

# STOCAMINE

Éléments complémentaires demandés au BRGM par la DGPR le 26/10/2018

21 janvier 2019

# Nature de la demande au BRGM par la DGPR le 26/10/2018

La DGPR a demandé au BRGM le 26 octobre 2018 de compléter son expertise en apportant des éléments sur les aspects suivants :

- **Évaluation de la durée de la phase de préparation** avant démarrage des travaux (durée des processus décisionnels, démarches administratives préalables et des procédures de marchés publics, ...) pour avoir une prévision de la date de démarrage des travaux si une décision est prise d'ici fin 2018.
- **Évaluation comparative de scénarios, en ordre de grandeur**, par rapport au scénario correspondant à l'arrêté préfectoral du 23 mars 2017 (confiner les déchets restants sans rien remonter de plus), en termes :
  - **de risques inhérents aux opérations** (pour la nappe, le personnel au fond, et induits en surface s'agissant des déchets remontés) ;
  - **de coûts associés** (frais d'exploitation, achat du matériel neuf au fond, frais de personnel, frais de maintenance, entreposage/reconditionnement et transport/élimination des déchets remontés en surface).

## Sources des informations

A titre conservatoire, les données reprises dans cette présentation sont issues des études antérieures réalisées par l'INERIS, le COPIL et les MDPA.

Les coûts fournis dans le présent diaporama sont des ordres de grandeur d'une précision de quelques dizaines de millions d'euros. Ils peuvent aider à une prise de décisions mais ils ne constituent en aucun cas une estimation précise de budgets de travaux.

## Ordre de grandeur du délai relatif à la préparation des marchés publics

Opération	Durée en mois
Contractualisation d'une assistance à maîtrise d'ouvrage	4
Contractualisation d'une maîtrise d'œuvre pour la phase projet	4
Réalisation de l'étude projet par la maîtrise d'œuvre	4
Contractualisation pour la mise en œuvre effective des travaux : <ul style="list-style-type: none"><li>- Marché travaux pour la manipulation des déchets au fond et en surface</li><li>- Marché de maîtrise d'œuvre de suivi des travaux.</li><li>- Marché coordination sécurité et protection de la santé</li><li>- Marché opérateur minier (maintenance des installations du site, la sécurisation des zones de travaux, l'aérage, ...)</li></ul>	12
Durée totale avant début de mise en œuvre de la préparation (scénario D)	24

# Caractéristiques de la saumure

## Pollution de la saumure

Seuls les déchets solubles (environ 25% des déchets stockés) peuvent polluer la saumure.

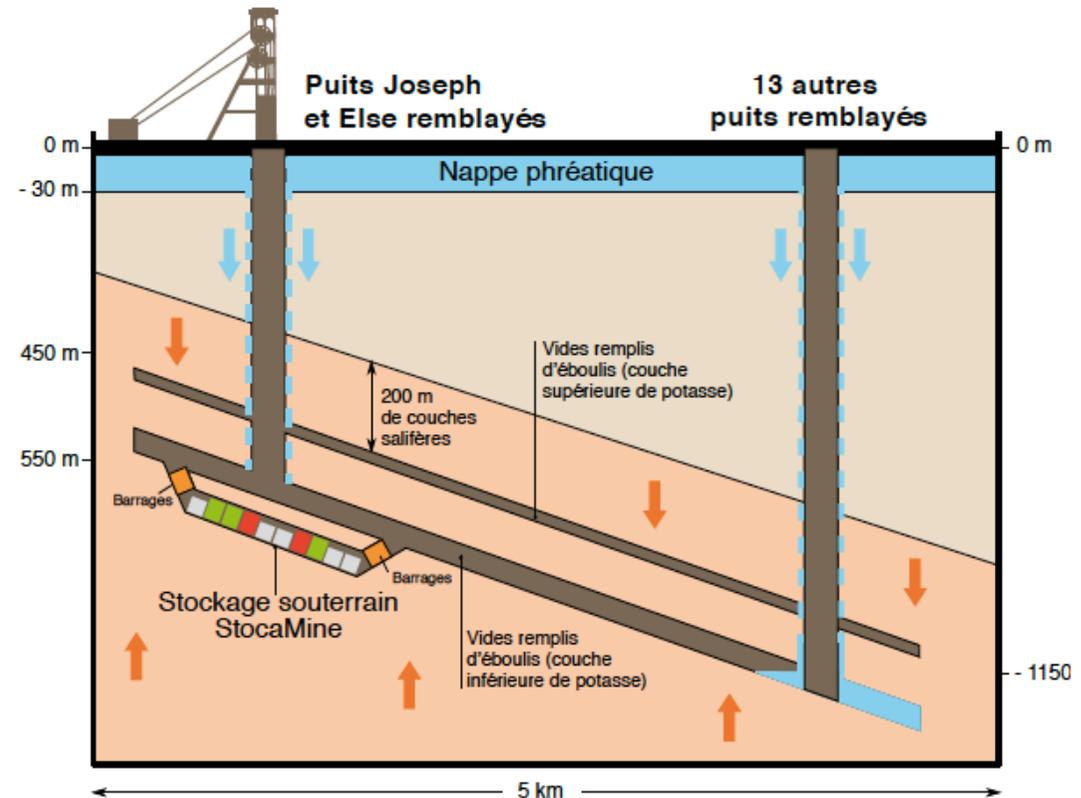
La saumure en contact avec les déchets peut être polluée par deux mécanismes de solubilité selon le type de déchets:

