

## Introduction

En France les déchets radioactifs de très faibles activités composés majoritairement de métaux sont destinés au regroupement et l'entreposage dans le centre industriel de l'ANDRA (cires). Le démantèlement à venir de plusieurs installation nucléaires va générer une quantité de déchets TFA au-delà des capacités de stockages prévues.

Dans le but de préserver ces capacités de stockages des déchets radioactifs considérées comme une ressource rare, des options alternatives ou complémentaires comme la fusion densifiante ou la valorisation, sont à l'étude.

Les modalités de cette valorisation de déchets TFA reposeront sur la fiabilité du procédé industriel de décontamination et de fusion, mais aussi sur l'évolution de la réglementation en vigueur pour permettre la libération des déchets TFA d'activité inférieure à 2 bq/g.

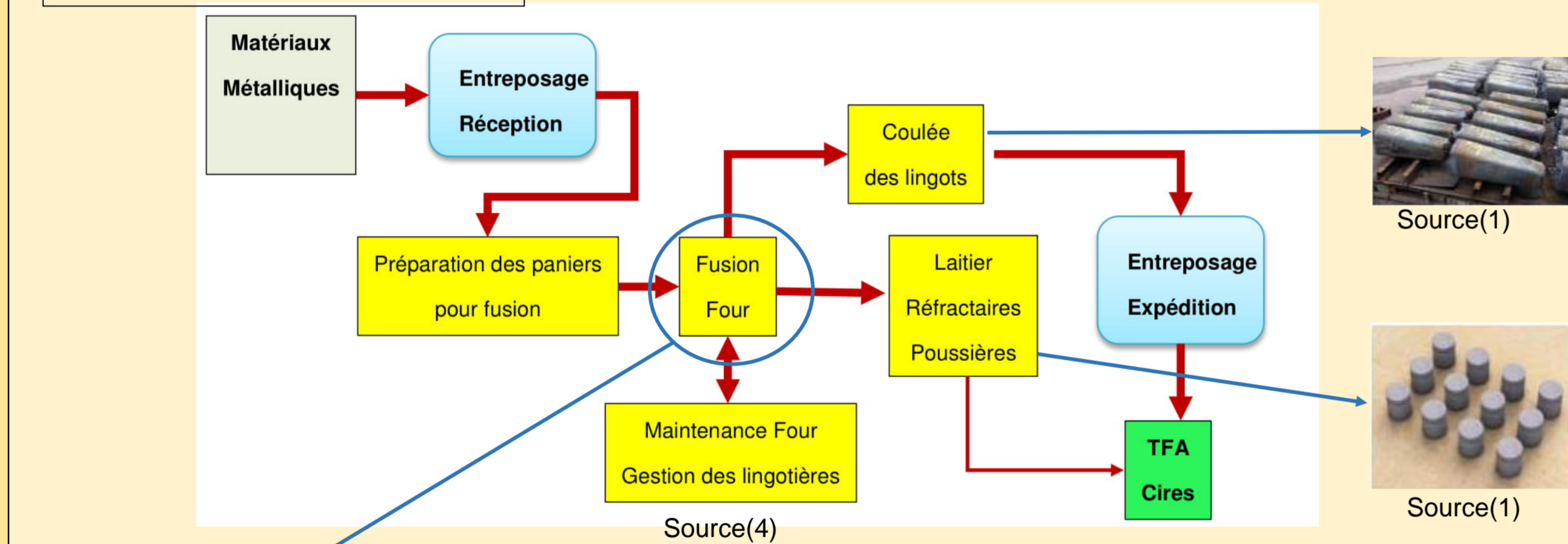
## Matériels et méthodes

Choix de la technologie de fusion pour l'ITMF

FOUR ÉLECTRIQUE À ARC		FOUR À INDUCTION	
Consommation élevée d'énergie	-	Économie d'énergie	+
Fonte de matériaux métalliques de grandes dimensions ; de moins bonne qualité	+	Fonte de matériaux métalliques propre et de moindre taille	-
Confinement de la matière lors de la fusion	+	Risque d'explosion élevé	-
Système de captage et d'épuration des effluents gazeux	+	Nécessité d'un opérateur pour la gestion de la fusion	-
Système automatique sans présence d'un opérateur	+	Peu adéquat à la fusion densifiante	-

