Mines de Potasse d'Alsace - Secteur Ouest

Suivi des niveaux de surface et des niveaux d'ennoyage

ANNEE 2024

EODD ingénieurs conseils

MDPA Mines de Potasse d'Alsace

FICHE DE SYNTHESE

PREVISIONS D'ENNOYAGE

MDPA Mines de Potasse d'Alsace	Avenue Joseph Else – BP50 68 310 WITTELSHEIM		
	R. Fischer, N. Poirot		
	03.89.57.87.14		r.fischer@mdpa.fr

VOS CONTACTS EODD

Responsable de projet	Dorothée LEFORT d.lefort@eodd.fr 06.76.40.03.33
Supervision	Stéphane MOREL
Libération	Thierry DROIN

Agence de Saint-Etienne I Tél : 04.77.10.12.10

contact@eodd.fr I Tél : 04.72.76.06.90

CONTRAT EODD N° P08979

Date	Indice	Modifications
02/2025	1	Version 1
02/2025	2	Version 2

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

SOMMAIRE

1. Acronyme et données utilisées 4
   1.1 Liste des acronymes 4
   1.2 Données utilisées 4
2. Préambule 5
3. SUIVI DES NIVEAUX D'ENNOYAGE 7
   3.1 Données des piézomètres VAPB2 et VLPB2 7
      3.1.1 Caractéristiques des ouvrages VAPB2 et de VLPB2 7
      3.1.2 Niveau de saumure, piézomètre VAPB2 (ensemble Amélie) 9
      3.1.3 Niveau de saumure, piézomètre VLPB2 (ensemble Marie-Louise) 11
   3.2 Courbes théoriques d'ennoyage et comparaison avec les données des piézomètres 13
      3.2.1 Courbes théoriques d'ennoyage : hypothèses retenues pour leur élaboration et résultats 13
      3.2.1 Comparaison des courbes prévisionnelles et des suivis VAPB2 et VLPB2 18
4. SUIVI DES NIVEAUX DU SOL 20
5. Conclusion 24

ANNEXES

ANNEXE 1 : 25

ANNEXE 2 : 26

TABLEAUX

TABLEAU 1 : DONNEES DU SUIVI 2024 DE VAPB2 (SOURCE : MDPA). 9

TABLEAU 2 : DONNEES DU SUIVI 2024 VLPB2 (SOURCE : MDPA). 11

TABLEAU 3 : DONNEES BRUTES DES SUIVIS DES NIVEAUX DU SOL. 20

TABLEAU 4 : VARIATIONS MOYENNES ANNUELLES DES NIVEAUX DES SOLS DEPUIS 2013. 22

ILLUSTRATIONS

ILLUSTRATION 1 : LOCALISATION DES FORAGES VAPB2 ET VLPB2. 6

ILLUSTRATION 2 : COUPES SCHEMATIQUES DES OUVRAGES VAPB2 ET VLP2. 8

ILLUSTRATION 3 : CHRONIQUE DE SUIVI DU FORAGE VAPB2. 9

ILLUSTRATION 4 : EXTRAIT DE L'AVIS INERIS [1], RETOUR A L'EQUILIBRE PRESSENTI POUR VAPB2. 10

ILLUSTRATION 5 : CHRONIQUE DE SUIVI DU FORAGE VAPB2 ET POSITION DES 2 COUCHES DE POTASSE EXPLOITEES. 10

ILLUSTRATION 6 : CHRONIQUE DE SUIVI DU FORAGE VLPB2. 11

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

ILLUSTRATION 7 : CHRONIQUE DE SUIVI DU FORAGE VLPB2 ET ELEVATION MOYENNE CORRESPONDANTE. ..12

ILLUSTRATION 8 : PANNEAUX D'EXPLOITATION ET COMPARTIMENTS POTENTIELS. 13

ILLUSTRATION 9 : REPRESENTATION DES COMPARTIMENTS ET DES LIAISONS PROBABLES.....14

ILLUSTRATION 10 : COURBES PREVISIONNELLES THEORIQUES D'ENNOYAGE (SOURCE : EODD). 16

ILLUSTRATION 11 : REMPLISSAGE DES PANNEAUX MINIERS, HORIZON 2023, SCENARIO LIAISONS PROBABLES. 17

ILLUSTRATION 12 : COURBES PREVISIONNELLES DU NIVEAU DE SAUMURE DANS LES 6 COMPARTIMENTS MINIERS ET NIVEAUX DE VAPB2 ET VLPB2. 18

ILLUSTRATION 13 : COURBES PREVISIONNELLES AMELIE ET MARIE-LOUISE – SCHOENENSTEINBACH, COMPARAISON AVEC LES NIVEAUX DE VAPB2 ET VLPB2 (ZOOM). 19