- i) Substances avec une limite de solubilité (concentration indépendante du rapport eau/polluant). C'est le cas par exemple d'arsenic ou de cadmium.
- ii) Substances « labiles » dont la concentration est liée au rapport eau/polluant. Ces substances sont les plus polluantes car la quantité totale disponible peut se dissoudre dans la saumure. C'est le cas du chrome, de l'antimoine ou le mercure par exemple. Ce dernier a déjà été déstocké à 95%.

# Chronologie des phénomènes en jeu

## Etape 1 : Ennoyage de la mine de sel

L'eau provenant de la nappe s'infiltré à travers les puits en se saturant progressivement en sel. La saumure remplit peu à peu la mine, tandis que la convergence des terrains diminue le volume des vides avec une vitesse de l'ordre de 0,1% par an.



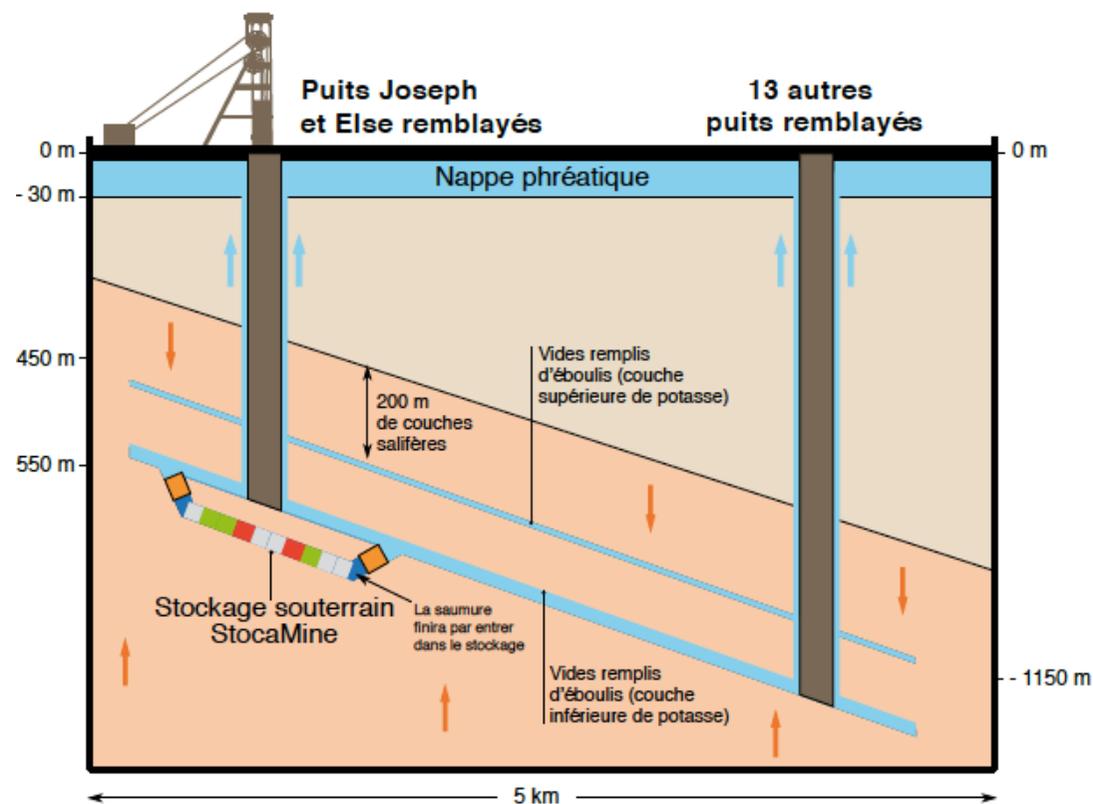
Durée d'ennoyage de 300 à 600 ans à partir d'aujourd'hui

