

Quel avenir pour les résidus issus de la conversion de l'uranium à Malvési?

Alexandre SAN NICOLAS

Master 1 Risques Environnementaux et Sécurité Nucléaire

I - Introduction

L'usine d'Orano Malvési (11), premier maillon de la transformation de l'uranium depuis les années 1960 en vu d'une utilisation au sein de nos réacteurs français, procède à la transformation de l'uranium naturel issu des mines en **tétrafluorure d'uranium**. Le développement de l'industrie électronucléaire a poussé Orano (Areva, Comurhex) à accroître la production de tétrafluorure d'uranium au cours des dernières décennies, et ainsi accumuler les **résidus issus de la conversion**,

Ces résidus obtenus lors du procédé de conversion, présentent des **caractéristiques radiologiques et chimiques** qui peuvent être un risque pour la population et pour l'environnement à proximité du site. Au total ce sont, en 2019, environ **724 400 m³** de résidus (solides et liquides) qui sont entreposés dans les **9 bassins de décantation ou d'évaporation** du site.

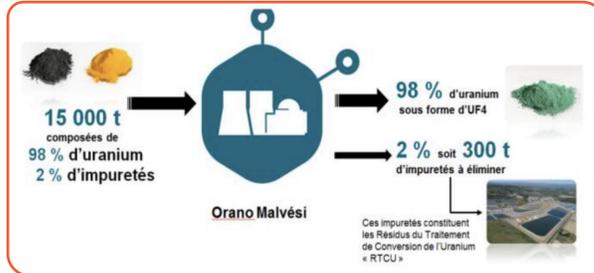


Figure 1 : Quantités de matière en jeu, Source : Orano

II – Procédé de conversion et traitement des effluents

Ces déchets produits ont pour origine la première partie du procédé de **conversion** de l'uranium, du minerai concentré vers l'UF₄.

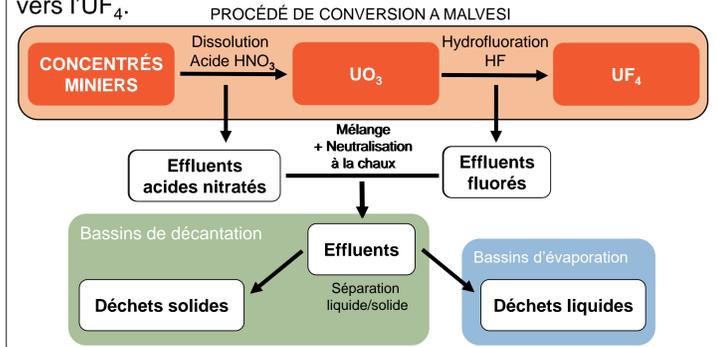


Figure 2 : Schéma de production des résidus issus de la conversion à Malvési, Source : Personnelle, [4]

III – Déchets historiques

Les différentes étapes de la conversion de l'uranium sont à l'origine de plusieurs effluents liquides : les **effluents nitrates acides** contenant résidus et impuretés issus du minerai d'uranium et des **effluents issus de l'hydrofluoruration** contenant du fluor.

Les résidus obtenus après traitement sont alors solides: **boues de fluorine et hydroxydes métalliques dans B1, B2, B5 et B6**, mais aussi des **effluents liquides clarifiés** qui sont conduits dans les bassins **B7 à B12 en vue d'une évaporation naturelle**.



Figure 3 : Entreposage des déchets historiques, Source : [5]

Déchets historiques

(2019)	Volume (m ³)	Activité massique (Bq/g)	Caractéristiques
Bassins B1 et B2 INB N°175 ECRIN	280 000	490	Boues (radioéléments, impuretés..)
Bassins B5 et B6	70 400	230	Activité due à l'uranium naturel
Déchets liquides nitrates B7 à B12	374 000 (dont 130 000 t de Nitrates)		Concentration en Uranium <0,5 mg/L Présence de Radium

Tableau 1: Inventaires des déchets RTCU historiques, Source : [3]

Depuis 2012, les déchets issus de la conversion sont nommés **RTCU***(Résidus de traitement de conversion de l'uranium), on différencie, à partir du 1^{er} janvier 2019, les RTCU historiques déjà produits, des **RTCU** à produire, considérés par l'ANDRA comme FA-VL ou TFA et donc ajoutés aux inventaires de déchets et matières radioactives présentes sur le territoire.

IV – Procédés de gestion mis en place



Figure 4 : Localisation des projets, Source : [8]

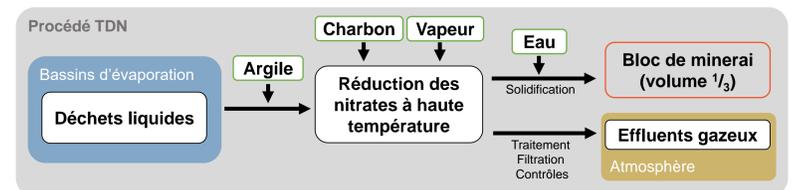
Dans le cadre du PNGMDR 2013-2015, la nouvelle ligne directrice est :

- optimiser les volumes de déchets
- favoriser les filières de déchets existantes

Dans ce but, plusieurs projets ont vu le jour, dont la création de l'**INB ECRIN**, sur le site des bassins 1 et 2, les projets TDN, TEA, PERLE et CERS.

OPTIMISATION DES VOLUMES

- **TDN** (traitement des nitrates) : Le projet vise à traiter sur place les effluents nitrates contenant substances chimiques et radionucléides.