ILLUSTRATION 14 : LOCALISATION DES POINTS DE NIVELLEMENT SUIVIS. 21

ILLUSTRATION 15 : COURBES DE SUIVI DES NIVEAUX DU SOL. 23

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

1. Acronyme et données utilisées

1.1 Liste des acronymes

ORDRE ALPHABETIQUE	ACRONYME	SIGNIFICATION
I	INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des RISques
M	MDPA	Mines de Potasse d'Alsace

1.2 Données utilisées

Bibliographie :

- [1] Avis sur la localisation et la pertinence des forages de reconnaissance de l'ennoyage de StocaMine, Mines de Potasse d'Alsace, mars 2023 – INERIS – 223696 – 2768605 – v2.0
- [2] Mines de Potasse d'Alsace – Secteur Ouest, suivi des niveaux de surface et des niveaux d'ennoyage, année 2022 – CESAME, octobre 2022
- [3] Mines de Potasse d'Alsace – Secteur Ouest, prévisions d'ennoyage, octobre 2023– EODD n°P08979
- [4] Mines de Potasse d'Alsace – Secteur Ouest, suivi des niveaux de surface et des niveaux d'ennoyage, année 2021 – CESAME, septembre 2021
- [5] Mines de Potasse d'Alsace, rapport d'analyse des données du suivi des niveaux de surface et des niveaux d'ennoyage– CESAME,2020
- [6] Mines de Potasse d'Alsace – Secteur Ouest, suivi des niveaux de surface et des niveaux d'ennoyage, année 2023 – EODD, mai 2024

Données :

- Suivis des piézomètres VAPB2 et VLPB2 (MDPA) en date d'octobre 2024
- Contrôles altimétriques cabinet Jung en date de janvier 2024

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

2. Préambule

Pour rappel (Illustration 1) :

- la potasse, présente en profondeur sous la forme de deux couches (la couche supérieure et la couche inférieure), a été exploitée entre 1910 et 2002 ;
- le gisement est divisé en deux secteurs distinct (Est et Ouest) ; le secteur Ouest est le plus étendu et a été exploité à partir de 15 puits de mine, les deux couches étaient situées autour de -200 m NGF pour les points les moins profonds et -750 m NGF pour les plus profonds (soit environ 450 à 950 m de profondeur sous la surface) ;
- lors de l'exploitation, les volumes de potasse extraits en souterrain ont généré des affaissements significatifs en surface ; ces affaissements ont assuré une fermeture partielle des vides laissés en souterrain au niveau des deux couches ;
- au fur et à mesure de l'arrêt de l'exploitation, les puits de mine ont été fermés par MDPA dans le but de préserver une bonne étanchéité vis-à-vis des niveaux de surface (en profondeur le massif constitue un ensemble globalement étanche, ce qui avait préservé les couches de potasse et de sel gemme) ;
- l'ennoyage progressif des vides souterrains de la mine de potasse par de la saumure constitue toutefois l'évolution la plus probable du système (et dans tous les cas une hypothèse à vérifier) ; les études menées conduisent à retenir un phénomène d'ennoyage lent et donc très long, avec dans le même temps des vides souterrains qui ont tendance à continuer à se fermer ;
- un stockage de déchets, StocaMine, a été créé à la fin de l'exploitation de la potasse ; le stockage est constitué d'un réseau de galeries créées une vingtaine de mètres sous la couche de potasse inférieure, dans un point haut du gisement de potasse ; il est connecté avec les anciens travaux miniers de potasse ; les puits de mine Joseph et Else permettent de maintenir l'accès au site et l'entretien de la mine : les travaux de confinement du stockage, autorisés par arrêté préfectoral du 28 septembre2023 sont engagés ;
- MDPA a réalisé deux piézomètres profonds (VAPB2 et VLPB2) descendant jusqu'aux anciens travaux miniers de potasse afin de suivre le niveau de saumure ; et un suivi du niveau du sol, à l'aplomb ou à proximité de l'emprise des anciens travaux miniers de potasse est également assuré pour étudier les éventuels mouvements résiduels en surface.

Depuis 2020, MDPA publie les résultats de la surveillance réalisée au niveau des deux piézomètres profonds et des 29 points de suivi du niveau du sol. **Le présent document fait la synthèse des résultats de l'année 2024.**

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Illustration 1 : Localisation des forages VAPB2 et VLPB2.

3. SUIVI DES NIVEAUX D'ENNOYAGE

3.1 Données des piézomètres VAPB2 et VLPB2

3.1.1 Caractéristiques des ouvrages VAPB2 et de VLPB2

Des données détaillées ont été fournies dans le rapport de suivi 2020. Ne sont rappelés ci-après que quelques éléments principaux.

