



VALORISATION DE MATÉRIAUX TFA

PRÉSENTATION DU RAPPORT PNGMDR : « MODALITÉS DE RÉALISATION D'UNE FILIÈRE DE VALORISATION DE MATÉRIAUX MÉTALLIQUES »

PLAN DE LA PRÉSENTATION

- Introduction
- Etat des lieux (inventaire, flux, capacités de stockage)
- Produits finis en matériaux recyclés
- Installations industrielles existantes ou en cours d'étude (GB1, GV)
- Plan d'actions
- Une approche proportionnée aux enjeux
- Conditions de réussite
- Conclusions

INTRODUCTION

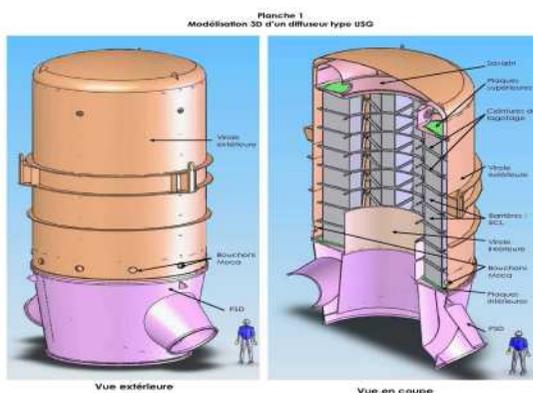
- **Demande (Article 12 du décret N°2013-1304 du 27/09/13) :**
 - « *L'ANDRA, AREVA, le CEA et EDF évaluent les modalités de réalisation d'une filière de valorisation des matériaux métalliques* »
 - Cette demande reprend dans un cadre élargi la demande du précédent PNGMDR (décret du 23 avril 2012) relatif à l'étude de « l'intérêt et la faisabilité de la valorisation de déchets métalliques TFA au sein de la filière nucléaire », (2010-2012).

- **Conclusions de l'étude précédente :**
 - Un gisement de matériaux métalliques (ferreux et non ferreux) susceptible d'être recyclés évalué entre 236 à 340 000 tonnes sur 30 ans (8 à 11 000 t/an en moyenne)
 - Trois familles de produits émergents susceptibles de constituer des débouchés pour une filière française de recyclage interne au nucléaire → Seuls les conteneurs de stockage pour les déchets nucléaires ont été retenus
 - La faisabilité industrielle de mise en œuvre d'une fonderie dédiée à la fabrication de conteneurs destinés au stockage de déchets FMA-VC n'est néanmoins pas démontrée (équilibre économique non garanti et fragile)

ETAT DES LIEUX (1/4)

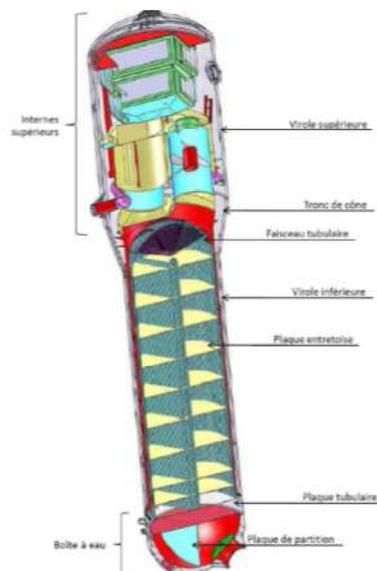
INVENTAIRES ET FLUX

Diffuseurs de l'usine George Besse 1 (GB1)



- ✓ 140 000 tonnes d'acier au carbone valorisable,
- ✓ 10 000 tonnes environ d'autres métalliques ferreux : aciers, fonte, inox, également valorisables

Générateurs de vapeur du parc EDF (GV)



- ✓ 130 000 tonnes dont 80% environ classable en TFA après découpe

Métaux multi-sources de démantèlement



- ✓ Estimé à 650 000 tonnes (13 000 t/an), en partie valorisable
- ✓ métaux ferreux et non ferreux

ETAT DES LIEUX (2/4)

