

## INTRODUCTION

Les Mines de Potasse d'Alsace vous remercient d'avoir accueilli Madame ELBAZ et Monsieur BEAUREPAIRE et d'avoir répondu à leurs questions et partagé vos points de vue quant au sujet de la fermeture du stockage souterrain à Wittelsheim.

Après avoir pris connaissance de la synthèse des entretiens, il est paru opportun aux MDPAs d'apporter des précisions pour certains sujets particuliers.

Ce document technique préparé par les MDPAs est donc joint à la synthèse des entretiens.

La Direction des MDPAs

## Etude des filières d'élimination et de valorisation en cas de déstockage

ANTEA/TRACTEBEL dans son étude de 2020 apporte des éléments très précis sur les solutions d'élimination et/ou de valorisation dans le volet 1. Ces éléments ont été présentés en CSS.

Catégorie de déchet		Tonnage	Filière
A1	Sels de trempe	2026,67	Stockage profond mines de sel
A2	Sels de trempe non cyanurés	1191,26	Stockage profond mines de sel
B10	Produits phytosanitaires non organiques	8,22	Stockage profond mines de sel
B3	Déchets arsénisés	6843,29	Stockage profond mines de sel
		22,46	Incinération spécialisée en filière directe
B5	Déchets mercuriels	101,04	Stockage profond mines de sel
		28,67	ISDD (Laimont)
B6	Terres polluées et résidus pollués par métaux lourds	1657,84	ISDD
		544,1	ISDD
		2,7	ISDD
		2561,07	ISDD
		25,45	Resolest
		89,18	Incinération spécialisée en filière directe
		284,33	Stockage profond mines de sel
		12,21	Stockage profond mines de sel
C4	Déchets chromiques	428,81	Stockage profond mines de sel
C8	Déchets de galvanisation, résidu de filtration	559,91	ISDD
		30,29	Stockage profond mines de sel
D12	Déchets de laboratoire	92,85	Incinération spécialisée PCB
		50,54	Stockage profond mines de sel
		9,88	ISDD
D7	Résidus de l'industrie (de l'électronique)	126,89	Stockage profond mines de sel
	Déchets générés pdt déstockage	332,00	ISDD
		133,50	ISDD
		27,20	Préparation de charge pour cimenterie
		8,92	ISDD (Laimont)
E13	Déchets amiantés	3335,15	ISDD (Laimont)
E9	Résidus d'incinération de déchet	19757,54	ISDD
	Filtres souillés (extraits de A1, A2, B3 et C8)	77,9	Incinération spécialisée en filière directe
<b>TOTAL</b>		<b>40369,87</b>	

**Seules 25t (0,06% des déchets stockés) pourraient être revalorisées par un procédé qui permet de récupérer le sel des résidus de traitement de fumées lorsque l'épuration des fumées s'effectue au bicarbonate de sodium ou à la soude. Le sel obtenu sous la forme d'une saumure purifiée est recyclé dans un procédé industriel.**

Source : Etude technique et financière de la faisabilité d'un déstockage partiel, en parallèle de la poursuite du confinement. Volet 1 Elimination des déchets stockés. Page 35.

**Les déchets stockés sont parfaitement connus et conformes,  
le stockage ne comporte pas de déchets non prévus**

Un portique à l'entrée du site vérifiait l'absence de radioactivité des déchets. Il a déclenché à certaines reprises et les lots de déchets concernés ont été refusés comme en atteste le suivi informatique des réceptions. Le stockage ne contient donc aucun déchet radioactif.

Pour les déchets non prévus, les lettres d'information ont déjà répondu à cette allégation :

Sur le contenu même des colis déstockés, les analyses réalisées jusqu'ici sont celles de laboratoires allemands (elles ont eu pour but de valider l'acceptabilité des déchets déstockés en vue de leur élimination dans une mine de sel outre-Rhin) et d'une tierce expertise (qui a analysé 315 échantillons de déchets stockés à StocaMine).

Avant d'accepter les lots de déchets mercuriels envoyés par les MDPAs, l'éliminateur allemand GSES, exploitant le stockage de Sondershausen, a fait procéder à des analyses d'échantillons de ces lots. Sur la base des résultats de ces analyses, les autorités administratives allemandes ont autorisé les MDPAs à effectuer le transfert des déchets. À l'arrivée des camions de déchets à Sondershausen, l'éliminateur allemand a également procédé à un échantillonnage aléatoire sur chaque camion pour vérifier la conformité des colis réceptionnés avec l'échantillon ayant permis de les accepter. Aucune non-conformité n'a été établie. L'intégralité de ces analyses a confirmé la nature des déchets telle qu'elle a été enregistrée dans la base de données de StocaMine lors de leur réception. La méthode de l'échantillonnage est appliquée par tous les centres de stockage de déchets. Les tiers experts ont, de plus, vérifié avec de nouvelles analyses plus précises réalisées en laboratoire l'efficacité de cette méthode. Enfin, concernant la localisation des déchets au fond, les emplacements des colis de déchets à déstocker ou à déplacer ont été déterminés grâce à la cartographie renseignée lors du stockage. Celle-ci n'a présenté aucune erreur.

Sur toutes les mesures et contrôles réalisés en quatre ans, strictement aucun déchet non prévu n'a été trouvé. Tous les colis extraits lors du déstockage préalable étaient à leur place et correspondaient à ce qui avait été déclaré au moment du stockage. Ainsi, ni les analyses successives ni la base de données constituée lors du stockage n'ont montré de faille dans les modalités d'identification de la nature des déchets et leur localisation au fond. Celle-ci est parfaitement cartographiée.

**Réalité du contenu du bloc 15 :**  
**Les déchets situés dans le bloc 15 sont parfaitement connus**

Extrait de la pièce remise au TGI suite à l'incendie en 2002 : les producteurs ont été masqués à l'exception de celui ayant transmis les déchets à l'origine de l'incendie en 2002.

Tous les producteurs sont connus, cependant ces données ne sont pas publiées.

Pour mémoire : B3 : Déchets arséniés B6 : Terres polluées E6 : REFIONS REFIDIS E13 : Déchets d'amiante.

