

Le projet PIVIC : un projet collaboratif visant la sûreté du stockage des déchets mixtes MA-VL dans CIGEO

Pauline Lemonnier

Master 1 Risques Environnementaux et Sûreté Nucléaire

INTRODUCTION

43 000 m³ (ANDRA, 2019) : c'est le volume de déchets **MA-VL** (Moyenne Activité – Vie Longue) de type verre, métal et matière organique destinés à terme à être stockés en couches géologiques profondes (projet CIGEO). A l'heure actuelle, du fait de l'irradiation, la **matière organique** contenue dans ces déchets produit du dihydrogène (H₂) susceptible d'entraîner des **explosions** et rendant ainsi ces colis non aptes à ce type de stockage. En 2010, l'ASN (Autorité de Sûreté Nucléaire) demande donc à ORANO de trouver une solution pour détruire la matière organique contenue dans ces déchets et ainsi réaliser des colis MA-VL acceptables par l'ANDRA (Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs). De cette demande, né un projet collaboratif entre l'ANDRA, ORANO et le CEA : le projet **PIVIC : Procédé d'Incinération Vitrification In Can**. Il permettrait à terme d'assurer une meilleure **sûreté** dans le stockage des déchets MA-VL et par la même occasion de réduire par 8 le volume de ces mêmes déchets.

Le projet PIVIC : entre destruction de la matière organique et amélioration de la sûreté de stockage des déchets MA-VL destinés à CIGEO

Déroulement du projet PIVIC



Figure 1 : La chronologie du projet PIVIC (ANDRA, 2017)

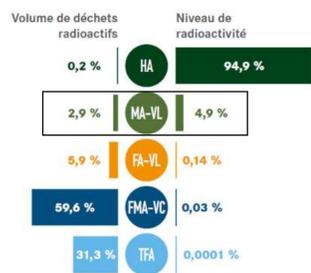
I-Les déchets concernés

En 2010, l'ASN demande à ORANO d'étudier une solution de traitement pour certains déchets MA-VL appelés **déchets mixtes MA-VL**.

Caractéristiques des déchets MA-VL français

	Déchets MA-VL
Volume de déchets	3 %
Part de la radioactivité	5 %
Type de contamination	α
Activité massique	10 ⁵ – 10 ⁹ Bq/g
Demi-vie	> 31 ans

Tableau 1 : Caractéristique des déchets MA-VL (ANDRA, n.d.)



Histogramme 1 : Répartition des déchets nucléaires français en 2018 (ANDRA, 2019)

Les déchets concernés par PIVIC : les déchets mixtes MA-VL (3 000 m³) (ANDRA, 2017)

Un **déchet mixte** est un mélange de déchets organiques (= plastique : matière combustible : gants, tenues de protection...) et de déchets métalliques. Cette famille regroupe des déchets solides principalement contaminés au plutonium lors du **retraitement du combustible usé** d'oxyde d'uranium (UO₂) et de la **fabrication du combustible MOX** : un mélange d'oxyde d'uranium et d'oxyde de plutonium (UO₂, PuO₂).

Les déchets qui pourraient-être concernés : les déchets bitumés MA-VL (8 800 m³) (ASN, 2019)

Les **Fûts d'Enrobés Bitumés** (FEB) sont composés de bitumes et de **boues** contenant des radionucléides émetteurs α et γ . Pour les mêmes raisons que les colis de déchets mixtes, l'ASN à, en janvier 2018 interdit le stockage en couches géologiques profondes des FEB en l'état actuel. Le CEA voit alors en PIVIC une solution pour le retraitement des FEB, nécessitant toutefois quelques adaptations.



Photo 1 : FEB (ASN, 2019)

II-Première partie du procédé PIVIC : le four à combustion

Le procédé PIVIC est une **association** inédite de plusieurs technologies déjà utilisées et éprouvées aujourd'hui dans l'industrie électronucléaire : l'**incinération-vitrification** par torche plasma et la fusion de métal par **induction**. A la différence des CSD-C (Colis Standards de Déchets Compactés) actuels : le traitement et le conditionnement ont lieu ici en **une seule étape**.