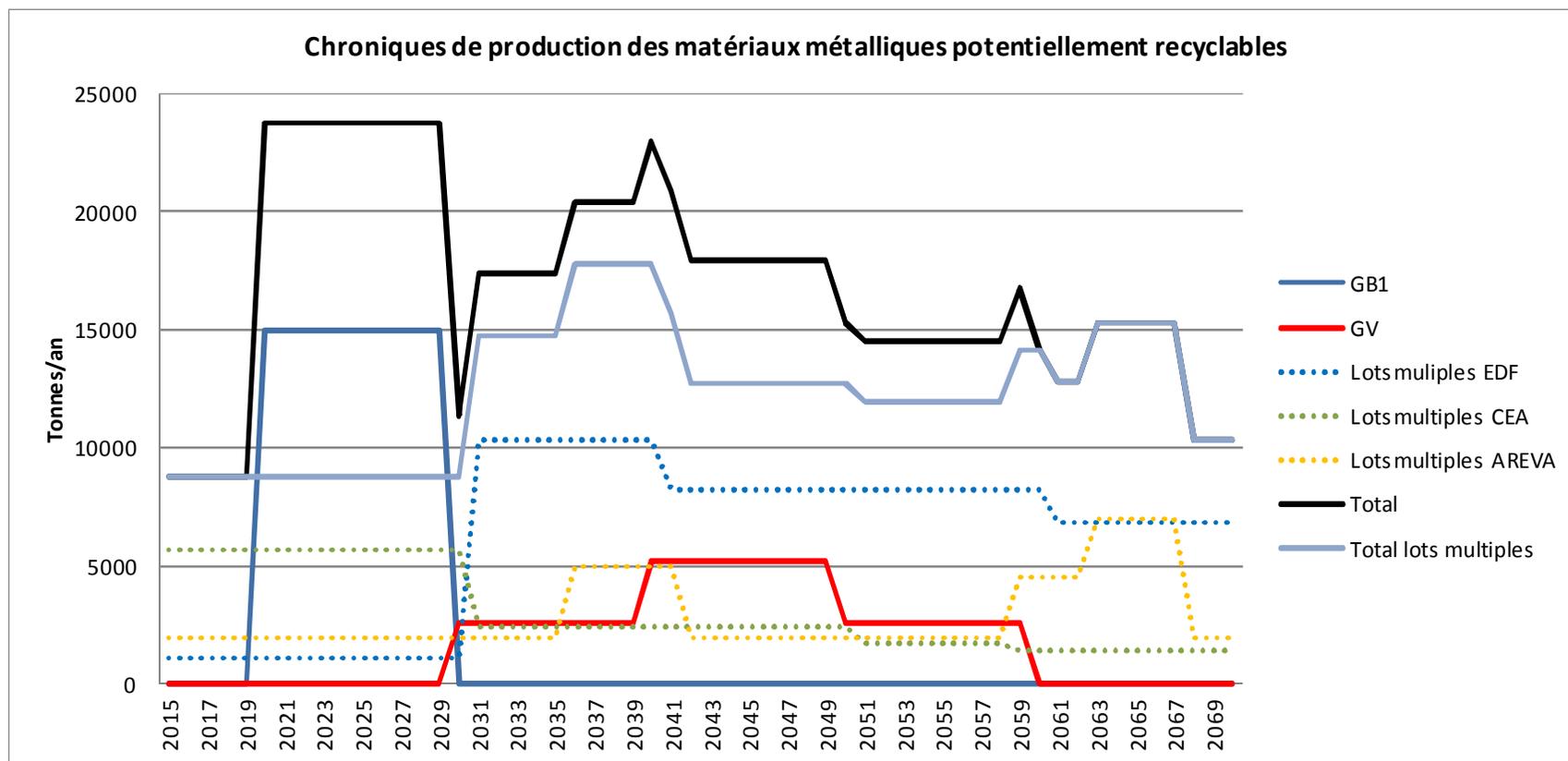
INVENTAIRES ET FLUX

- **Différentes caractéristiques sont à considérer pour évaluer l'opportunité de recycler ces matériaux et définir les modalités associées :**
 - Gabarit (taille et/ou masse) → impact sur les modalités de transport, de découpe, ...
 - Homogénéité des matériels, homogénéité des lots (nombre) → impact sur les contraintes de tri
 - Localisation → impact sur la logistique, sur les possibilités de mutualiser les moyens
 - Aptitude à une éventuelle décontamination :
 - Selon la composition du métal
 - Selon l'origine des radionucléides (contamination ou activation)
 - Selon le spectre radiologique :
 - Aptitude des radionucléides à se séparer de la masse du métal lors de traitement (en cas de décontamination par fusion notamment)
 - Effet de la décroissance radiologique

ETAT DES LIEUX (3/4)

INVENTAIRES ET FLUX

- Sur 2015-2070, plus de 900 000 tonnes de matériaux métalliques potentiellement recyclables sont à considérer