**Liste des Producteurs de déchets**  
**zones 600 - 700 - 800 - 900**

n° CAP	client	classe	nb colis	tonnes
010827		B3	1	0,5
020307		B3	7	11,6
		B3	8	12,0
020813		B6	287	143,5
		B6	287	133
020313		E13	7	1,5
020515		E13	24	3,8
020607		E13	1	0,2
020609		E13	6	1,4
020610		E13	45	18,5
020620		E13	5	0,7
020704		E13	21	4,0
020705		E13	3	0,3
020708	Solupack	E13	472	405,7
020715		E13	21	4,8
020722		E13	15	6,3
020724		E13	6	0,9
020727		E13	23	9,6
020728		E13	3	0,7
020735		E13	10	0,7
020739		E13	1	0,1
020742		E13	64	10,4
020818		E13	9	2,1
020819		E13	2	0,2
020836		E13	12	8,9
020901		E13	4	0,5
		E13	751	181,3
010808		E9	191	94,7
011001		E9	307	179,6
020130		E9	453	136,5
020401		E9	400	226,1
020501		E9	223	106,4
020623		E9	119	82,8
020730		E9	3	1,04
020831		E9	128	27,0
	REF(OM)-REFID)	E9	1824	851,1
<b>TOTAL</b>			<b>2873</b>	<b>1490,4</b>

## La faisabilité d'un déstockage telle qu'elle a été établie en 2018 par le BRGM n'est plus applicable

Si le BRGM dans son rapport d'octobre 2018 a bien estimé "*la durée optimale nécessaire pour réaliser le déstockage du site et sa mise en confinement entre 7 et 8 années*", il a conditionné cette faisabilité en termes de délais : "*Si l'option de déstockage hors bloc incendié est retenue, il est impératif, en raison de la convergence géomécanique continue des galeries, de démarrer les démarches préparatoires au plus vite, au risque que les délais avancés ne puissent plus être respectés. Ainsi, la phase de préparation des travaux ne devrait pas être repoussée au-delà de début 2021*".

Le BRGM a également précisé que : "*les travaux préliminaires pour la préparation du site sont supposés démarrer en janvier 2021 et la récupération des déchets un an plus tard*", et qu'une "*une probabilité raisonnable de succès des opérations de déstockage est possible jusqu'au milieu des années 2020 environ*".

Dans ce même rapport, à la page 43, celles des conclusions : "*Le restockage des déchets extraits est une autre contrainte majeure qui n'a pas été étudiée par la présente expertise mais qui constitue une condition nécessaire pour le déstockage. En effet, le niveau de dangerosité de ces déchets est incomparablement plus élevé en surface*".

Les délais sont précisés dans un tableau en page 47 du rapport DMT annexé au rapport principal du BRGM.

"*L'expertise se limite à quantifier la durée nécessaire pour récupérer l'ensemble des colis et confiner les blocs concernés. Elle ne propose pas la quantification des coûts potentiels et ne préjuge pas de la pertinence de la solution de déstockage, même si des appréciations qualitatives sont fournies par les experts internationaux dans leurs rapports respectifs sous leur seule responsabilité*".

DMT/Pleiades page 53 :

"*Beside the justification and funding of the waste retrieval from expert point of view it should be also checked if it is not worthwhile to vest the same efforts, even more efforts in perfecting the mine closure measures. Although the present mine closure plan can be considered as sufficient and safe as it passed successfully authorization procedure, there might be still complementary measures that could added to increase the safety further (e.g. backfilling configuration, protective flooding)*".

Traduction interne et libre des MDPAs (non assermentée), pour faciliter la lecture :

*Parallèlement à la justification et au financement d'un déstockage, du point de vue de l'expert, il faudra également vérifier s'il n'est pas plus avantageux d'investir les mêmes efforts, mêmes s'ils sont perfectibles, dans les mesures de confinement.*

*Bien que le projet actuel de confinement soit suffisant et sécurisé puisqu'il a obtenu l'autorisation préfectorale, certaines dispositions complémentaires pourraient encore en augmenter la sécurité (configuration du remblayage, sécurité de l'ennoyage).*

**Le LOM page 163 :**

***Moreover, the consideration of the highly improbable case of waters with undesired elements reaching the surface of the watershed would theoretically do so in concentrations valued today as not dangerous for the health of people directly or indirectly.***

Traduction interne et libre (non assermentée) des MDPA, pour faciliter la lecture :

*De surcroît, l'examen de l'hypothèse hautement improbable dans laquelle la saumure polluée gagnerait la nappe phréatique indique que les concentrations aujourd'hui estimées restent bien en deçà des normes pour la santé humaine.*

***That is to say, that the starting position of the present safety analysis or "safety baseline" consists of an "absolute minimum" of the risks to which the workers of the StocaMine project are exposed, plus a risk for the environment that is well controlled, and so, for the public. Clearly, this "risk absolute minimum" for workers, in which they would only have to proceed to the final closure of the waste deposit according to the StocaMine project, must be the point of comparison of any other hypothesis from a safety point of view. (...)***

Traduction interne et libre des MDPA (non assermentée), pour faciliter la lecture :

*Ceci pour dire que l'analyse de sécurité ou les "règles de sécurité de base" intègre un "minimum absolu des risques auxquels seraient exposés les opérateurs concernés par le chantier, comme pour l'environnement et les populations, ce risque est aujourd'hui bien maîtrisé. Clairement "ce risque minimum absolu" pour les opérateurs, est aujourd'hui respecté par le projet de confinement actuel porté par StocaMine, il doit être le point de comparaison avec tous les autres scénarios de fermeture.*

***"Another issue to take in account, to address the problem in its entirety, is the inclusions of the final destination of the waste hypothetically extracted from StocaMine deposit".***

Traduction interne et libre (non assermentée) des MDPA, pour faciliter la lecture :

*Un autre sujet est à prendre en compte, pour aborder le problème dans sa globalité : les effets au droit du nouveau site d'élimination après déstockage supposé à StocaMine.*

## Les stockages allemands ne sont pas réversibles

Les déchets dits de classe 1, (Refioms notamment) sont valorisés dans les stockages souterrains allemands ; comme promu par certains syndicats mixtes : "Les REFIOM sont les Résidus d'Épuration de Fumées d'Incinération des Ordures Ménagères. Ils seront valorisés en comblement dans des mines de sel en Allemagne", donc non concernés par la réversibilité.

