

DÉMANTÈLEMENT DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES, ÉCONOMIE CIRCULAIRE ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

Ludovic VAILLANT¹, Tim HARRISON², Federica PANCOTTI³, Stephen WICKHAM²

¹ CEPN, 28 rue de la Redoute, 92260 Fontenay-aux-Roses

² Galson Sciences Ltd, 5 Grosvenor House, Melton Road, Oakham, Rutland, LE15 6AX,
Royaume-Uni

³ SOGIN, Via Marsala, 51C - 00185, Roma, Italie

Ludovic.vaillant@cepn.asso.fr

La transition d'une économie linéaire vers une économie circulaire vise à réduire la pression sur les ressources naturelles, tout en contribuant à une croissance économique durable. Dans une économie circulaire, la valeur des produits, des matériaux et des ressources est maintenue le plus longtemps possible, et la production de déchets est réduite au minimum. Les principes de l'économie circulaire sont usuellement décrits comme suit :

- Récupération et réutilisation (*recovery and reuse*) : les produits et matériaux sont conçus pour être récupérés et réutilisés ;
- Réparation et réutilisation (*repair and reuse*) : la réparation et la réutilisation des produits pour prolonger leur durée de vie sont encouragées ;
- Recyclage (*recycling*) : promouvoir le recyclage afin de réintégrer les matériaux recyclés dans l'économie en tant que nouvelles matières premières ;
- Innovation et conception écologique (*innovation and ecological design*) : encourager l'innovation dans la conception des produits afin de faciliter leur recyclage et leur réutilisation ;
- Réduction des déchets (*waste reduction*) : minimiser la production de déchets en encourageant une meilleure utilisation des ressources de la conception à l'élimination.

Dans le cadre du projet Harpers¹, plusieurs études de cas ont été étudiées afin de dégager de bonnes pratiques en lien avec l'application des principes de l'économie circulaire lors du démantèlement d'installations nucléaires et de la gestion des matières et des déchets radioactifs produits dans ce cadre. Plus précisément, ces études de cas portent sur :

- La réutilisation et remise à neuf de bâtiments existants (Italie),
- La gestion in situ de déchets radioactifs à la centrale de Trawsfynydd (Royaume-Uni),
- Le recyclage du béton (Belgique),
- La stratégie de gestion des déchets de très faible activité (France),
- Le recyclage de l'acier (Suède),
- La libération de petites quantités de déchets (République Tchèque).

Dans le cadre de cette présentation, le cas de la centrale de Trawsfynydd, qui abrite 2 réacteurs Magnox mis à l'arrêt définitif en 1991, est abordé plus en détails (l'exploitant est le National Decommissioning Authority, NDA).

Depuis 1995, le programme de déclassement de la centrale de Trawsfynydd est en cours de développement. L'objectif de ce programme est de permettre la libération du site de tout contrôle réglementaire, et en particulier de la *Radioactive Substances Regulation* (RSR).

¹ Harmonised practices, regulations and standards in waste management and decommissioning, <https://www.harpers-h2020.eu>. Ce projet a reçu un financement du programme de recherche et de formation Euratom 2021-27 dans le cadre de la convention de subvention n°101060028.

Le guide employé depuis 2018 par la NDA pour guider l'élaboration du programme de déclasséement a été élaboré par les agences de protection de l'environnement et est intitulé *Management of radioactive waste from decommissioning of nuclear sites : Guidance on Requirements for Release from RSR*, ou GRR. Le GRR a introduit, entre autres, la possibilité de stocker sur site (*on-site disposal*) des déchets radioactifs solides avant déclasséement du site. Il est également important de relever l'obligation imposée par la NDA de mise en œuvre de la *waste management hierarchy* dès lors qu'ils planifient des activités susceptibles de générer des déchets (Figure 1). Cette approche garantit que les impacts de la gestion des déchets sur l'environnement sont pris en compte et conformes aux principes de l'économie circulaire.