ETAT DES LIEUX (4/4)

CAPACITÉS DE STOCKAGE

- Un centre de stockage (CIRES) de capacité 650 000 m³, augmentation à 900 000 m³ à emprise constante à l'étude
- Un remplissage du CIRES plus rapide que prévu (actuellement 280 000 m³)
- Un volume des déchets TFA à terminaison(*) estimé à 2 000 000 de m³ dont une part importante de composants métalliques
- De très bas niveaux d'activité pour une grande partie des déchets traités :
 - Selon REX ANDRA (exploitation du CIRES) :
 - Activité des métaux multi-sources livrés : **23% < 1Bq/g, 65% < 5Bq/g** (valeurs très enveloppes)
 - Exposition personnel sur les activités de stockage TFA **< 50 µSv/an** (agent le plus exposé)
- Des matériaux métalliques qui présentent un potentiel de valorisation important

* : au périmètre des installations nucléaires existantes ou décidées

PRODUITS FINIS EN MÉTAL RECYCLÉ

- **Contexte général de l'industrie métallurgique (cas des métaux ferreux) :**
 - 13,8 millions de tonnes/mois d'acier brut produit par l'UE (dont le 1/10^e par la France)
 - 54% de la production issue du recyclage (soit un flux 4 000 fois celui des métaux TFA)
- **Des produits de valorisation sous forme de conteneurs de stockage FMA-VC sont en cours d'études par EDF :**
 - Conteneurs de type « **coque confinante** » (en remplacement des conteneurs béton)
 - Non retenu à ce stade par EDF (incertitudes relatives à l'acceptabilité en stockage, modifications à apporter sur les CNPE, faible nombre de conteneurs concerné, ...)
 - Conteneurs de type « **caisson blindé** » (en remplacement des caissons pré-bétonnés)
 - Conteneur considéré accessible (faible risque de non-acceptabilité en stockage, faible impact pour les utilisateurs)
 - Potentiel de valorisation estimé entre **80 000 et 140 000 tonnes**
- **D'autres produits de valorisation sous forme de conteneurs pour les stockages futurs sont étudiés par l'Andra → nécessitent une définition claire des exigences attendues sur les produits destinés au stockage**
- **D'autres produits de valorisation de matériaux issus de ZDN sont également envisageables par dérogation, prévue au Code de la Santé Publique → procédure non utilisée jusqu'à présent**

→ Les pistes identifiées sont actuellement étudiées par les producteurs (GV, GB1)

INSTALLATIONS EXISTANTES / À L'ÉTUDE (1/3)

- **Solutions industrielles de traitement de matériaux métalliques existent en France et à l'étranger (capacités néanmoins limitées) :**
 - France (Centraco) → fusion de déchets FA pour production de lingots destinés au stockage et recyclage sous forme de PRI
 - Suède (Studsvik) → découpe, tri, décontamination et fusion pour production de lingots décontaminés en Suède pour recyclage
 - Allemagne (Siempelkamp) → fusion pour fabrication de conteneur de stockage ou pour recyclage selon les niveaux
 - UK (MRF Lillyhall) → découpe, tri, décontamination (avant recyclage en conventionnel ou à Studsvik)
 - Belgique → tri-décontamination sur sites puis utilisation des installations métallurgiques conventionnelles

- **Solutions industrielles en cours d'études :**
 - AREVA et EDF ont déjà engagé des études dans le cadre de projets spécifiques (installation de traitement de GV, de diffuseurs)
 - Ils souhaitent poursuivre leur démarche inter-exploitants pour développer des synergies
 - Ces installations pourraient être utilisées pour traiter d'autres matériaux métalliques