Ainsi à Hattorf (Mine de la Werra) "Un peu plus de 50 employés travaillent dans ce que l'on appelle la valorisation souterraine. Leur objectif : la stabilisation d'anciennes zones d'extraction. "Dans les parties limitées de la mine, nous stockons les déchets minéraux en tant que matière de remblayage. Cela a deux avantages : tout d'abord, ils sont stabilisés du fait du stockage et d'autre part, nous utilisons les propriétés des matières des déchets issus de l'industrie", explique M. Schneider, le chef de la valorisation. La matière de remblayage, en grande partie des poussières très fines de filtrage provenant d'installations d'incinération à haute température, est livrée sur le site de Hattorf dans des camions silos ou dans des big-bags" (source : <https://special.mercedes-benz-trucks.com/fr/special-trucks/bergbau-und-montanindustrie/des-progres-dans-le-filon.html>)

La réversibilité des déchets ultimes dangereux n'est pas prévue, elle peut être mise en œuvre si un intérêt économique la justifie.

Ainsi la plaquette de REKS : "As a specialist in the safe and long-term disposal of hazardous waste, we have large capacities in both underground landfill sites in Herfa-Neurode (Hessen) and Zielitz (Saxony-Anhalt). In Herfa-Neurode, the world's first underground landfill site, the first tonne of hazardous was already being brought in back in 1972. Many years of experience and comprehensive know-how make REKS not only experts in disposal, but also underground recovery. Unique processes have been developed to dispose of waste safely for a long period of time in disused areas of the mines".

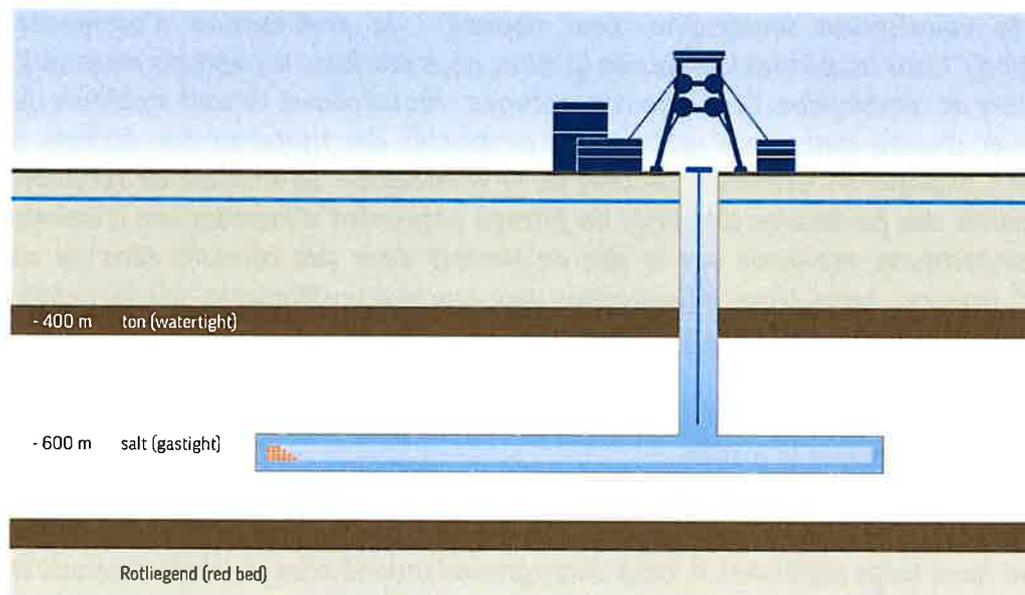
Traduction interne et libre (non assermentée) des MDPAs pour faciliter la lecture :

En tant que spécialiste de l'élimination sûre et à long terme des déchets dangereux, nous disposons de grandes capacités dans les deux stockages souterrains de Herfa-Neurode (Hesse) et de Zielitz (Basse Saxe). À Herfa-Neurode, la première décharge souterraine au monde, la première tonne de matières dangereuses a déjà été introduite en 1972. De nombreuses années d'expérience et un savoir-faire complet font de REKS non seulement des experts en élimination, mais aussi en valorisation souterraine. Des procédés uniques ont été développés pour éliminer les déchets en toute sécurité pendant une longue période dans les zones désaffectées des mines.

## Présence de la nappe phréatique au-dessus des stockages allemands

Ci-dessous une illustration accessible sur le site REKS (K+S et REMEX : "In REKS, the companies K+S and REMEX combine their strong competences in the disposal of hazardous waste".) qui gère les sites d'Herfa-Neurode, Zeilitz :

### Geological factors as a natural barrier



Geological section of the underground landfill site (example illustration)

Extrait de la 22<sup>ème</sup> lettre d'information des MDPA du 12 octobre 2018 :

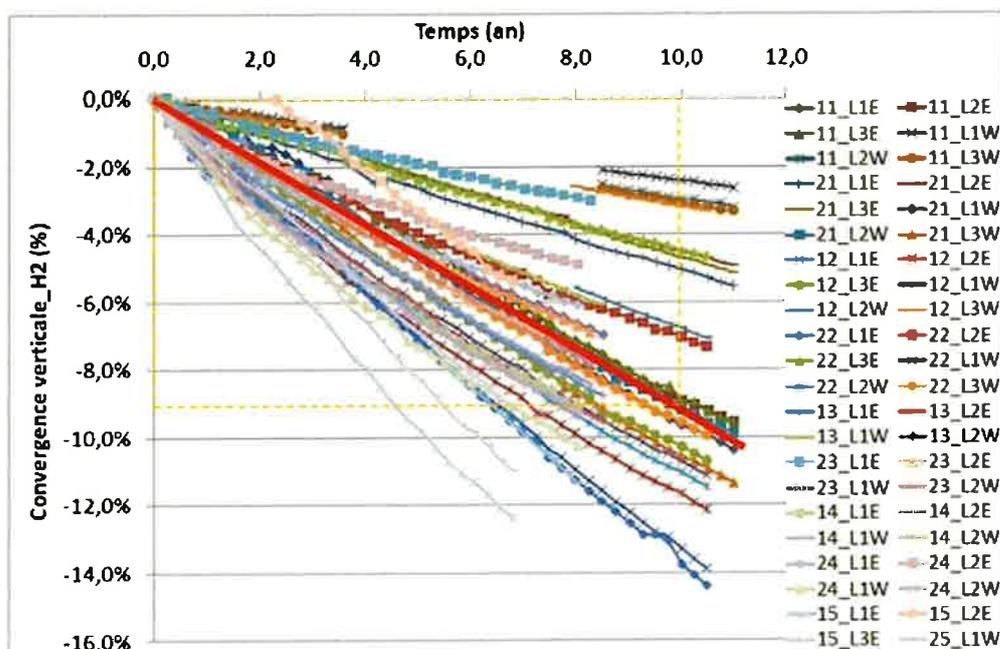
*La plaquette commerciale de l'entreprise K+S qui gère notamment les stockages d'Herfa-Neurode et de Zielitz en Allemagne ([http://www.ks-entsorgung.com/de/data/pdf/ks-entsorgung-utd\\_fr.pdf](http://www.ks-entsorgung.com/de/data/pdf/ks-entsorgung-utd_fr.pdf)) précise que "Les stockages sont imperméables aux gaz grâce à des roches salines d'une épaisseur allant jusqu'à 300 mètres et séparées de la nappe phréatique par des couches d'argile. Le grès bigarré se trouvant au-dessus contient de plus des couches imperméables à l'eau".*

