



**HARMONISED BEST PRACTICES, REGULATIONS
AND STANDARDS IN WASTE MANAGEMENT AND
DECOMMISSIONING**

Démantèlement des installations nucléaires, économie circulaire et développement durable

Congrès National de la SFRP
Le 18 juin 2025 à La Baule

Ludovic Vaillant (CEPN) pour les partenaires de HARPERS WP4



This project has received funding from the Euratom research and training programme 2021-27 under grant agreement No 101060028

Le Projet Européen HARPERS

HARPERS (www.harpers-h2020.eu) vise à identifier les intérêts/avantages apportés par des réglementations harmonisées sur certains sujets prioritaires liés au démantèlement et au traitement des déchets radioactifs.

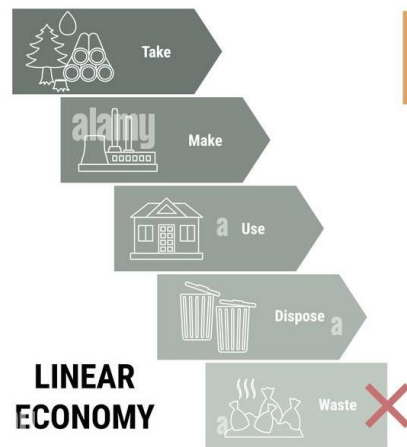
Cette présentation porte uniquement sur certains points traités dans le WP4 de HARPERS sur la question de l'économie circulaire et plus largement du développement durable.



Économie circulaire versus économie linéaire

L'UE vise une transition depuis une économie linéaire (**prendre-faire-utiliser-jeter**) vers une économie circulaire (**modèle de croissance régénérative**) pour contribuer à réduire la pression sur les ressources naturelles, tout en créant une croissance et des emplois durables.

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.



Économie circulaire et développement durable

Lien entre une économie circulaire et les objectifs de développement durable, en particulier :

(ODD12) Consommation et production responsables

(ODD13) Lutte contre le changement climatique

(ODD9) Industrie, innovation et infrastructure durable

(ODD14 et 15) Préservation des écosystèmes

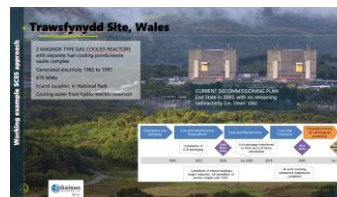
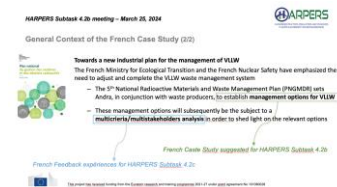
OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE



HARPERS WP4 - Phase 2

Échanger à partir d'expériences concrètes et élaborer des recommandations :

1. Rénovation et réutilisation de bâtiments existants (Italie)
2. Définition de l'état final du site de Trawsfynydd (Royaume-Uni)
3. Recyclage du béton et libération conditionnelle (Belgique)
4. Évolution du schéma de gestion des déchets TFA (France)
5. Traitement et recyclage d'acier (Suède)
6. Libération de petites quantités de déchets (République Tchèque)



Définition de l'état final du site de Trawsfynydd

Trawsfynydd : site de 15,4 hectares dans le parc national de Snowdonia (au nord du Pays de Galles). Première centrale nucléaire civile Magnox.

Site géré et exploité par NRS (Nuclear Restoration Services) avec 2 réacteurs Magnox arrêtés en 1991. Depuis 1995, un programme de démantèlement du site est en cours.

Objectif : permettre la libération à terme du site de tout contrôle institutionnel.



Définition de l'état final du site de Trawsfynydd

Avant 2018 :

- Le déclassé d'un site nucléaire (*delicensing*) s'appuie sur un critère de risque $< 10^{-6} \text{ an}^{-1}$ (soit $10 \mu\text{Sv.an}^{-1}$).
- Les déchets radioactifs produits (terres contaminées retirées, etc.) sont transportés à l'extérieur du site et stockés dans des installations de stockage dédiées.
- Le LLWR à Drigg (Cumbria) a une capacité de stockage d'environ $200\,000 \text{ m}^3$ ($< 200 \text{ Bq.g}^{-1}$), pour un inventaire à terme de $500\,000 \text{ m}^3$.