# Chronologie des phénomènes en jeu

## Etape 2 : Expulsion de la saumure non contaminée

Au bout de plusieurs siècles (typiquement de 300 ans à 600 ans, prévision d'INERIS), la mine est entièrement ennoyée. La convergence des terrains continue mais avec une vitesse réduite (typiquement 0,01% par an). Cette faible convergence expulse la saumure vers la nappe avec un débit de l'ordre de 2900 m<sup>3</sup> par an. A cette étape, **il s'agit de la saumure non contaminée**. Ce débit est relativement faible, il est susceptible de diminuer dans le temps avec la diminution de la vitesse de convergence des terrains. L'impact sur la nappe reste très localisé à une surface limitée (un panache d'une longueur de quelques kilomètres en aval du point d'exhaure). **Il est à noter que l'expulsion de la saumure aura lieu quelle que soit l'option choisie (avec ou sans déstockage des déchets).**

Dans la zone de stockage des déchets, la saumure commence à traverser les bouchons de confinement et à remplir les vides résiduels estimés à 7000m<sup>3</sup> par l'INERIS.

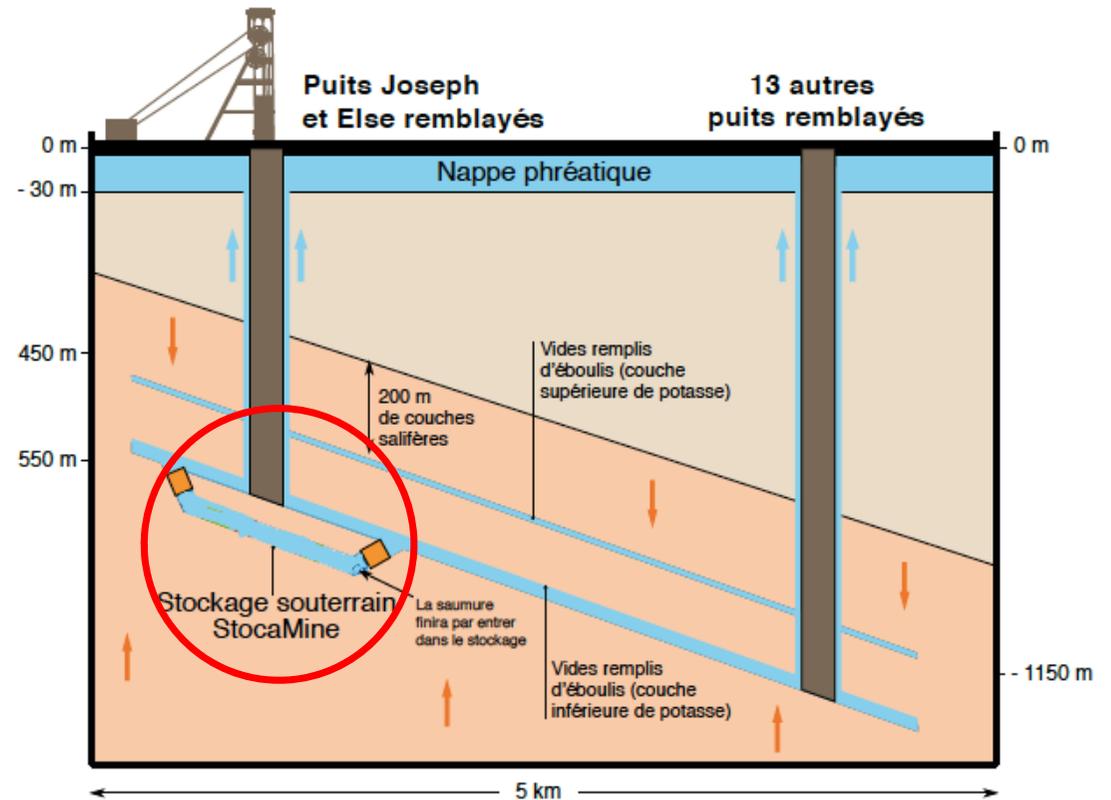


L'expulsion de la saumure non contaminée commence dans 300 à 600 ans avec un débit décroissant dans le temps

# Chronologie des phénomènes en jeu

## Etape 3 : Expulsion de la saumure contaminée

La durée de l'ennoyage de la zone de stockage limitée par des bouchons est d'environ 300 ans. L'ennoyage de la zone où sont stockés les déchets s'achève 600 à 900 ans après le début d'ennoyage de la mine de sel. La saumure en contact avec les déchets dissout les contaminants solubles. Sous l'effet de la convergence continue des terrains, la saumure contaminée est expulsée à travers les bouchons de confinement. Le débit expulsé est de l'ordre de  $0,7 \text{ m}^3$  par an qui s'ajoute au débit de la saumure non contaminée de  $2900 \text{ m}^3$  par an. L'impact sur la nappe reste très localisé à une surface limitée (un panache d'une longueur de quelques kilomètres en aval du point d'exhaure).