La plaquette de promotion du site d'Herfa-Neurode peut aussi être citée : "Stockage à 500-800 mètres de profondeur Isolé de la biosphère- Protégé par des barrières naturelles et techniques -Plus de 100 ans d'expérience dans le secteur Dans nos sites, les déchets sont stockés à environ 500 à 800 mètres de profondeur, loin de la biosphère, largement en dessous du niveau de la nappe phréatique. Là, ils sont isolés par des formations épaisses résistant aux mouvements tectoniques et même aux tremblements de terre. Les stockages sont imperméables aux gaz grâce à des roches salines d'une épaisseur allant jusqu'à 300 mètres et séparées de la nappe phréatique par des couches d'argile". (<https://docplayer.fr/2447845-Stockage-souterrain-gestion-de-l-elimination-en-europe-toute-entiere-securite-a-long-terme-solutions-repondant-aux-besoins-de-nos-clients.html>)

## Le taux de convergence des galeries est connu

Les convergences sont parfaitement connues et maîtrisées comme cela a été indiqué par le tiers expert dans son rapport géomécanique, annexe 5 du mémoire complémentaire de 2016.

En page 13 de ce rapport on peut trouver le schéma ci-dessous :



**Fig. 4. Évolution quasi-linéaire de la convergence dans le temps, mesurée sur le site de StocaMine. La ligne rouge fait référence à la moyenne de 0,9 %/an.**

Comme l'INERIS le souligne (2010), ces mesures sont cohérentes et plutôt précises, malgré des valeurs manquantes. La période de mesure est continue sur une dizaine d'années lorsque l'accès aux ouvrages souterrains le permet. Les points suivants peuvent être soulignés :

- L'évolution de la convergence est pratiquement linéaire quel que soit le point de mesure
- La valeur moyenne de la vitesse de convergence verticale « toit-mur » pour l'ensemble des blocs est estimée par l'INERIS à 0,92 % par an, malgré certaines différences systématiques selon la position du point de mesure (aléatoire ou au centre de la zone de stockage).

Le rapport "vitesse horizontale/vitesse verticale" est de 0,57 ; il indique que, pour un temps donné, la convergence horizontale est plus faible que la convergence verticale (en moyenne, la vitesse de convergence horizontale est de 0,53 % par an, contre 0,92 % par an dans la direction verticale).

Les vitesses de convergence varient au global de 0,5 à 1,4 %/an.

Pour une galerie de 5 m\*3 m la convergence moyenne est ainsi de 2,7 cm en largeur et 2,8 cm en hauteur chaque année.

## Il y aura nécessité de confiner et de remblayer davantage si un déstockage était mis en œuvre

Dans ses études l'INERIS a préconisé le remblayage (voir note de synthèse de l'INERIS, annexe 82 du DDA de 2015). "Les blocs 15, 25 et 26 présentent un toit instable très affecté par le décollement des bancs, pouvant donc donner lieu, à terme, à une descente importante du toit sur toute la hauteur du bloc (2,8 m). Afin d'éviter la progression de ce décollement, dans le temps et dans l'espace, vers le niveau d'exploitation sus-jacent, il serait prudent de procéder à un remblayage de ces blocs non remplis de déchets (sauf partiellement pour le bloc 15), à l'aide d'un matériau inerte. Ce matériau aurait pour vocation de limiter la descente du toit sans présenter nécessairement de propriétés particulières notamment en termes de perméabilité. **Cette disposition a pour objectif de préserver l'étanchéité de la partie supérieure du toit du stockage qui n'est pas traversée par des trous de dégazage**".

Ainsi tout déstockage conduirait à la création de nouveau vide à remblayer, le bloc 15 n'étant pas accessible, les déchets qu'il contient doivent être confinés.

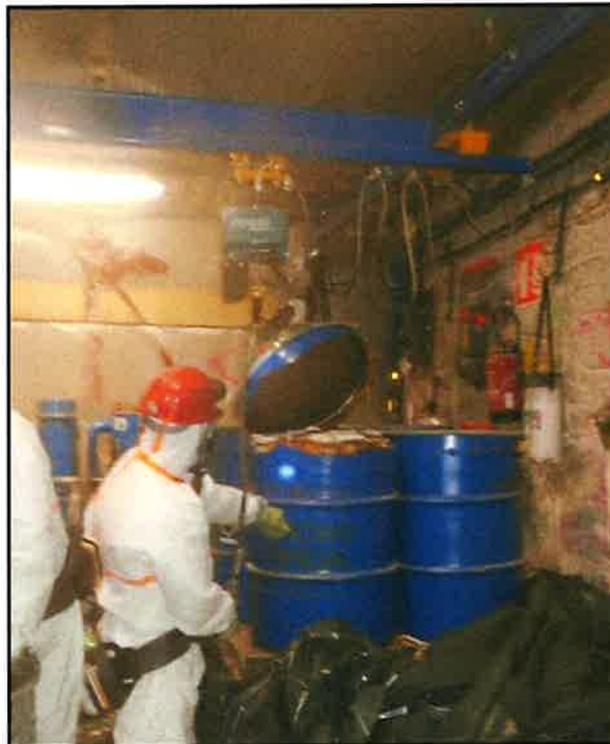
Antea/Tractebel, volet 5 "Analyses des conséquences sur le projet de confinement" page 60 :

"Pour la solution 1 (déstockage total hors bloc 15), nous proposons de réaliser le comblement de l'ensemble des galeries et des blocs. **Cette solution est sécuritaire**. Elle permet d'assurer la stabilité des terrains en limitant à long terme la convergence des terrains et par voie de conséquence le déconfinement des toits des galeries et l'expansion de la fracturation de l'EDZ (excavation damaged zone). Cette solution est également sécuritaire vis-à-vis de la déstructuration du toit du bloc 15 qui a eu lieu suite à l'incendie. Elle aboutit à une configuration équivalente au scénario S1, en termes de remplissage des vides, à la différence près que **les volumes supplémentaires de déchets déstockés sont remplacés par du coulis de béton**. En conséquence et compte tenu de l'absence de besoin de déplacement de barrages vis-à-vis des travaux liés aux opérations de déstockage, il n'y a pas lieu de modifier le nombre et l'emplacement des barrages prévus dans le scénario S1 (déstockage total hors bloc 15)".

