuilles et branches d'arbres) issus des actions de décontamination et, d'autre part, les débris et déchets issus de l'ICSA et de la SDA. Les « débris » correspondent à tous les décombres, gravats et matériaux générés par le séisme et le tsunami. Les « déchets » sont les déchets industriels et ménagers potentiellement contaminés par les rejets de l'accident. Dans la préfecture de Fukushima, l'ensemble des déchets collectés dans l'ICSA (déchets ménagers et industriels) dont l'activité massique en ¹³⁷Cs dépasse 8 000 Bq/kg et les déchets de SDA, est nommé « déchets spécifiés ».

Filières des déchets non spécifiés

Les déchets non spécifiés, c'est-à-dire dont l'activité massique est inférieure à 8 000 Bq/kg et ne provenant pas de SDA, sont dirigés vers des décharges conventionnelles. Dans le cas des débris de séisme et de tsunami (béton, acier) dont l'activité massique est inférieure à 3 000 Bq/kg, ceux-ci sont recyclés dans des œuvres de génie civil (digues, remblais de route, remblais côtiers etc.) En 2020, il est estimé que 1,69 millions de tonnes de ces débris et déchets ont été recyclés dans des œuvres de génie civil [3].

Filières des déchets spécifiés

Entreposage temporaire

Les déchets spécifiés ou issus de la décontamination sont disposés dans des entreposages temporaires (Temporary Storage Sites, TSS) dans l'attente de la mise en place des solutions de gestion appropriées.

En août 2020, sur un total de 1 361 TSS, 978 étaient totalement vidés [4]. Au total, 4,9 millions de m³ de terres issues de la décontamination et 136 000 tonnes de déchets spécifiés sont entreposés dans les TSS encore actifs [5][6]. Pour garantir une exposition additionnelle inférieure ou égale à 1mSv/an, le MOE contrôle la concentration en ¹³⁴Cs et ¹³⁷Cs dans les eaux souterraines et dans l'atmosphère aux abords des TSSⁱ ainsi que le débit de dose ambiantⁱⁱ.

Incinération

La plus grande partie des déchets issus de la décontamination étant combustibles, l'incinération permet une réduction des volumes importante [7]. Dans la préfecture de Fukushima, 9 installations d'incinération temporaires, sous la responsabilité du MOE, ont été construites afin de traiter ces déchets [7]. Certains incinérateurs municipaux préexistants sont aussi mobilisés pour soutenir l'effort de réduction des volumes.

Pour certaines installations, un comité constitué d'élus locaux et de représentants du MOE a été mis en place pour suivre le fonctionnement des installations et les contrôles radiologiques réalisés. L'exposition additionnelle doit être inférieure ou égale à 1mSv/an, prenant en compte les concentrations en ¹³⁴Cs et ¹³⁷Cs dans les cendres d'incinérations, dans les eaux souterraines, dans les gaz d'incinérationⁱ ainsi que le débit de dose ambiant mesuré aux points cardinaux de l'installationⁱⁱ.

Le traitement thermique génère des cendres avec une activité massique supérieure à 8 000 Bq/kg, placées soit en décharge contrôlée, soit à l'installation d'entreposage temporaire (Interim Storage Facility, ISF) si l'activité massique est supérieure à 100 000 Bq/kg [1]. Les cendres peuvent également être traitées dans deux installations réduisant leur volume dans un four à 1 350°C, où le césium est vaporisé, et recueilli sur un filtre en tissu [7], traité comme un déchet. En 2020, 746 000 tonnes de déchets combustibles ont été incinérées, sur un total d'environ 2 millions de tonnes à traiter [3].

Stockage en décharge contrôlée

Les déchets non combustibles (cendres d'incinération et boues d'épuration) dont l'activité massique est comprise entre 8 000 Bq/kg et 100 000 Bq/kg sont stockés dans une décharge industrielle, située sur la municipalité de Tomioka [8]. Le site comprend une installation de cimentation. En août 2020, depuis le début de son exploitation, la décharge de Tomioka a stocké 150 000 tonnes de déchets [3].