Définition de l'état final du site de Trawsfynydd

Avant 2018 :

- Possibilité de laisser des structures non contaminées/non activées,
 - Possibilité de laisser des traces de contamination.
-
- i. Solution jugée coûteuse et probablement non optimisée,
 - ii. Incompatible avec la ressource stockage disponible,
 - iii. Non respect des principes de la Waste Management Hierarchy.

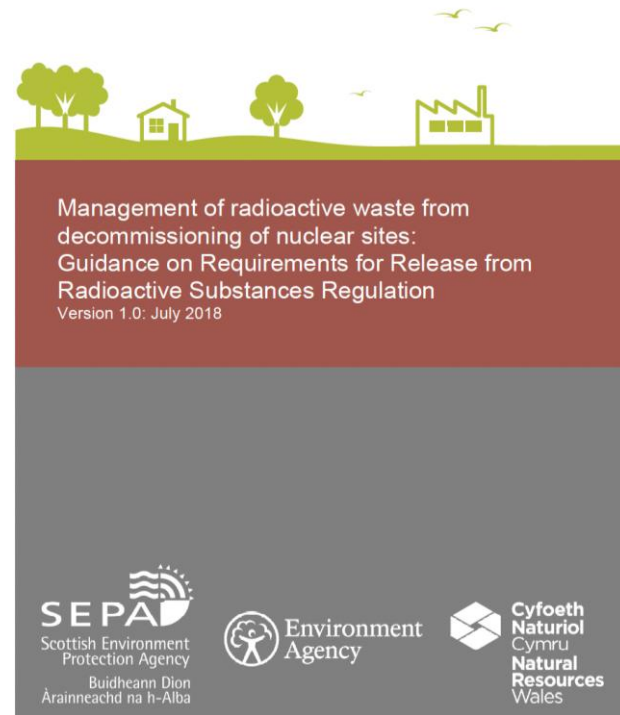


Définition de l'état final du site de Trawsfynydd

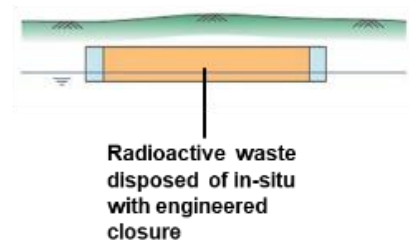
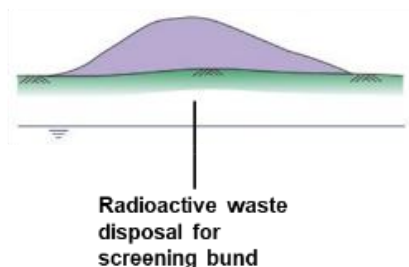
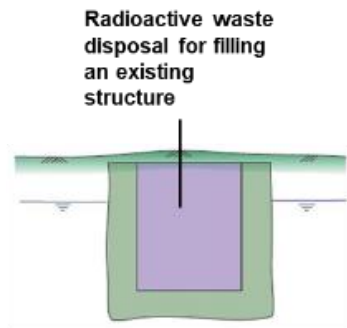
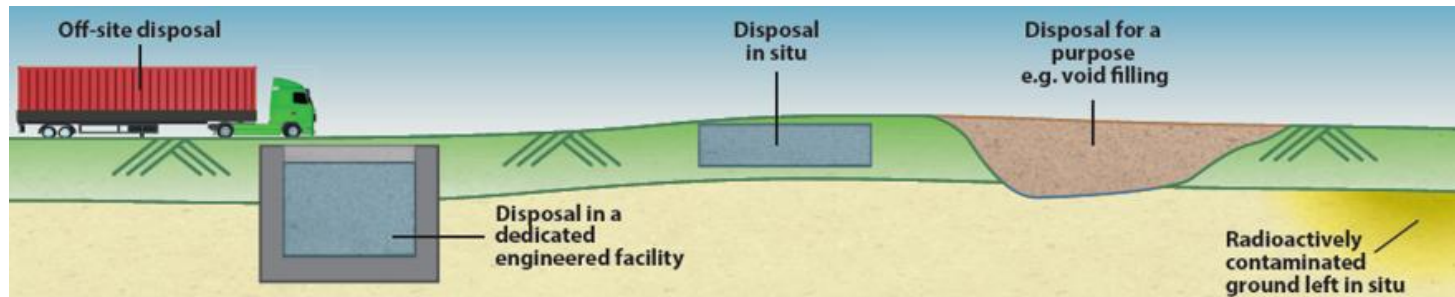
Management of radioactive waste from decommissioning of nuclear sites: Guidance on Requirements for Release from Radioactive Substances Regulation (2018).