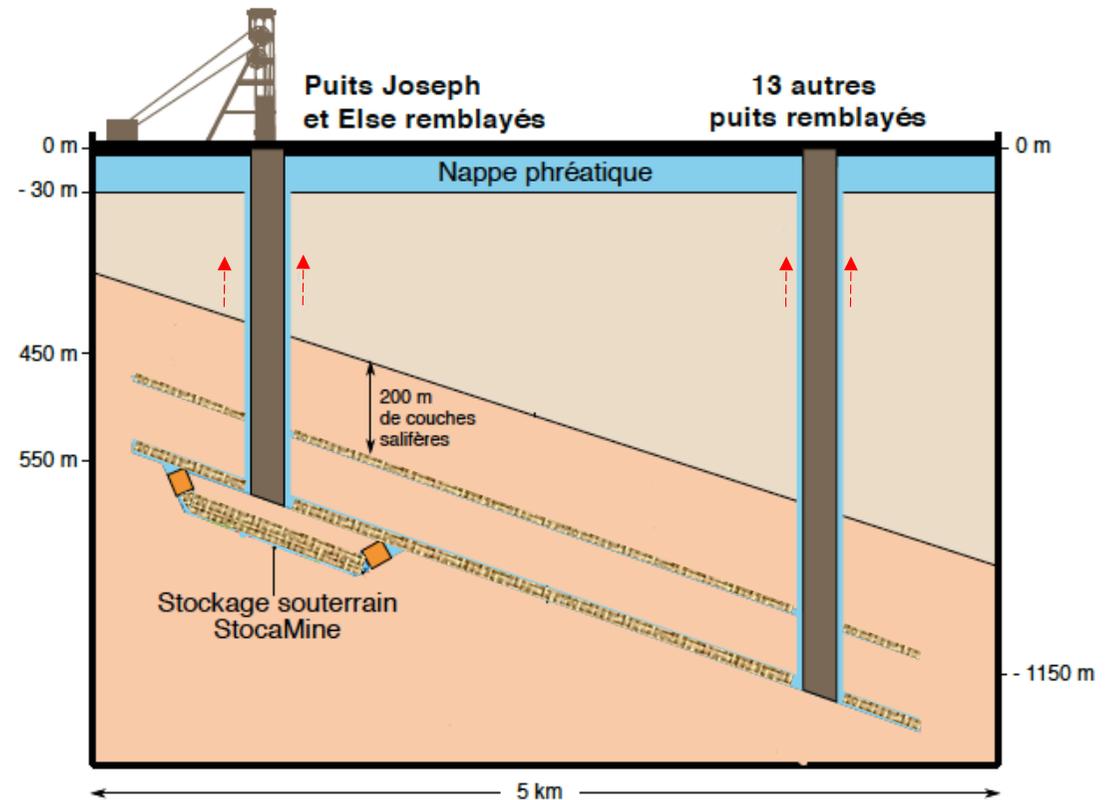


L'expulsion de la saumure contaminée commence dans 600 à 1000 ans avec un débit décroissant dans le temps (3000 fois plus faible que celui de la saumure non contaminée)

# Chronologie des phénomènes en jeu

## Etape 4 : Fermeture des vides résiduels et fin de l'expulsion de la saumure

La convergence continue jusqu'à la fermeture quasi-totale des vides résiduels. Les débits de saumure expulsée diminuent progressivement dans le temps ainsi que la vitesse de convergence. L'ordre de grandeur de la durée de cette étape finale est des dizaines de milliers d'années. Avec la diminution des débits de saumure l'impact sur la nappe devient de plus en plus négligeable.



L'expulsion de la saumure résiduelle (contaminée et non contaminée) continue pendant plusieurs dizaines de milliers d'années avec un débit décroissant dans le temps

# Evaluation de risques

(source rapport INERIS DRS-12-108130-00756B)

Scénarios étudiés par le BRGM			
	Confinement MDPa sans déstockage	Déstockage uniquement des déchets solubles (environ 25% du total des 63 429 colis) hors bloc 15 puis confinement	Déstockage total des 63 429 colis hors bloc 15 puis confinement
Risques nappe d'Alsace	<ul style="list-style-type: none"> <li>La saumure non contaminée expulsée par la convergence des terrains gagnera la nappe dans 300 ans à 600 ans avec un débit initial d'environ 2900 m<sup>3</sup> par an.</li> <li>A ce débit s'ajoute dans 600 ans à 1000 ans 0,7 m<sup>3</sup> par an de saumure contaminée</li> <li>Les débits de saumure (contaminée et non contaminée) décroissent sur plusieurs dizaines de milliers d'années.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La saumure non contaminée gagnera la nappe dans 300 ans à 600 ans avec un débit initial d'environ 2900 m<sup>3</sup> par an.</li> <li>Les débits de saumure décroissent sur plusieurs dizaines de milliers d'années</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La saumure non contaminée gagnera la nappe dans 300 ans à 600 ans avec un débit initial d'environ 2900 m<sup>3</sup> par an.</li> <li>Les débits de saumure décroissent sur plusieurs dizaines de milliers d'années</li> </ul>