**Lors du chantier de déstockage des déchets mercuriels entre 2014 et 2017  
les colis qui ont dû être remobilisés n'ont pas été remontés en surface**

En général, les colis étaient reconditionnés au fond de la mine dans un atelier spécifiquement créé (voir photo ci-dessous). Les colis remobilisés pour les besoins du déstockage des déchets mercuriels n'ont pas été reconditionnés, ni remontés vers la surface.

Photos de l'atelier de reconditionnement (qui aujourd'hui n'existe plus) :



## Le processus naturel d'encapsulation des déchets

Ce processus d'encapsulation par le sel gemme peut s'opérer en plusieurs étapes en fonction de la configuration :

- Premier stade, par fracturation et décollements en présence de vide dans la galerie :



- Deuxième stade, par cicatrisation progressive autour d'un obstacle jusqu'à ce que tous les vides soient complètement remplis :



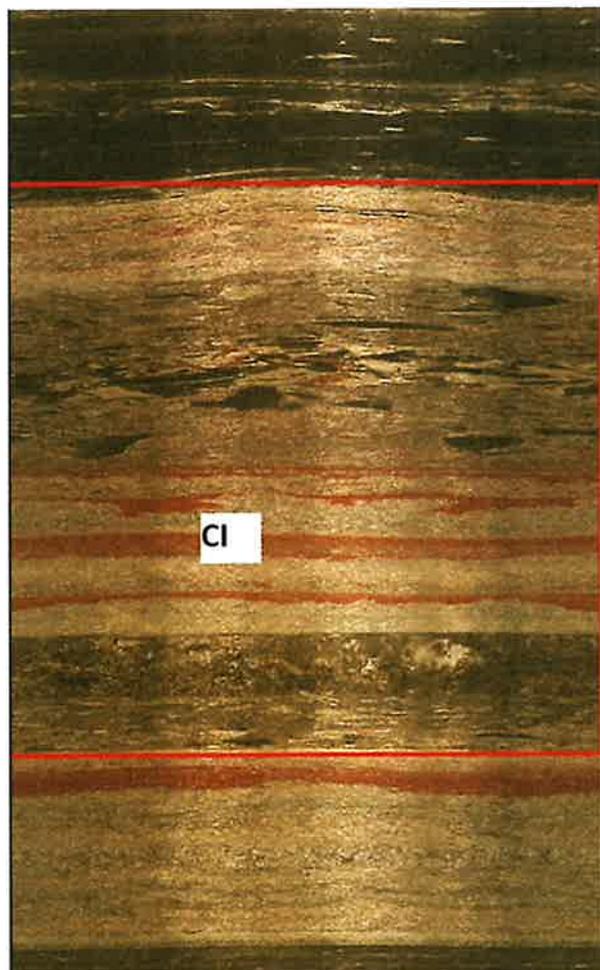
Toute cavité creusée dans le sel est donc destinée à se fermer entièrement dans le temps (étude géomécanique de StocaMine par INERIS). Ce processus est lié au phénomène de fluage du sel qui se traduit par une déformation viscoplastique de celui-ci.

Les deux photos ci-dessous illustrent bien ce phénomène de fermeture des vides puis de cicatrisation.

- Matériau carotté dans les vieux travaux MDPA recompressés. Le matériau recoupé par la carotte est composé de matériaux de remblayage de taille recicatrisés, l'exploitation date des années 50.



- Vue de la même zone par vidéo depuis l'intérieur du carottage à travers la couche inférieure de potasse exploitée et foudroyée. Les vides de l'exploitation ne sont même plus visibles, on ne distingue que les deux niveaux remblayés compactés (au-dessus et au-dessous de l'étiquette "CI").



## Situation actuelle sur l'utilisation de robots pour des opérations de déstockage

Le projet d'Asse :

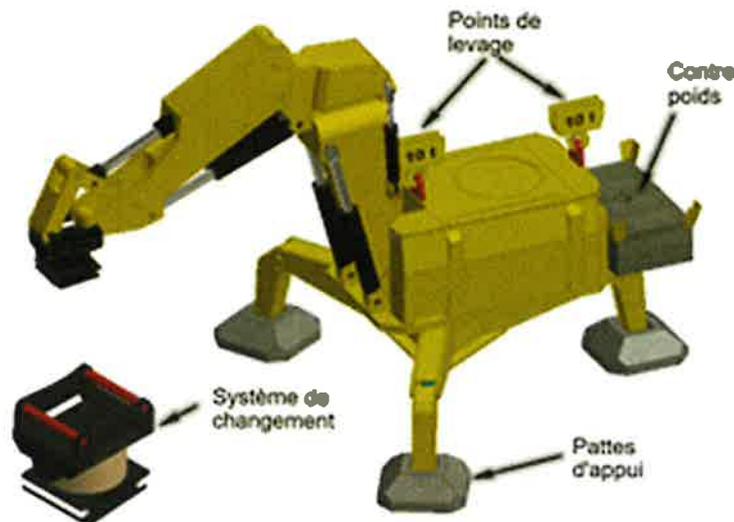


Figure 7 : Pelle mécanique sur trépied avec symboles indiquant les points d'élingage, griffes d'appui et système de changement d'outil rapide

Le Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE - Société fédérale allemande pour le stockage définitif de déchets) a établi un plan de déstockage de la mine de ASSE II en 2020 qui prévoit le début des opérations en 2033.

Par courrier du 23 juin 2022, BGE confirme qu'ils sont actuellement en cours de planification des différentes étapes nécessaires à la récupération des déchets.

Les éléments techniques pour ce chantier sont donc encore en cours d'étude.

Ce plan de déstockage décrit les opérations planifiées et donne des éléments techniques sur les outils de déstockage prévus.