Introduction de nouvelles approches pour l'atteinte de l'état final tout en conservant le critère de 10^{-6} an⁻¹ (flexibilité).

'The new regulatory Guidance on Requirements for Release of nuclear sites (GRR) allow operators to balance the overall safety and environmental risks associated with remediation and consider a broader range of options in pursuit of the optimised solution'



Définition de l'état final du site de Trawsfynydd

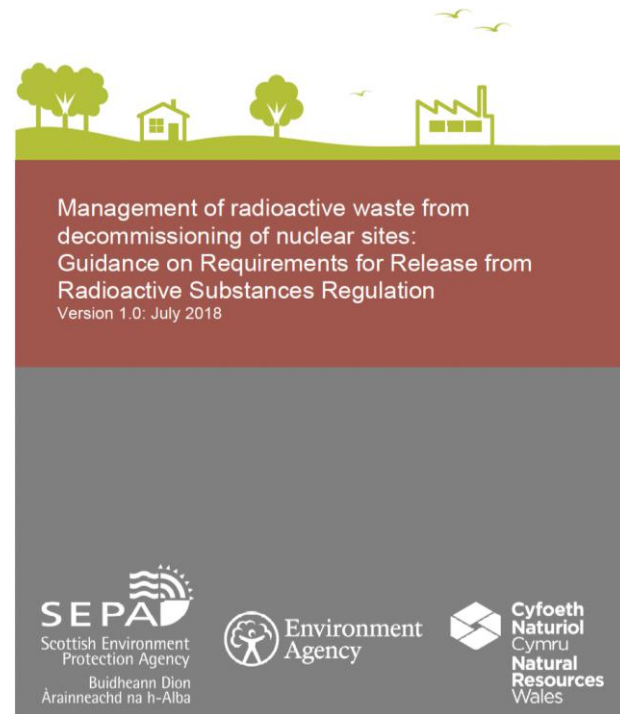


Définition de l'état final du site de Trawsfynydd

En particulier, l'exploitant a la possibilité de stocker des déchets sur site (*on site disposal*) :

- Sécuriser le terrain, par exemple en comblant les vides,
- Construction de routes,
- Construction de digues ou de barrières, etc.

Avantages identifiés : réduction des transports, réduction des risques travailleurs, réduction du volume de déchets, etc.



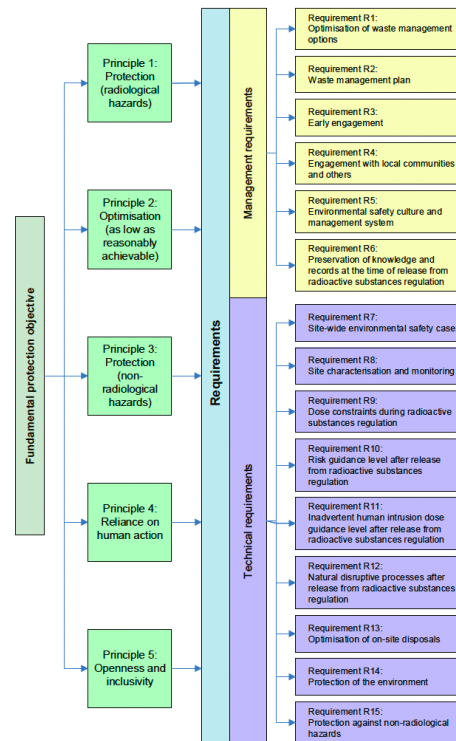
Définition de l'état final du site de Trawsfynydd

L'exploitant doit démontrer que les déchets utilisés ont des caractéristiques physiques et chimiques appropriées et qu'ils remplacent des matériaux qui seraient autrement nécessaires.