Le site a une superficie totale d'environ 9,4 ha, dont environ 4,2 ha dédiés à la mise en décharge. Sa capacité totale est de 650 000 m³, répartis entre les débris et déchets issus de la SDA (445 000 m³), ceux des ICSA (182 000 m³) et ceux des habitants du comté de Futaba (27 000 m³).

Le transfert des déchets des TSS vers la décharge de Tomioka se résume en 5 étapes [8]:

- 1) En TSS, les sacs de déchets sont contrôlés : s'ils correspondent aux critères précités et ne sont pas combustibles, ils sont envoyés à la décharge de Tomioka.
- 2) Transport par camions de 10 tonnes, suivis par GPS ;
- 3) Cimentation des déchets devant être stabilisés (cendres, poussières, boues) ;
- 4) À l'arrivée des camions, contrôle de la conformité des conteneurs (débit de dose, état) ;
- 5) Enfouissement des déchets : par couches avec des couches de terre imperméable.

Les eaux de lixiviation de la décharge sont traitées par coagulation, sédimentation et filtration en bas de l'installation. Les métaux lourds sont éliminés autant que possible. L'eau est rejetée si la concentration en césiumⁱ et en métaux lourds est conforme aux normes. Pendant la mise en décharge, des bâches permettent la récupération des eaux de pluies qui sont traitées par le système des eaux de lixiviation.

Le site est géré par un superviseur du MOE en permanence sur site, et contrôlé par un comité composé d'experts universitaires, de représentants locaux et de la préfecture de Fukushima, qui surveille l'état de la mise en décharge et la sécurité de l'installation. Ce comité rapporte au MOE son avis sur l'état du transport, de la mise en décharge, de la surveillance environnementale, et des niveaux d'exposition radiologique (concentration en ¹³⁴Cs et ¹³⁷Cs des eaux de lixiviationⁱ et débit de dose ambiant aux abords de l'installationⁱⁱ).

Entreposage intermédiaire (ISF)

L'installation d'entreposage intermédiaire (Interim Storage Facility, ISF) a pour objectif d'entreposer pour la préfecture de Fukushima les terres et déchets issus de la décontamination, quelle que soit leur activité massique ainsi que les déchets spécifiés ayant une activité massique supérieure à 100 000 Bq/kg. Pour une partie des terres et déchets issus de la décontamination, la réduction des volumes se fait sur le site de l'ISF par incinération et compactage, dans des installations ad hoc. L'ISF est prévu pour fonctionner jusqu'en 2048, permettant une diminution de la radioactivité par décroissance radioactive, avant le transfert des déchets vers un stockage définitif.

En août 2020, le volume total de terres et déchets issus de la décontamination devant être réceptionné sur le site est estimé à 14 millions de m³ [1].

L'installation comporte une superficie totale de 1 600 hectares (appartenant initialement à 2 360 propriétaires privés et publics), dont 1 185 hectares ont pu être rachetés par le MOE à fin septembre 2020 (1 781 propriétaires), répartis entre les communes de Futaba et d'Okuma.

L'installation est gérée par JESCO, une entreprise sous la responsabilité du gouvernement et dont la mission est l'exploitation et la surveillance du site. Comme toute installation de gestion des déchets spécifiés ou issus de la décontamination, l'ISF est soumise à des contrôles radiologiques des eaux de lixiviation, de contamination atmosphériqueⁱ, et de débit de dose ambiantⁱⁱ et aux limites du site.

Le transport des déchets vers l'ISF se fait en accord entre les municipalités et l'opérateur sur les volumes de déchets transportés, des horaires et des itinéraires empruntés par les camions, qui doivent être adaptés aux conditions locales pour minimiser l'impact sur les résidents et les usagers de la route. En 2020, 9,1 millions de m³ de terres ont été acheminées vers l'ISF, la fin du remplissage de l'ISF est prévue en mars 2022 [7].

Recyclage des terres issues de la décontamination

Depuis juin 2016, le MOE autorise le recyclage des terres issues de la décontamination, dans des conditions contrôlées [9]:

- L'utilisation des terres est limitée à des projets de génie civil (remblais de route, aménagement de terrains, de zones cultivables pour l'horticulture et cultures de ressource).
- L'exposition additionnelle doit être inférieure à 1 mSv/an pendant la mise en œuvre de l'ouvrage et inférieure 10 µSv/an lorsque l'ouvrage est réalisé.
- L'ouvrage doit comprendre une couche de protection avec de la terre non contaminée.
- L'activité massique de la terre utilisée doit être inférieure à 8 000 Bq/kg (ou moins, selon l'usage).