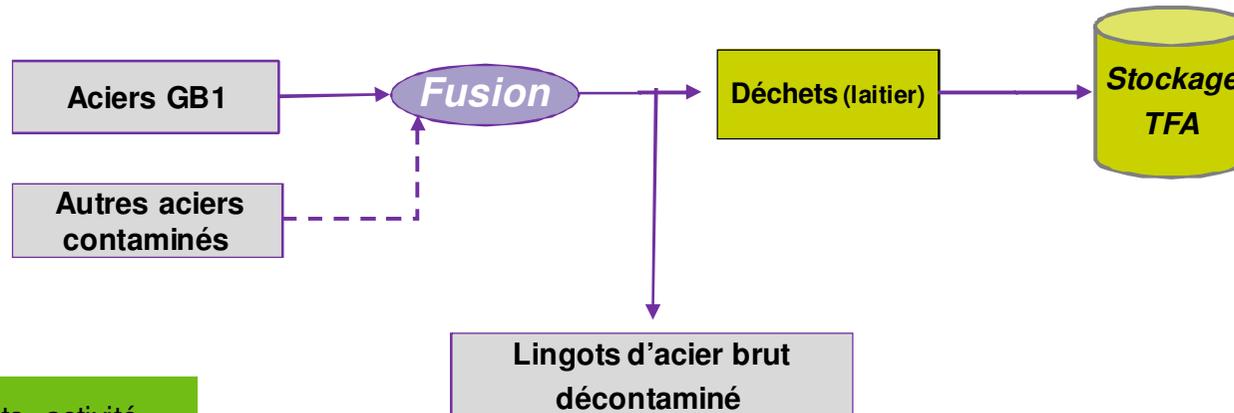
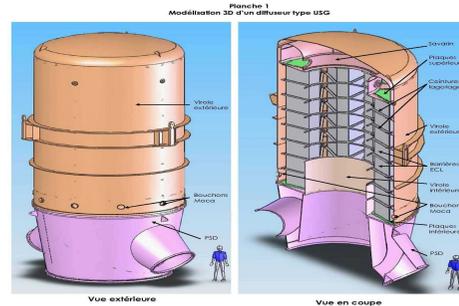
INSTALLATIONS EXISTANTES / À L'ÉTUDE (2/3)

TRAITEMENT ET RECYCLAGE DES DIFFUSEURS DE GB1/AREVA

Démonstrateur de fusion décontaminante

SITE DU TRICASTIN

Installation dédiée



1. Décontamination des circuits, activité radiologique inférieure à 2 Bq/g
2. Dépose des diffuseurs
3. Préparation des charges
4. Fusion décontaminante (levée statut déchet)
5. Seconde fusion (secteur métallurgique)

Économie globale de stockage évaluée à environ 115 000 m3.

HORS SITE DU TRICASTIN

Industries conventionnelles identifiées

INSTALLATIONS EXISTANTES / À L'ÉTUDE (3/3)

TRAITEMENT ET RECYCLAGE DES GV DU PARC REP

- Étude de faisabilité d'une filière de fusion/recyclage des générateurs de vapeur (GV) engagée par EDF depuis 2012
- Une installation centralisée de type ICPE géographiquement accessible aux gros composants semble intéressante (*a minima* pour découper les GV) en raison :
 - du grand nombre de GV
 - environ 180 GV usés issus des opérations de remplacement (en partie déposés)
 - GV de démantèlement du parc à terme
 - du gabarit important des GV (300 à 450 tonnes / 20 m de long)
 - du contenu radiologique des GV,
- L'installation peut être complétée d'un atelier de fusion, voire d'un atelier de fabrication de produits en fonte (conteneurs de stockage notamment)
- REX européen existant (GV Suédois du même type traités dans l'installation de Studsvik) → jusqu'à 85% de recyclage (lingots recyclés en Suède en installations conventionnelles)
- Études technico-économiques en cours pour valider l'engagement dans une filière de valorisation



PLAN D' ACTIONS

- Le plan d'actions élaboré par les exploitants nucléaires consiste à :
 1. Poursuivre et concrétiser les études sur les solutions industrielles envisagées principalement pour les deux lots homogènes (GB1 et GV) et développer les synergies et mutualisations possibles,
 2. Identifier et caractériser les débouchés possibles de valorisation selon la réglementation en vigueur (dans et hors nucléaire),
 3. Mettre en évidence l'intérêt d'évolutions réglementaires, ou d'une application de la réglementation adaptée aux risques, auprès des pouvoirs publics et des parties prenantes pour développer des filières de valorisation, notamment pour l'ensemble des lots divers, majoritaires en volume, pour lesquels ne sont pas à ce stade identifiées de solutions industrielles.