Par ailleurs :

Requirement R4 – Engagement with local communities and stakeholders

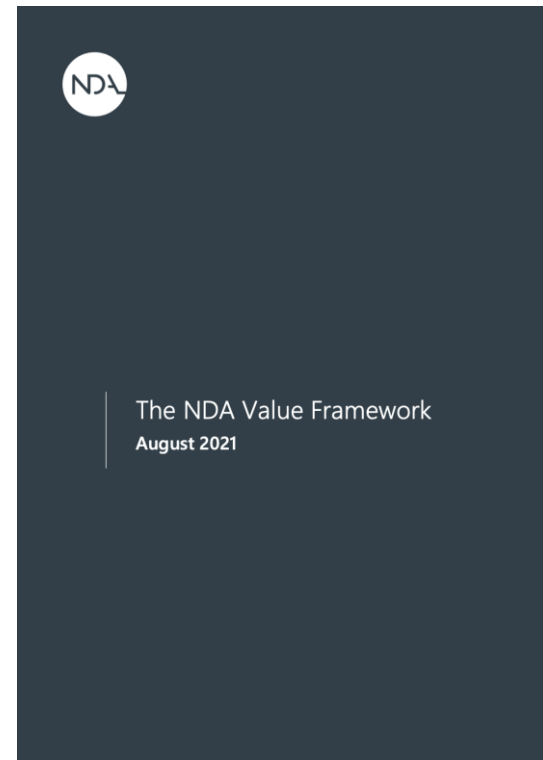
Requirement R13 – Optimisation of on-site disposal



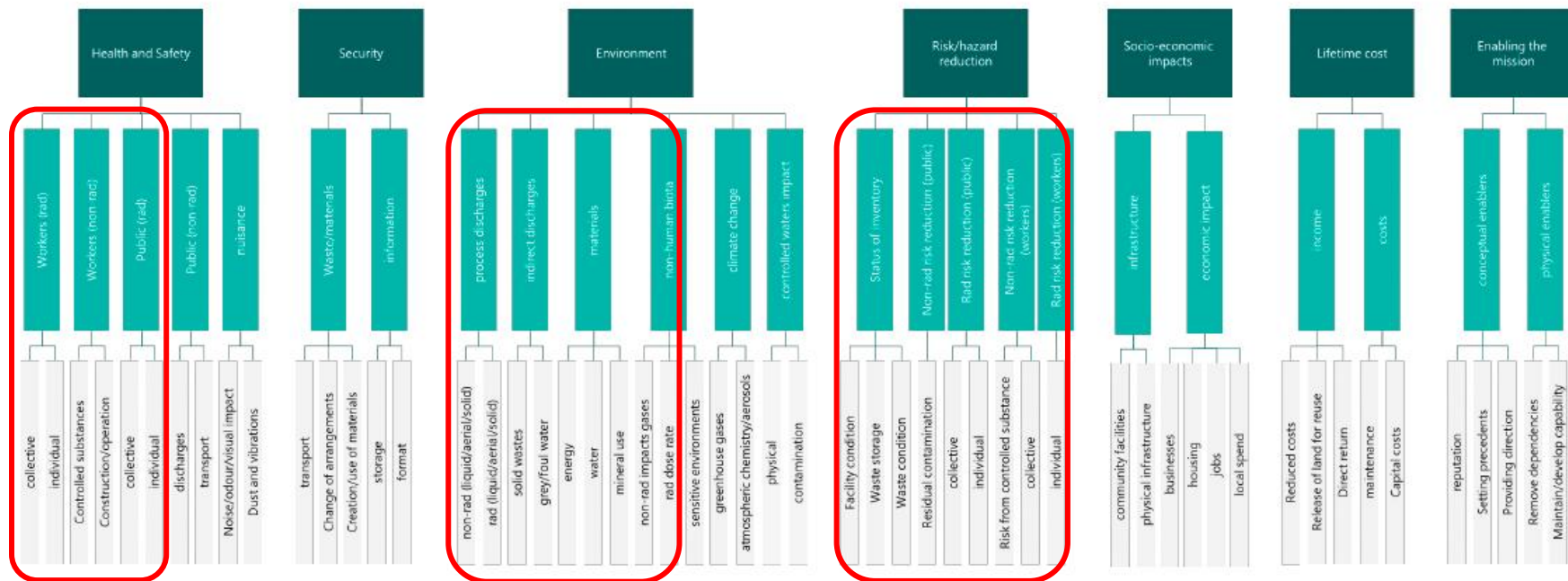
Définition de l'état final du site de Trawsfynydd