Trois projets de démonstration sont en cours pour tester le recyclage des terres issues de la décontamination [3] : à Nagadoro (remblai de sols d'horticulture et cultures de ressource), à Minamisoma (remblai de route), et à Nihonmatsu, (aménagement d'un chemin agricole, projet abandonné suite à l'opposition des riverains).

Stockage définitif

À la fin 2020, la recherche d'un site de stockage définitif, qui doit se faire en dehors de la préfecture de Fukushima, était encore au stade de la discussion avec les différentes parties prenantes [10]. Plusieurs questions subsistent sur : le type d'installation qui accueillera les déchets, la disponibilité d'un exutoire à la fin de l'exploitation de l'ISF (2045), et l'acceptabilité des solutions disponibles par les populations.

Conclusion

L'analyse des modalités de gestion des déchets (hors-site) suite à l'accident de la centrale de Fukushima-Daiichi met en évidence la complexité des filières et dispositifs à mettre en place ainsi que l'évolution de ces modalités dans le temps. Cette gestion est fortement liée aux décisions adoptées pour les actions de remédiation et plus particulièrement l'objectif de décontamination retenu pour les différents territoires affectés par l'accident. L'implication des collectivités locales et des populations riveraines des installations est essentielle pour favoriser l'adoption des décisions concernant l'implantation des différentes installations de gestion des déchets et contribuer au suivi de ces installations au cours du temps. A l'avenir, il semble intéressant d'accorder une attention particulière à la stratégie de recyclage des déchets qui sera mise en œuvre ainsi qu'au devenir de l'ISF et à la sélection du ou des installations pour le stockage définitif des déchets.

Références

- [1] Off-site environmental remediation in affected areas in Japan, Août 2020, Minister of Environment (MOE) Japan
- [2] « [Environmental Remediation : about decontamination](#) » (consulté en février 2021), Mars 2020, MOE Japan
- [3] « [Progrès du traitement des déchets de catastrophe dans la préfecture de Fukushima \(dans la zone de contre-mesures\)](#) » (consulté en février 2021), MOE Japan
- [4] « [Status des sites d'entreposage temporaires dans la préfecture de Fukushima](#) » (consulté en février 2021), Décembre 2020, MOE Japan
- [5] « [Site internet de l'ISF : statut du transport](#) » (consulté en février 2021)
- [6] « [Situation des stockages temporaires des déchets désigné dans la préfecture de Fukushima](#) », de juillet 2015 à octobre 2020 (, consulté en février 2021)
- [7] Effectiveness of landscape decontamination following the Fukushima nuclear accident: a review, Décembre 2019, Evrard et al, European Geosciences Union
- [8] « [Installation de mise en décharge des déchets spécifiés](#) » (consulté en février 2021), 2020, MOE Japan
- [9] « [Concept de base pour le recyclage de terres issues des actions de décontamination](#) » (consulté en février 2021), Juin 2016, MOE Japan
- [10] « [Site d'information sur le traitement des déchets contaminés par des matières radioactives : efforts vers l'élimination définitive](#) » (consulté en février 2021)

ⁱ Critères de contrôle des rejets :

- Dans les eaux publiques : $[134\text{Cs}] (\text{Bq/L}) / 60 (\text{Bq/L}) + [137\text{Cs}] (\text{Bq/L}) / 90 (\text{Bq/L}) \leq 1$
- Dans l'atmosphère : $[134\text{Cs}] (\text{Bq/m}^3) / 20 (\text{Bq/m}^3) + [137\text{Cs}] (\text{Bq/m}^3) / 30 (\text{Bq/m}^3) \leq 1$

ⁱⁱ Les débits de dose ambiants mesurés doivent être inférieurs ou égaux à $0,23\mu\text{Sv/h}$, étant la somme du débit de dose amenant à une exposition additionnelle de 1mSv/an ($0,19\mu\text{Sv/h}$) et du bruit de fond moyen ($0,04\mu\text{Sv/h}$)