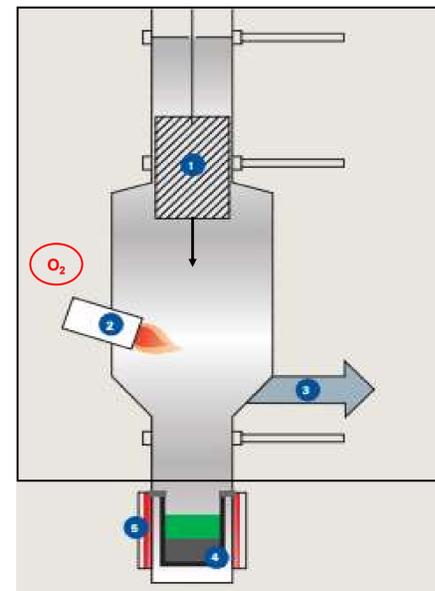


Schéma 1 : Principe du fonctionnement du procédé PIVIC (ANDRA, 2017)

Les étapes de traitement (ANDRA, 2017)

1 Introduction du déchet mixte par le haut de la chambre à combustion



Photo 2 : Déchet mixte (ANDRA, 2017)

2 La torche à **plasma** à oxygène (O₂) brûle la fraction organique du déchet sous une température de **800 °C** sous forme de **cendres** et de **gaz** (CO₂)

3 Evacuation des gaz vers un système de traitement

Adaptations possibles du procédé PIVIC aux **FEB** (ASN, 2019) :
 -Découpe préalable du fût nécessaire par jet d'azote liquide
 -Contrôle à distance de l'installation du fait des émetteurs γ

III-Deuxième partie du procédé PIVIC : le four de fusion/vitrification

Le déchet (métal et cendres) est ensuite descendu dans le bas du procédé où le métal en fusion est chauffé par **induction basse fréquence** (1 200 – 1 400 °C). A l'interface métal/verre, le métal en fusion par transfert thermique chauffe la fritte de verre borosilicatée qui piège les cendres contenant les radioéléments. Est obtenu un **colis biphasique** dans un creuset en céramique.

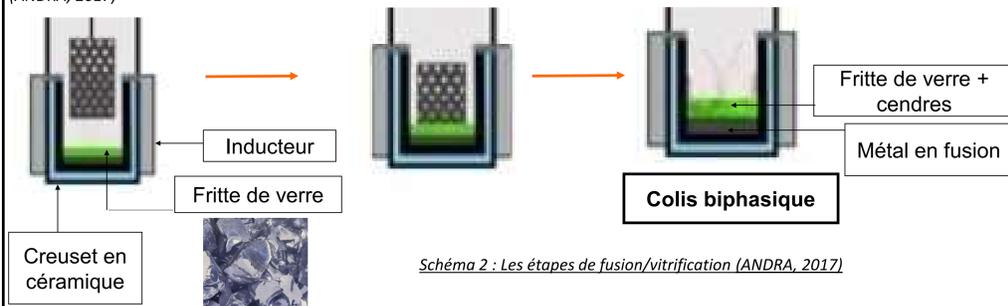


Schéma 2 : Les étapes de fusion/vitrification (ANDRA, 2017)



Photo 3 : Bain de verre et métal en fusion (ANDRA, 2017)

IV-Le colis primaire final

- Le colis final obtenu est un **colis biphasique** : une couche métallique au fond issue de la fusion des déchets métalliques et une couche de vitrifiat au-dessus issue de la vitrification des cendres.
- Avant stockage définitif, le creuset en céramique fera l'objet d'un sur conditionnement en conteneur inox : principe **multi barrière**.



Photo 4 : Le creuset final (ANDRA, 2017)

CONCLUSION

- Le projet PIVIC promet une meilleure **sûreté** de stockage par : l'**élimination** de la matière organique par combustion, la **résistance** à l'irradiation via la matrice vitreuse, permettant ainsi le stockage en couches géologiques profondes.
- Il permettra à terme la réduction par un facteur 8 du volume de déchets à stocker et ainsi **optimiser** l'espace de stockage : 180 litres pour un CSD-C contre 233 litres pour un colis PIVIC.
- Pour terminer, il assurera la **sécurité** des travailleurs : le traitement et le confinement étant simultanés aucun pré-tri des déchets n'est nécessaire permettant ainsi la diminution de la dose absorbée par les travailleurs.

Bibliographie

- ANDRA, 2017. PIVIC : le projet de vitrification innovant et collaboratif I Recherche et innovation.
- ANDRA, n.d. Déchets contaminés en émetteurs alpha conditionnés dans un colis PIVIC par incinération/vitrification (Orano/La Hague). Disponible : <https://inventaire.andra.fr/familles/dechets-contamines-en-emetteurs-alpha-conditionnes-dans-un-colis-pivic-par>
- ASN, 2019. Avis sur la gestion des colis de déchets nucléaires bitumés. Disponible : <https://www.asn.fr/l-asn-informe/actualites/avis-sur-la-gestion-des-colis-de-dechets-nucleaires-bitumes>
- IRSN, 2017. Projet de stockage Cigéo – Examen du Dossier d'Options de Sûreté. Rapport IRSN n°2017-00013.
- ORANO, 2018. Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs 2016-2018 : rapport d'étape présentant l'état d'avancement à fin 2018 des travaux de développement du procédé d'incinération / vitrification (PIVIC) visant à conditionner les déchets MA-VL organiques riches en émetteurs alpha