Risques autres nappes	Pas de risque spécifique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Une partie des déchets extraits est restockée dans des centres d'enfouissement technique de classe 1. Il existe une probabilité non négligeable d'une contamination de la nappe locale par les lixiviats.</li> <li>Le restockage dans une autre mine de sel (e.g. Allemagne) aura les mêmes impacts sur la nappe locale que dans le cas de Stocamine.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Une partie des déchets extraits est restockée dans des centres d'enfouissement technique de classe 1. Il existe une probabilité non négligeable d'une contamination de la nappe locale par les lixiviats.</li> <li>Le restockage dans une autre mine de sel (e.g. Allemagne) aura les mêmes impacts sur la nappe locale que dans le cas de Stocamine.</li> </ul>
Risques au fond	Accidents de travail pendant la mise en place des bouchons de confinement.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Accidents de travail pendant le déstockage (statistiquement entre 77 et 96 jours d'arrêts de travail)<sup>1</sup> et le confinement.</li> <li>Contamination du site par défaillance (fuite) des colis lors d'extraction et de manipulation.</li> <li>Risque du décollement local et chute du toit dans les zones de déstockage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Accidents de travail pendant le déstockage (statistiquement entre 77 et 96 jours d'arrêts de travail)<sup>1</sup> et le confinement.</li> <li>Contamination du site par défaillance (fuite) des colis lors d'extraction et de manipulation.</li> <li>Risque du décollement local et chute du toit dans les zones de déstockage</li> </ul>
Risques surface	Pas de risque spécifique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contamination du site lors de la manipulation des colis en surface.</li> <li>Risque lors du transport vers le site d'accueil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contamination du site lors de la manipulation des colis en surface.</li> <li>Risque lors du transport vers le site d'accueil.</li> <li>Risque de pollution de l'air par poussières d'amiante (norme actuelle 10 fibres par litre d'air).</li> </ul>