➤ FEA, la technologie de fusion la plus adaptée pour l'ITMF

Organisation de l'ITMF

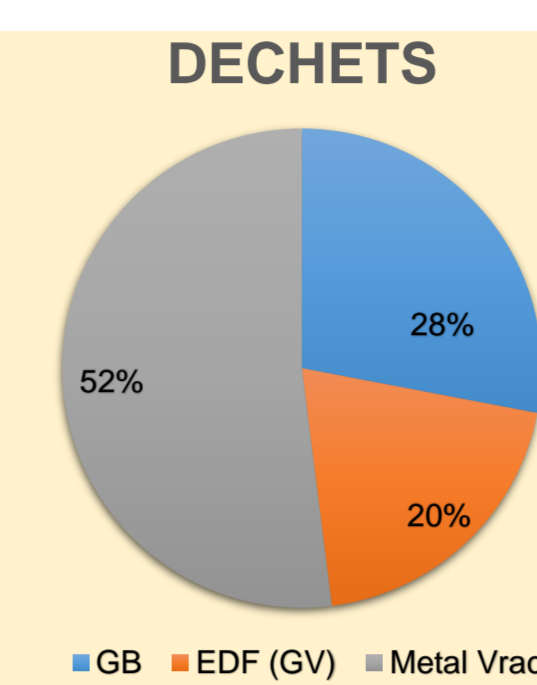


- Le four utilise l'énergie thermique de l'arc électrique établi entre une (ou plusieurs) électrode(s) de carbone et le métal pour obtenir une température suffisante à sa fusion. (4)
- Cette fusion permet la séparation entre le laitier de densité plus faible en surface et le métal plus lourd dans la partie inférieure

- Les impuretés, certains radioéléments, les poussières migrent dans le laitier grâce à la gravité, l'ajout d'additifs chimiques pour favoriser la décontamination est une option.
- Les laitiers contaminés seront séparés du métal fondu par décrassage.
- L'utilisation successive de plusieurs fours améliorera l'efficacité de la décontamination.
- Une suite de procédés de la sidérurgie classique permettra la fabrication de lingots destinés au recyclage hors filière nucléaire et les déchets radioactifs induits en centre de stockage.