Il précise notamment les points suivants :

- Au chapitre 2.3 : "La récupération des déchets s'effectuera dans une zone de travail sécurisée (zone contrôlée), dans laquelle ne pourront pénétrer que les personnels chargés de l'intervention, munis de leurs équipements de protection". Cela signifie quelles que soient les technologies utilisées, **une intervention humaine sera toujours nécessaire dans la zone de déstockage.**
- Au chapitre 3 : "Dans le meilleur des scénarios, on utilisera cependant des technologies minières habituelles/conventionnelles ou du moins éprouvées dans l'exploitation minière, en privilégiant une faible complexité et une forte robustesse. ("La technologie s'aligne sur le terrain")".

**Un certain nombre d'outils sont effectivement prévus pour le déstockage de cette mine qui pourraient être des outils à commande déportée/robotisés mais qui à ce jour n'existent pas et doivent être développés.**

Les MDPAs se sont rapprochées de l'École des Mines de Nancy qui travaille actuellement avec l'ANDRA sur le développement de robotique autonome en galerie.

Ils parviennent "à des résultats qu'on peut qualifier de "preuves de concept", mais cela n'est pas assez fiable pour un usage industriel". Le Directeur de l'École des Mines précise que "pour des manutentions lourdes et complexes au fond comme le besoin peut exister à StocaMine, je ne connais en revanche aucun "produit sur étagère", et je doute que cela émerge dans les années à venir". Il conclut : **"Pour résumer, la robotique autonome est aujourd'hui en mesure d'apporter une aide sur les aspects mesure et surveillance, mais je n'ai connaissance d'aucune technologie autonome pouvant servir à un déstockage, a fortiori dans des conditions aussi complexes qu'à StocaMine".**

## Les puits remblayés / étanchés sont efficaces

Le tiers expert dans son rapport hydraulique confirme :

*"L'efficacité de la nouvelle approche de rebouchage des puits a pu être constatée notamment par les observations effectuées à la base des puits rebouchés (Fernand Est et Anna Est). L'infiltration au niveau des puits est considérée comme négligeable à travers le bouchon et comme s'effectuant principalement au niveau de l'extrados des puits".*

L'INERIS obtient une valeur de perméabilité de  $5.8 \cdot 10^{-7}$  m/s qui intègre les infiltrations au travers du bouchon et, pour partie, à l'extrados du cuvelage.

## Le scénario prévisionnel d'ennoyage très sécuritaire du tiers expert n'est pas problématique

Le tiers expert, dans son rapport hydraulique, reposant sur une approche très sécuritaire, aboutit à des vitesses d'ennoyage relativement inférieures à celles indiquées par l'INERIS, soit 72 ans au lieu de 240.

Le tiers expert explique aussi que *"le calcul de l'ennoyage montre une grande sensibilité des résultats aux paramètres de convergence des vides miniers. Les investigations en cours (suivi du niveau de saumure dans le sondage VAPB2 en 2015) ainsi que la réalisation éventuelle d'un autre sondage dans le secteur Ouest (hors Amélie), devrait permettre d'infirmer ou de confirmer certaines des hypothèses (notamment les couples possibles compaction initiale / convergence résiduelle), en comparant les résultats du calcul avec les observations de terrain".*

La réalisation du deuxième sondage dans le secteur ouest - mine Marie-Louise a été faite en 2018, les données d'ennoyage y sont aujourd'hui surveillées.

Le tiers expert explique encore : *"Le remplissage des galeries à l'amont des barrages par du sel concassé (option ne faisant pas partie du Dossier de demande) devrait permettre de réduire considérablement ces débits : en effet, les essais de laboratoire ont montré que le sel concassé retrouvait les propriétés hydrauliques du sel massif (i.e. une perméabilité quasi nulle, voire nulle), en moins d'une centaine d'années. La présence d'un massif de sel de 20 m en amont des barrages permettrait alors de garantir l'étanchéité du stockage à l'infiltration de la saumure (Cf. analogues naturel présentés par rapport Géomécanique de la tierce expertise).*

*Ces serrements en sel sont prévus dans la méthode de confinement. Ils assureront le rôle de barrage à long terme. A court terme, ce sont les barrages d'étanchéité en béton spécial très rapidement opérationnels qui assureront l'étanchéité du stockage".*

## Suivi actuel de contrôle des niveaux d'ennoyage et mise à jour du scénario d'ennoyage

Les courbes de suivi du niveau de fluide dans les deux ouvrages profonds MDPa sont disponibles dans le rapport de mise à jour du scénario d'ennoyage CESAME 2022.

Un nettoyage nécessaire des crépines du forage VAPB2 six ans après sa réalisation a été opéré.

**Fin novembre 2021, l'inspection caméra de l'ouvrage a montré des encroutements dans la zone crépinée.** La présence de concrétions a même bloqué l'avancement de la caméra à 819 m puis 910 m à la suite d'un deuxième essai avec un diamètre plus fin. **MDPa a donc confié le décolmatage de l'ouvrage à une société spécialisée (PATERNA sous supervision EGDRILLCONSEIL, mai 2022).**

Le suivi de 2022 doit donc être interprété en tenant compte de ces manipulations.

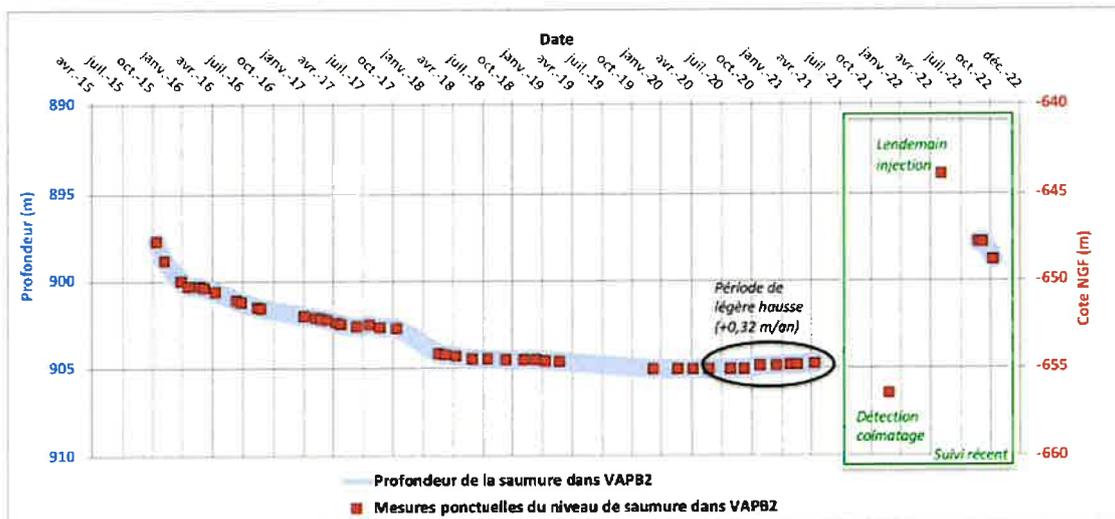


Illustration 3 : Suivi piézométrique VAPB2 depuis 2015.