<sup>1</sup> Source rapport BRGM RP-68334-FR

# Estimation des effectifs nécessaires au déstockage (scénario D)

(source rapport BRGM RP-68334-FR)

Les quantités suivantes sont issues d'une estimation rapide basée sur l'expérience acquise sur des sites miniers et des activités comparables. En tant que tels, elles peuvent être utilisées comme une indication réaliste à affiner après une conception appropriée des opérations de récupération.

Opération	Nombre d'ETP/ an
Opérations de la maintenance de la mine : Minimum : 25 travailleurs avec supervision Maximum : 48 travailleurs (supervision incluse)	48
Opérations d'extraction des déchets 12h par jour et par front : 100 ETP par an = 90 travailleurs aux 3 fronts : 10 travailleurs simultanés par front (1 équipe) x 3 équipes par front (changement d'équipe tous les 2 heures environ) x 3 fronts + 10 travailleurs complémentaires d'appui logistique aux 3 fronts	100
Mise en place des bouchons	20
Opérations de transport et chargement du puits	9
Total	177
Contingence (20%)	35
Estimation du total annuel pour la période de récupération des colis	212

Estimation rapide de la main-d'œuvre pour le scénario D à +/- 15 personnes.

Cette estimation est valable pour la première période de récupération qui durera approximativement 5 ans. Après cette période, les besoins seront réduits de moitié (phase de fermeture post déstockage) soit environ 100 personnes.

# Evaluation d'ordre de grandeur des coûts

(source rapport BRGM RP-68334-FR)

Evaluation comparative	Scénarios étudiés par le BRGM		
	Confinement MDPA sans déstockage	Déstockage uniquement déchets solubles (environ 25% du total des 63429 colis hors bloc 15) au plus tard jusqu'à 2029 puis confinement	Déstockage total (hors bloc 15) de 63 429 colis au plus tard jusqu'à 2029 puis confinement
Coût exploitation	87,32 M€ <sup>1</sup> (estimation directe MDPA)	De 151 M€ à 212 M€ 5 à 7 premières années x 212 ETP x 115 000 €/an/ETP <sup>1</sup> (déstockage) + (2,5 à 3,5 dernières années x 100 ETP x 115 000 €/an/ETP (confinement))	De 151 M€ à 212 M€ 5 à 7 premières années x 212 ETP x 115 000 €/an/ETP <sup>1</sup> (déstockage) + (2,5 à 3,5 dernières années x 100 ETP x 115 000 €/an/ETP (confinement))
Coût matériel neuf au fond	Sans objet	50 M€	50 M€
Coût entreposage-reconditionnement en surface	Sans objet	27 M€ (15 857 colis x 1700 €/colis <sup>1</sup> )	108 M€ (63 429 colis x 1700 €/colis)
Coût transport - élimination	Sans objet	18 M€ (15 857 colis x 1100 €/colis <sup>1</sup> )	70 M€ (63 429 colis x 1100 €/colis)
Ordre de grandeur du coût total	<b>87,32 M€</b>	<b>De 246 M€ à 307 M€</b>	<b>De 379 M€ à 440 M€</b>

<sup>1</sup>Source écrite MDPA

**Fin**



# Evaluation de risques

(source rapport INERIS DRS-12-108130-00756B)