- **TEA** (traitement des effluents acides) : Le projet vise à remplacer le procédé de neutralisation à la chaux par un procédé optimisé dans le but de réduire le volume des RTCU futurs d'un facteur 4.

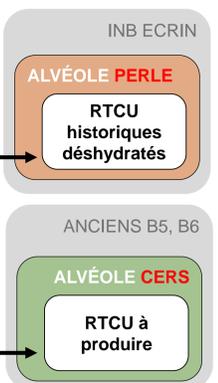


ENTREPOSAGE

Dans le but d'un entreposage sur site des RTCU historiques et à produire, 2 projets ont été retenus :

- **PERLE**: Alvéole d'entreposage des RTCU historiques
 - Au sein de l'INB ECRIN
 - 27 000 m³ de capacité de stockage

- **CERS**: Alvéole d'entreposage des RTCU à produire (+ excès RTCU historiques)
 - Située sur l'ancien B3
 - D'autres alvéoles seront érigées en fonction des déchets produits.



V – Déchets à produire

Les procédés mis en place dans le traitement des différents résidus tendent à faire apparaître **4 catégories** de RTCU à produire. Leurs caractéristiques et l'estimation des volumes à produire sont exposées ci-contre.

	Flux annuel (m ³ /an)	Activité massique (Bq/g)	RN Principaux	Caractéristiques chimiques	Déchets à produire
Boues déshydratées	Stock de 35 000	410	²³⁰ Th, ²³⁴ U, ²³⁸ U, ²³⁵ U	Hydroxydes, fluorines et Gypse, Nitrates	
Fluorines	900	3	²³⁴ U, ²³⁸ U, ²³⁵ U	Fluorines (CaF ₂) Absence de nitrates	
Gypses	450	1690	²³⁰ Th, ²³⁴ U, ²³⁸ U, ²³⁵ U	Gypse (CaSO ₄) Faible Concentration en nitrates	
Déchets TDN	5700	17	²²⁶ Ra, ⁹⁹ Tc	Aluminosilicates Absence de nitrates	

Tableau 2: Estimations annuelles des déchets RTCU à produire, Source : [2]

Les volumes de déchets à produire se verraient réduits grâce aux procédés mis en place, et leur dangerosité diminuée permettrait d'envisager un traitement par les services en place de l'ANDRA.

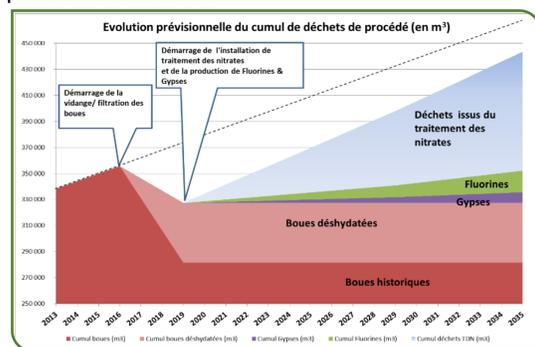


Figure 5 : Évolution prévisionnelle des déchets à produire, Source : [2]

Ces différentes catégories de déchets ont été et continuent d'être étudiées par l'ANDRA dans le but d'une acceptation préliminaire dans la filière existante des déchets **TFA** (déchets de très faible activité). Les caractéristiques physico-chimiques des fluorines doivent encore être étudiées par l'ANDRA.

	Critères TFA		TFA
	Radiologique	Physico-Chimique	
Déchets TDN	✓	✓	
Fluorines	✓	À compléter	
Gypses	X	À compléter	
Boues déshydratées	X	À compléter	

Tableau 2: acceptabilité préliminaire en filière TFA, Source : [2]

VI – Conclusion

L'évolution des méthodes de gestion des déchets à Malvési a donc permis dans un premier temps de mettre en place un plan d'entreposage des déchets historiques et dans un second temps d'éclairer des voies de traitement afin d'obtenir des définitions claires pour les déchets futurs et leurs caractéristiques, qui pourront pour certains être acceptés en filière TFA ou FA-VL par l'ANDRA. D'autres résidus à produire comme les Gypses ou les boues déshydratées appartiennent à une filière à définir, pour laquelle des études doivent être menées.

Bibliographie

- [1] Areva, « Besoin en entreposage de déchets FA-VL produits et détenus par NEW AREVA et AREVA NP », PNGMDR : Entreposage des déchets FA-VL, Réf. : DM2D NT 17-0364, Décembre 2017
- [2] Areva – Andra, « Gestion à long terme des déchets à produire du procédé de conversion », PNGMDR 2013 - 2015 : Rapport d'études, Réf. PI NT AISC 15.0004
- [3] Areva, « Gestion à long terme des déchets historiques du procédé de conversion », GT PNGMDR, 2 février 2015
- [4] Bertin, Jean, Georges capus, et Bertrand Morel. « Raffinage et conversion des concentrés d'uranium ». Génie nucléaire, juillet 2011. <https://doi.org/10.51257/a-v1-bn3590>.
- [5] Commission nationale du débat public, « Malvesi - Orano Malvési, une gestion responsable des Résidus.pdf », 2019
- [6] Ministère de l'environnement – Asn, « PNGMDR 2016-2018 », Février 2017
- [7] Orano, « Rapport d'information du site Orano Malvési 2021 », 2022
- [8] Orano Cycle, « Résidus du Traitement de Conversion de l'Uranium - GT PNGMDR 11 février 2019 », GT PNGMDR 11 février 2019