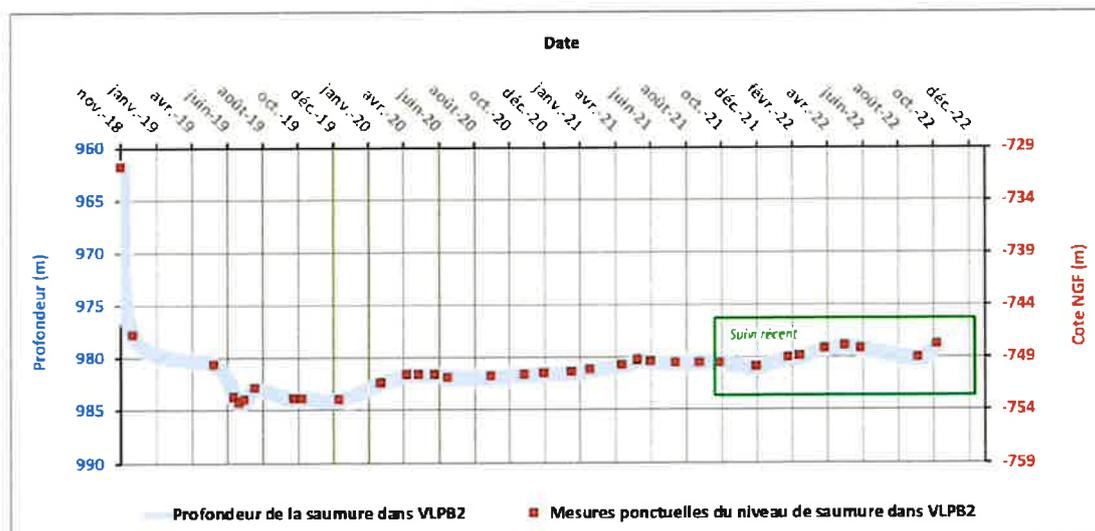


Illustration 6 : Suivi piézométrique VLPB2 depuis 2018.

En conclusion, CESAME indique :

*"Les résultats du suivi récent sont dans la continuité des mesures antérieures, avec des phénomènes très lents et de faible ampleur. La faible ampleur des phénomènes conduit au besoin de s'intéresser à des tendances confirmées par plusieurs mesures d'affilée.*

*Dans le prolongement des observations antérieures, une montée progressive du niveau de saumure est constatée dans le forage VLPB2 (compartiment Marie-Louise, secteur Schoenensteinbach), avec des valeurs qui tendent à confirmer des apports très faibles (dans la gamme basse des hypothèses INERIS, voire inférieures).*

*Le forage VAPB2 (compartiment Amélie, secteur Amélie) a été nettoyé par injection, le niveau récent est proche de celui constaté après la foration en 2015, et montre une tendance à la baisse (mauvaise évacuation résiduelle, pas de possibilité d'évaluer un apport par la mine puisque le niveau descend). Dans ce secteur, l'ennoyage (-649 m NGF) n'a pas encore atteint le niveau des travaux de la couche supérieure (Cs).*

*Dans les deux cas, les niveaux de saumure sont à grande profondeur (respectivement 898 m et 979 m)".*

Au vu de ces mesures, la durée d'ennoyage est évaluée à 600 ans (pour mémoire, hypothèse INERIS retenue dans le dossier 240 ans).

## **L'enjeu du dossier de fermeture du site**

Source : Note de synthèse des travaux d'expertise de l'INERIS relatifs au devenir du stockage de déchets de StocaMine au sein de la mine Amélie.

*"La présence de déchets à long terme dans le sous-sol pose la question de la possibilité de transfert des polluants contenus dans ces déchets en dehors du stockage, principalement par le biais des eaux souterraines et d'émissions gazeuses. Ce transfert est en effet susceptible, s'il atteint des niveaux importants, de porter atteinte à la santé de populations qui pourraient être exposées à ces polluants (via l'eau, l'air, des végétaux et des terres pollués en surface...). Le transfert de polluants peut également avoir un impact négatif sur l'environnement (espèces animales, végétales).*

*L'exploitant doit produire un dossier de fermeture du site qui propose la solution ayant le moins d'impact sur la santé humaine et sur les populations sur le court et le long termes (plusieurs centaines, voire milliers d'années). Il doit donc s'assurer, en cas de maintien du stockage, que ce transfert de pollution ne dépasse pas des niveaux pour lesquels la santé humaine et l'environnement seraient affectés ; dans le cas contraire, des solutions alternatives au stockage doivent être mises en œuvre".*

**L'impact du stockage sur la nappe phréatique d'Alsace a été évalué par l'INERIS puis contre-expertisé par plusieurs groupements d'experts, le confinement des déchets est la solution qui comporte le moins d'impact pour l'environnement**

Dans sa note de synthèse des travaux d'expertise relatifs au devenir du stockage de déchets de StocaMine au sein de la mine Amélie, l'INERIS rappelait en 2013 :

*"Quelle que soit la solution retenue, il se produira très probablement, à terme, un phénomène de transfert des polluants dans l'environnement. L'enjeu est donc de mettre en œuvre une solution limitant ce transfert dans des proportions où les polluants n'auront pas ou peu d'impact sur la santé humaine et l'environnement.*

***A l'issue de la première étude comparative, le scénario ayant le moins d'impact est celui du maintien illimité du stockage sur le site de StocaMine avec la mise en place associée de barrières. Cela tient en particulier au fait que ce scénario évite les risques liés à des opérations de déstockage-transport-restockage.***

*Selon les études menées par l'INERIS entre 2009 et 2011, les sites de StocaMine et d'Herfa-Neurode en Allemagne engendrent un impact sanitaire et environnemental identique (pour les 44 000 tonnes de déchets du site alsacien exclusivement). L'Institut insiste sur le fait que cette conclusion est assortie d'une condition impérative : la mise en place d'une stratégie de mesures de maîtrise des risques efficace. Sur la base de cette conclusion, StocaMine a, dans un premier temps, demandé à l'INERIS d'approfondir ses travaux sur le seul scénario de stockage illimité à Wittelsheim avec mise en place de barrières.*