Scénarios complémentaires demandés par la DGPR le 26/10/2018

Evaluation comparative	Déstockage (hors bloc 15) jusqu'à fin 2024 (3 ans de déstockage soit 75% des colis de déchets c.a.d. 47 572 colis) puis confinement	Déstockage (hors bloc 15) uniquement déchets solubles jusqu'à fin 2024 (3 ans de déstockage) puis confinement
Risques nappe d'Alsace	Situation comparable avec l'option sans déstockage car les déchets solubles sont éparpillés sur tout le site. Les débits de saumure expulsée ne changent pas. Seule la durée d'émission de la saumure contaminée pourrait être plus courte (idéalement divisée par 4 par l'épuisement plus rapide de la masse de déchets solubles).	Situation comparable avec l'option sans déstockage car les déchets solubles sont éparpillés sur tout le site. Les débits de saumure expulsée ne changent pas. Seule la durée d'émission de la saumure contaminée pourrait être plus courte (idéalement divisée par 4 par l'épuisement plus rapide de la masse de déchets solubles).
Risques autres nappes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Une partie des déchets extraits est restockée dans des centres d'enfouissement technique de classe 1. Il existe une probabilité non négligeable d'une contamination de la nappe locale par les lixiviats.</li> <li>• Le restockage dans une autre mine de sel (e.g. Allemagne) aura les mêmes impacts sur la nappe locale que dans le cas de Stocamine.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Une partie des déchets extraits est restockée dans des centres d'enfouissement technique de classe 1. Il existe une probabilité non négligeable d'une contamination de la nappe locale par les lixiviats.</li> <li>• Le restockage dans une autre mine de sel (e.g. Allemagne) aura les mêmes impacts sur la nappe locale que dans le cas de Stocamine.</li> </ul>
Risques fond	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accidents de travail pendant le déstockage (statistiquement entre 46 et 58 jours d'arrêts de travail)<sup>1</sup> et le confinement.</li> <li>• Contamination du site par défaillance (fuite) des colis lors d'extraction et de manipulation.</li> <li>• Risque du décollement local et chute du toit dans les zones de déstockage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accidents de travail pendant le déstockage (statistiquement entre 46 et 58 jours d'arrêts de travail)<sup>1</sup> et le confinement.</li> <li>• Contamination du site par défaillance (fuite) des colis lors d'extraction et de manipulation.</li> <li>• Risque du décollement local et chute du toit dans les zones de déstockage</li> </ul>
Risques surface	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contamination du site lors de la manipulation des colis en surface.</li> <li>• Risque lors du transport vers le site d'accueil.</li> <li>• Risque de pollution de l'air par poussières d'amiante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contamination du site lors de la manipulation des colis en surface.</li> <li>• Risque lors du transport vers le site d'accueil.</li> </ul>

<sup>1</sup> Source rapport BRGM RP-68334-FR

Le volume d'eau de la nappe d'Alsace est estimé à 35 milliards de m<sup>3</sup>

# Evaluation d'ordre de grandeur de coûts

(source rapport BRGM RP-68334-FR)

Evaluation comparative	Scénarios complémentaires demandés par la DGPR le 26/10/2018	
	Déstockage (hors bloc 15) jusqu'à fin 2024 (3 ans de déstockage soit 75% des colis de déchets) puis confinement	Déstockage (hors bloc 15) uniquement déchets solubles (25% du total des 63 429 colis) jusqu'à fin 2024 (3 ans de déstockage soit 75% des colis de déchets solubles) puis confinement
Coût exploitation	De 127 M€ à 139 M€ 4 premières années x 212 ETP x 115 k€/an/ETP <sup>1</sup> + 2,5 à 3,5 années x 100 ETP x 115 k€/an/ETP	De 127 M€ à 139 M€ 4 premières années x 212 ETP x 115 k€/an/ETP <sup>1</sup> + 2,5 à 3,5 années x 100 ETP x 115 k€/an/ETP
Coût matériel neuf au fond	50 M€	50 M€
Coût entreposage /reconditionnement en surface	81 M€ (47 572 colis x 1,7 k€/colis <sup>1</sup> )	20 M€ (11 892 colis x 1,7 k€/colis)
Coût transport /élimination	52 M€ (47 572 colis x 1,1 k€/colis <sup>1</sup> )	13 M€ (11 892 colis x 1,1 k€/colis)
Ordre de grandeur du coût total	<b>De 310 M€ à 322 M€</b>	<b>De 210 M€ à 222 M€</b>

<sup>1</sup> Source écrite MDPA