## Etat des connaissances

• Les déchets à venir provenant du démantèlement

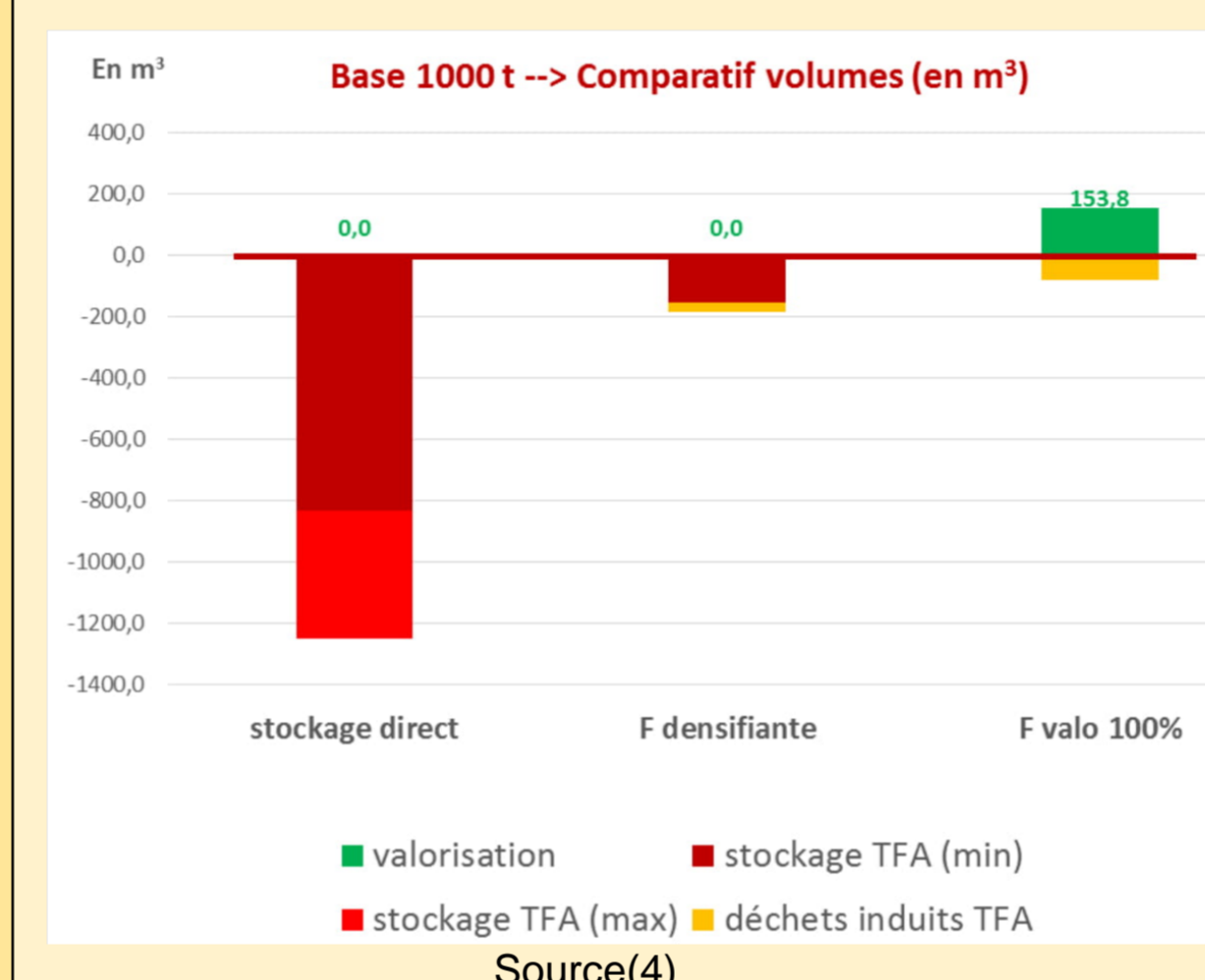


Déchets du démantèlement, source (1)

- Le site de ORANO tricastin d'une superficie de 4ha devrait abriter l'installation de traitement de métaux par fusion (ITMF) et débuterait en 2029 (2)
- Les solutions à l'étude pour palier au manque d'espace de stockage à venir sont la fusion avec valorisation et la fusion densifiante des TFA pour réduire le volume utile stockage
- Le procédé retenu pour la décontamination avant valorisation de l'acier provenant du démantèlement de GB ou de la segmentation des GV est le décrassage.
- L'état français dans la Transposition de la directive 2013/59/EURATOM n'applique pas le volet sur la libération comme dans d'autres pays européens sauf par dérogation R.1333-5 du CSP.(1)

## Résultats et interprétations

Comparaison des différentes solutions



➤ Pour masse de déchet TFA 1000 tonnes :

- Solution de stockage Vrac sans fusion  
 $V_{\min}(\text{déchet}) : 833\text{m}^3$   
 $V_{\max}(\text{déchet}) : 1250\text{m}^3$
- Solution Fusion densifiante (FD)  
 $V_{\min}(\text{déchet FD}) : 154\text{m}^3$   
 $V_{\max}(\text{déchet induit}) : 30\text{m}^3$
- Solution Valorisation  
 $V_{\min}(\text{Métal valorisation}) : + 154\text{m}^3$   
 $V_{\max}(\text{déchet induit}) : (40-80)\text{m}^3$

Solution de fusion : gain de volume de stockage >5  
 Solution de fusion densifiante: gain de volume de stockage ≥ 6  
 Solution de fusion-Valorisation : gain de volume de stockage ≥ 15

Impact radiologique

- Opérateur intervenant sur les laitiers : plusieurs dizaines de  $\mu\text{Sv}/\text{an}$  et  $\ll 1\text{mSv}/\text{an}$  (3)
- Opérateur laitiers (fusion N°1) : Dose  $\leq 1\text{mSv}/\text{an}$  (déchets induits)
- Dose (Publiques ; travailleurs ITFM)  $\leq 10 \mu\text{Sv}/\text{an}$

L'étude d'impact montre des niveaux d'expositions acceptable, le risque de contamination ne constitue pas frein à la réalisation du projet de valorisation et d'amélioration du stockage des déchets TFA

## Conclusion

Le projet de valorisation des déchets nucléaires TFA est une solution viable pour résoudre les problèmes de stockage qu'entraînerait le démantèlement des INB en fin de vie. L'expertise des acteurs du nucléaire (EDF, CEA et ORANO) montre que :

- un volume important de stockage de déchets pourrait être préservé;
- le volume de matériaux métalliques recyclés pourrait accroître l'activité de la filière industrielle métallurgique nationale;
- le risque radiologique serait sans danger pour l'homme et l'environnement.

Le retour d'expérience Des autres pays européens (Suède, le royaume uni) ayant réussi à le mettre en œuvre nous démontre que la réglementation française actuelle devra évoluer et permettre la libération des déchets sous un certain seuil.

Pour y arriver, les acteurs du nucléaire devraient rétablir une relation de confiance avec l'opinion publique en tenant compte des considérations sociétales, éthiques, sanitaires et environnementale de celle-ci.

(1)ORANO, EDF, 2019. EDF\_Orano Valorisation\_des\_métaux\_TFA\_des\_INB. France.

(2)ORANO, EDF, 2018. Traitement et valorisation des grands lots homogènes de matériaux métalliques TFA provenant de l'usine Georges Besse d'EURODIF et des générateurs de vapeur des CNPE d'EDF.

(3)EDF, ORANO, AREVA, 2014. evaluation des modalités de réalisation d'une filière de valorisation des matériaux métalliques issus du démantèlement des installations nucléaires.

(4)ORANO, SOCODEI, EDF, 2016. Étude de faisabilité technico-économique de la fusion de déchets métalliques TFA en vue de leur densification.

(5) Illustration, four électrique à arc, <http://spanish.metallurgicalmachinery.com/sale-10786651-computer-controlled-electric-arc-furnace-round-compressed-air-system-iso-certification.html>