*StocaMine a par la suite demandé à l'Institut de conduire des études complémentaires portant sur des scénarios de déstockage partiel et de restockage à Sondershausen. Ces études montrent que l'impact sanitaire à long terme, sur le site de StocaMine et sur le site de Sondershausen, reste à peu près le même quels que soient ces scénarios. Les phases de manipulation et transport des déchets représentant une part importante de l'impact ; c'est le scénario qui déplace le moins de déchets qui aura le moins d'impact.*

***A l'issue de l'ensemble des études, dans l'hypothèse du maintien du stockage sur le site de StocaMine comme dans l'hypothèse d'un déstockage partiel des déchets, l'INERIS recommande de mettre en œuvre une stratégie de réduction des risques, avec la mise en place de barrières autour du stockage.***

*Quelle que soit la solution retenue dans le cadre du dossier de fermeture, l'Institut souligne enfin la nécessité d'une prise de décision rapide sur le devenir du stockage de déchets. Les conclusions de l'étude géomécanique stipulent en effet que les instabilités du toit (décollements de bancs), du mur (soufflage) et des piliers de galeries devraient s'accroître à des rythmes très variables, susceptibles de rendre l'accès au site, le retrait éventuel des déchets et les travaux souterrains très risqués, voire impossibles".*

## **Conclusions d'experts sur la solution de fermeture et sur les effets d'un déstockage supplémentaire**

Dès 2004, le bureau d'études MICA Environnement, l'Institut Suisse pour La Promotion de la sécurité et BMG Engineering ont été missionnés pour étudier la solution de fermeture.

Le chapitre 8 de leur étude intitulé « Préconisations pour la fermeture des puits et le confinement du stockage » traite du confinement et du déstockage des produits hors bloc 15.

La dernière étude a été menée par ANTEA/TRACTEBEL à la demande du ministre de l'Environnement, pour laquelle le cahier des charges d'appel d'offres a été présenté à la CSS et n'a fait l'objet d'aucune demande de modification par les membres de la CSS. Le sujet de l'étude était : « la faisabilité technique et financière d'un déstockage complémentaire sans empêcher le confinement et étalé jusqu'en 2027 », 5 scénarios de déstockage ont été précisément étudiés et les conclusions présentées en CSS et aux élus lors d'une réunion organisée par la Ministre.

L'étude ANTEA/TRACTEBEL, publiée sur le site [mdpa-stocamine.org](http://mdpa-stocamine.org), sur celui de la DREAL et présentée en CSS a traité 8 chapitres pour cinq scénarios de déstockage, à savoir :

S1 étant le scénario de confinement sans déstockage complémentaire :

- S2 : déstockage de 100 % des déchets hormis ceux du bloc 15, option dont la faisabilité a été développée par le BRGM.
- S3 : déstockage de l'ensemble des déchets hormis ceux du bloc 15, à l'exclusion des résidus d'incinération, des déchets amiantés et des déchets générés par le chantier de déstockage achevé en 2017, solution alternative également développée par le BRGM dans son rapport.
- S4 : sélection des déchets prioritaires à déstocker en prenant en compte leur impact potentiel sur la nappe phréatique en cas de maintien en place et d'ennoyage de la mine
- S5 : Déstockage complémentaire et confinement échéance 2027, objectif quantité déstockée.
- S6 : scénario de déstockage après démarrage du confinement, terminaison 2027.

Ces scénarios ont été traités pour chacune des thématiques ci-dessous :

- Volet 1 : Elimination des déchets déstockés.
- Volet 2 : Evaluation des risques sécurité et environnementaux.
- Volet 3 : Etude des techniques à mettre en œuvre et de leur sécurisation - prise en compte des contraintes de la mine.
- Volet 4 : Etude logistique et planification.
- Volet 5 : Analyse des conséquences sur le projet de confinement.
- Volet 6 : Mise en situation des équipements existants pour un horizon 2027.

- Volet 7 : Etude des risques généraux et de leurs barrières.
- Volet 8 : Inventaire des démarches administratives, de leurs délais et des conditions de réussite de ces démarches.
- Volet 9 : Elaboration du budget.

Comme pour toutes les études conduites depuis 2004, **dont** celles :

- De la mission CGIET/CGEDD.
- De l'INERIS.
- Du COPIL mandaté par le préfet du Haut-Rhin (13 experts internationaux dont 10 mandatés par chacun des collèges de la CSS, à raison de deux experts par collège).
- Du représentant du CGEDD.
- De la tierce expertise.

Depuis l'incendie du 10 septembre 2002 qui a mis fin à l'activité de stockage de déchets ultimes à Wittelsheim, les études concernant la fermeture du stockage se succèdent et concluent toutes à :

- L'augmentation des risques pour les opérateurs devant intervenir dans les chantiers du fond, conséquence de la convergence naturelle des terrains
- L'absence de bénéfice environnemental en cas de déstockage comparativement au confinement
- La supériorité du coût en cas de déstockage.

À noter que la dernière étude en date, à savoir celle d'ANTEA/TRACTEBEL **achevée fin 2020**, a estimé les avantages et inconvénients des différents scénarii. Ils sont résumés dans le tableau suivant.

**CONCLUSION**

## Comparaison des scénarios

Risques professionnels ou accidentels	Impacts environnementaux
Risque fort	Effet négatif fort
Risque moyen	Effet négatif moyen à fort
Risque faible	Effet négatif faible
Risque négligeable	Effet nul ou négligeable



	Scénario S1	Scénario S2	Scénario S3	Scénario S4	Scénario S5	Scénario S6
Déstockage en tonnage	-	40 370	16 776	9 534	5 402	10 634
avec B15% en tonnage	-	96%	40%	23%	13%	25%
Risques professionnels	ND					
Risques accidentels en surface						
Risques accidentels en fond						
Impacts environnementaux						
Durée du déstockage Années	-	8,4	7,3	6,4	3,2	4,1
Date	-	Janv 21 - Mai 29	Janv 21 - Avril 28	Janv 21 - Mai 27	Janv 21 - Fév 24	Janv 21-Janv 25
Date de fin du confinement	2025	Avril 34	Déc 31	Juin 31	Nov 27	Déc 27
Budget (1)	128 M€	456 M€	374 M€	333 M€	205 M€	239 M€

Déchets stockés, B15 inclus : 41 999 T

(1) Le budget n'intègre pas le désarmement ni la fermeture des puits, ni le démantèlement des installations des MDPAs  
ND : non déterminé