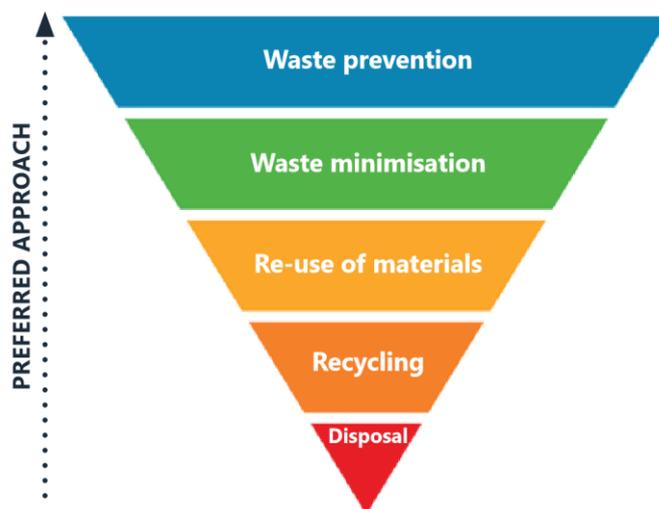


Figure 1. Waste Hierarchy

Le programme de déclasséement du site de Trawsfynydd prévoyait initialement un retrait total du terme source. En mars 2019, un changement de l'état final du site a été proposé afin d'inclure la possibilité d'un stockage sur site (*in situ*) d'une partie des déchets radioactifs de faible activité. L'intérêt de ce type de scénario a été appuyé par une comparaison semi-quantitative d'options envisageables dont les résultats ont été présentés et discutés avec les acteurs locaux et les autorités.

Les options ont été évaluées et comparées sur la base des critères suivants : dose collective des intervenants, sécurité des travailleurs, faisabilité technique, délai avant déclasséement, coûts, protection du public, réchauffement climatique, protection de l'environnement, charge pour les générations futures, nuisances, mémoire, etc. In fine, les enjeux de radioprotection sont pesés au même titre que d'autres enjeux, afin de définir la meilleure option sur les plans environnemental et sanitaire, tout en respectant les standards et les réglementations. Cette approche multicritères, qui tient compte des principes de circularité, offre plus de flexibilité dans la définition de l'état final visé qu'une approche construite sur un seul critère dosimétrique. L'analyse plus poussée des options de déclasséement et le dialogue entre les parties prenantes ont démontré qu'une approche hybride, intégrant stockage sur site et hors site, constituait une approche pertinente pour le déclasséement de Trawsfynydd.

Au-delà de Trawsfynydd, les études de cas analysées dans le cadre du projet Harpers illustrent diverses approches qui intègrent certains aspects de l'économie circulaire dans le cadre du démantèlement des installations nucléaires et de la gestion des matières et des déchets radioactifs :

- Le recyclage des métaux contaminés est une pratique établie en Suède depuis près de quarante ans. Les exploitants tchèques des centrales nucléaires de Temelin et de

Dukovany se sont appuyés sur les installations de Cyclife en Suède pour le recyclage des métaux. La mise en œuvre d'une filière industrielle est également en cours en France.

- La récupération de matériaux de valeur tel que le cuivre provenant de câbles électriques légèrement contaminés s'inscrit également dans le cadre de l'économie circulaire, comme le montrent les pratiques observées sur les centrales nucléaires de Temelin et de Dukovany.
- Le béton contaminé peut également être réutilisé, voire recyclé, comme le montrent les activités de R&D de la Belgique liées au béton à faible teneur en carbone et au recyclage du béton contaminé, ou encore les activités de R&D de l'Andra visant à réutiliser le béton légèrement contaminé comme matériau de remplissage dans les installations d'élimination des déchets radioactifs.
- La remise en état et la réaffectation de bâtiments (au lieu d'une nouvelle construction) dans le cadre d'un projet de déclassement est une approche efficace pour réduire la consommation de matériaux. L'adoption d'une approche durable (efficacité énergétique, équipement très fiable, etc.) lors de la reconversion offre également des avantages précieux du point de vue de l'économie circulaire.

Ces expériences mettent en évidence la nécessité d'une certaine flexibilité pour passer d'une approche linéaire à une approche circulaire. Les options de gestion alternatives aux approches traditionnelles doivent démontrer un avantage global en termes de protection de l'homme et de l'environnement. Cet avantage est lié à la prise en compte d'une série de critères qui ne sont pas uniquement liés à la gestion du risque radiologique. Le dialogue entre les parties prenantes, exploitants, autorités, organisations en charge de la gestion des déchets, acteurs locaux, etc., est nécessaire pour (1) débattre des avantages et des inconvénients des différentes approches envisageables, et (2) démontrer que des approches circulaires sont compatibles avec des normes en matière de sûreté et de radioprotection.

En lieu et place de nouveaux textes réglementaires, les parties prenantes du projet Harpers semblent s'entendre sur le fait que le développement de guides techniques ou d'outils informatiques, portés par l'ensemble des acteurs concernés, pourraient contribuer à améliorer les pratiques actuelles. Il convient de souligner également que l'aspect économique joue un rôle important dans la sélection de toute stratégie de démantèlement ou de gestion des déchets radioactifs.