UNE APPROCHE PROPORTIONNÉE AUX ENJEUX

- **Les déchets nucléaires dits « TFA » regroupent :**
 - Des matériaux non radioactifs au sens réglementaire du terme (CSP et DIR 13-59) c'est-à-dire n'impliquant en toute circonstance aucune mesure de radioprotection,
 - Des matériaux de très faible radioactivité de niveaux divers (TTFA à TFA)
- **Compte-tenu de ces différentes natures et à l'instar des principes en vigueur pour les déchets industriels et dangereux, la gestion de ces déchets doit être proportionnée aux enjeux sanitaires et environnementaux dans l'objectif notamment de :**
 - Limiter l'inventaire des matériaux nécessitant une gestion spécifique
 - Élargir le champ des débouchés pour le métal recyclé
 - Faciliter les conditions de mise en œuvre des solutions de recyclage et d'en favoriser l'équilibre économique
 - Favoriser, à travers le recyclage, la mise en place d'un système d'économie circulaire requis par ailleurs par le projet de loi de transition énergétique et la hiérarchisation des modes de traitement
 - Assurer une cohérence : avec les autres matériaux analogues provenant des autres pays de l'union européenne, dans un contexte de libre échange des biens et des marchandises
 - Sécuriser le coût et la durée des programmes d'assainissement démantèlement

CONDITIONS DE RÉUSSITE DU RECYCLAGE IDENTIFIÉES

■ Contrôler les matériaux après décontamination et homogénéisation

- Des filières de traitement (découpe, tri, décontamination, ...) / valorisation sont mises en place avec succès en Europe
- Des contrôles aux différentes étapes des filières permettent de garantir la disparition puis l'inexistence de la dangerosité des métaux.
- La France dispose d'un savoir-faire et d'un outil industriel à travers l'installation Centraco (décontamination et homogénéisation de déchets métalliques par fusion).

■ Prendre en compte des conditions sociétales d'intégration des filières de recyclage

- Le déclassement de métaux après contrôle dans les pays où il est pratiqué ne rencontre pas d'opposition des opinions publiques.
- Les exploitants nucléaires souhaitent étudier les conditions de l'intégration de ces nouvelles filières, en abordant cette question sans éluder aucune des considérations sociétales, éthiques, sanitaires et environnementales et économiques

■ Prendre en compte des réalités industrielles :

- Le recyclage des métaux se développe dans plusieurs pays, dès lors qu'un cadre réglementaire proportionné aux enjeux est mis en place et que la pertinence économique de l'activité est assurée (cf. UK, Suède, Allemagne...)
- L'industrie nucléaire française dispose d'un inventaire voisin du million de tonnes d'acier qui incite à examiner la faisabilité du développement d'une activité industrielle autour de la valorisation.

CONCLUSIONS

- Un inventaire des matériaux métalliques TFA sur 2015-2069 d'environ 900 000 tonnes
- Des débouchés actuellement étudiés en termes de valorisation → potentiel de l'ordre de 80 000 à 140 000 tonnes sous forme de conteneurs
- La capacité de stockage actuelle = environ 1/3 des volumes de déchets TFA estimés à terminaison
- Le cadre réglementaire actuel relatif à la gestion des déchets incite à développer le recyclage et à utiliser au mieux les capacités de stockage
- Des solutions industrielles de traitement / recyclage de métaux existent en France et en Europe et des projets sont à l'étude (GV, GB1)

→il convient de :

- 1. Poursuivre et **concrétiser les études** sur les solutions industrielles envisagées principalement pour les deux lots homogènes (GB1 et GV) et développer les synergies et mutualisations possibles,
- 2. Identifier et caractériser **l'ensemble des débouchés possibles de valorisation** selon la réglementation en vigueur; y compris en dehors du domaine nucléaire
- 3. Mettre en évidence l'intérêt **d'évolutions réglementaires, ou d'une application de la réglementation adaptée aux risques**, auprès des pouvoirs publics et des parties prenantes pour développer des filières de valorisation, notamment pour l'ensemble des lots divers, majoritaires en volume, pour lesquels ne sont pas à ce stade identifiées de solutions industrielles

LES DÉCHETS TYPE « GRAVATS »

Un exemple de valorisation possible en matériaux de remplissage au CIREs

LA VALORISATION DES BÉTONS TFA APRÈS CONCASSAGE EN MATÉRIAU DE REMPLISSAGE AU CIRES (EN SUBSTITUTION À LA GRAVE)



Entre les colis



Entre les couches de colis

**Intérêt principal:
une meilleure
utilisation de
l'espace de
stockage**



Remplissage des colis

Mise à jour des prévisions de livraisons: terres et gravats TFA

70% de gravats

Critère d'activité à **1 Bq/g** (initial, extension ultérieure sur la base du retour d'expérience))

→ 1 800 m³ valorisables par an après traitement

→ 8% du volume de grave utilisé annuellement

Les travaux en cours

Des dispositions particulières pour l'exploitation des alvéoles

Une étude en cours sur un procédé de concassage et de traitement des déchets induits

→ **Une analyse de pertinence technico-économique**