Dialogue consultatif sur les scénarios possibles : intérêt du NDA Value Framework pour juger du caractère optimisé d'une solution (avantages et inconvénients) à partir de critères en lien avec :

- Health and safety (exposition des travailleurs)
- Security (sécurité, protection physique)
- Environnement (ACV)
- Risk/hazard reduction
- Socio-economic impacts (emplois)
- Costs
- Enabling the mission (atteinte des objectifs)



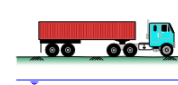
Définition de l'état final du site de Trawsfynydd



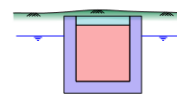
Définition de l'état final du site de Trawsfynydd

Attribute name	Physical removal and off-site disposal (baseline)	Physical removal and purely ex-situ on-site disposal	Pure in-situ disposal	Comments
Lifecycle worker dose (man-mSv)				
Conventional safety risk (workers)				
Deployment difficulty				ISD involves the least waste removal and construction work.
Time to end of liability		*	*	* Scored amber assuming that the lifetime of the authorisation/permit (LoA/P) for OSD or ISD options would extend beyond final site closure (FSC).
Lifecycle costs				Scored on site-wide basis.
Precautionary approach (safety)				Removing the radiological inventory eliminates the long-term risks.
Precautionary approach (environment)				Removing the radiological inventory eliminates the long-term risks.
Burden on future generations		*	*	* Scored amber assuming that LoA/P for OSD or ISD options would extend beyond FSC.
Proximity				
Disturbances				Scored at site-wide level
Susceptibility to future degradation				ISD has less scope for engineered enhancement of containment.
Development Status				Off-site disposal routes exist and can be assumed to exist beyond the time of FSC. OSD and ISD are not yet available.
Dependence on other site facilities				ISD does not require other site facilities such as waste processing infrastructure
Impact of loss of corporate records / memory		*	*	* Scored amber assuming that LoA/P for OSD or ISD options would extend beyond FSC.

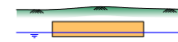
(a) Disposal by transfer



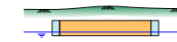
(b) Dedicated radioactive waste disposal facility *



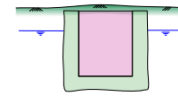
(c) Radioactive waste disposed of in-situ



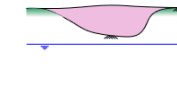
(d) Radioactive waste disposed of in-situ with engineered closure



(e) Radioactive waste disposal for filling an existing structure



(f) Radioactive waste disposal for void filling



(g) Radioactive waste disposal for screening bund



(h) In-situ contamination (not waste unless dug up)



Key:

- Containment structure
- Engineered closure
- Existing structure
- In-situ disposal of radioactive waste
- In-situ radioactive contamination
- Disposal of radioactive waste in dedicated facility
- Disposal of radioactive waste for a purpose
- Water table
- Ground surface

* A dedicated radioactive waste disposal facility may be constructed in a new or existing structure

Définition de l'état final du site de Trawsfynydd

Evolution réglementaire (2018) favorisant l'étude de scénarios alternatifs pour l'atteinte de l'état final tout en conservant les mêmes standards : intérêt d'une approche flexible du point de vue de l'économie circulaire et du développement durable.

Intégrer la question du développement durable conduit à considérer l'optimisation de la protection dans un cadre global (NDA Value Framework).

Intérêt d'une approche globale pour le dialogue technique avec des acteurs locaux sur les options possibles.

Enseignements du projet

Les approches tenant compte des principes de l'économie circulaire pour le démantèlement des installations nucléaires et la gestion des déchets radioactifs sont bien accueillies par les parties prenantes.

Des méthodes et des outils sont disponibles (NDA Value Framework, contaminated Land : Applications in Real Environments - CLAIRE -...)

Une évolution de la réglementation peut être nécessaire pour favoriser des approches innovantes, tout en maintenant les normes en matière de sûreté nucléaire et de RP.

Les capacités existantes d'élimination des déchets radioactifs doivent être considérées et gérées comme une ressource (explorer les alternatives).

sck cen



Studsvik



NATIONAL NUCLEAR
LABORATORY



AMPHOS²¹
an RSK company

merience



cepn

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE



RA TEN
ICN PITEȘTI