Les anciens travaux miniers d'exploitation de la potasse se divisent en deux grandes entités indépendantes : le secteur Est et le secteur Ouest. Au sein du secteur Ouest, le **gisement de potasse plonge globalement du Sud vers le Nord-Est**, la partie Nord se divisant en deux bandeaux. Un stot (bande de terrain non exploité) permet de distinguer (Illustration 1) :

- le **« compartiment Marie-Louise » au Nord**, dans lequel a été implanté le piézomètre VLPB2 ;
- le **« compartiment Amélie » au Sud**, dont les puits Joseph et Else sont reliés au site de stockage de déchets StocaMine ; le piézomètre VAPB2 a été implanté dans ce deuxième compartiment.

Le gisement était constitué de **deux couches de potasse superposées, séparées d'une vingtaine de mètres**, au sein de formations sédimentaires fines salifères (plusieurs centaines de mètres d'alternances d'argiles, sel gemme, anhydrites, marnes). La couche inférieure (Ci) était épaisse d'environ 4 mètres en moyenne et la couche supérieure (Cs) était plus fine (généralement < 2 mètres) et absente sur les bordures (notamment au Sud). Les deux piézomètres ont traversé ces terrains pour atteindre les deux anciens niveaux de travaux miniers.

● <u>VAPB2</u>

Le piézomètre VAPB2 se situe dans le **point bas majeur du compartiment Amélie**. L'ouvrage a été terminé en octobre 2015. Il atteint 931,5 m de profondeur, traversant ainsi les deux couches de travaux miniers correspondant actuellement à :

- une zone déconsolidée entre 897 et 900,5 m de profondeur (Cs)
- une zone déconsolidée entre 912,8 et 920,4 m de profondeur (Ci).

L'ouvrage est constitué d'un tubage lisse de 0 à 797,25 m puis de tubes perforés (crépines) de 797,25 à 924,52 m (Illustration 2).

● <u>VLPB2</u>

Le piézomètre VLPB2 se situe dans un **point bas majeur du compartiment Marie-Louise**, dans l'un des secteurs les plus profonds dans les anciens travaux miniers. Le puits de mine le plus proche est celui de Schoenensteinbach. Ce forage est plus récent que VAPB2, il a été terminé en décembre 2018. Sa profondeur est de 1009 m, traversant ainsi les deux couches de travaux miniers correspondant à :

- la Couche Supérieure (Cs) théoriquement située autour de 969 m de profondeur mais ne se marquant pas par des vides détectables ;
- une zone déconsolidée entre 982 et 995 m de profondeur (Ci).

L'ouvrage est équipé de crépines entre 921 et 1004 m de profondeur (Illustration 2).

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Illustration 2 : Coupes schématiques des ouvrages VAPB2 et VLP2.

3.1.2 Niveau de saumure, piézomètre VAPB2 (ensemble Amélie)

Les mesures de 2024 ont donné les résultats[1] suivants :

Suivi piézométrique - Forage VAPB2				
Date	15/03/2024	30/05/2024	18/07/2024	25/10/2024
Profondeur (m)	896,96	896,17	897,51	897,25
Cote (m NGF)	-646,96	-646,17	-647,51	-647,25

Tableau 1 : Données du suivi 2024 de VAPB2 (source : MDPA).

En 2024, la saumure a été mesurée au plus profond en juillet (897,5 m en profondeur verticale) et au moins profond en mai (896,17 m) soit un écart d'1,3 m. A 897 m de profondeur cela représente un écart relatif de 0,15%.

Le suivi depuis la création de l'ouvrage montre l'évolution suivante (Illustration 3) :

Illustration 3 : Chronique de suivi du forage VAPB2.

Après la réalisation du forage, le niveau de saumure dans VAPB2 était à 890 m de profondeur, soit une cote proche de -640 m NGF. La charge hydraulique mesurée correspond donc à un ennoyage uniquement du point bas de la mine (Illustration 1, le reste du compartiment Amélie est à une cote supérieure au niveau de la saumure).

Entre 2015 et 2019, le suivi a montré une baisse progressive du niveau de saumure, d'abord rapide puis s'atténuant (au total – 7 m). Le niveau s'est ensuite stabilisé à 897 m de profondeur puis a marqué une légère hausse entre fin 2020 et le printemps 2021 (ordre de grandeur de l'élévation du niveau de saumure : 0,1 à 0,3 m/an). Un colmatage des crépines ayant été détecté, un décolmatage par injection a été réalisé. Après cette procédure, le niveau de saumure a atteint un niveau supérieur à celui de 2015,

[1] Valeurs avec correction **tenant compte de l'allongement élastique du câble** (qui représente actuellement environ 0,9 m pour VAPB2 et 0,98 m pour VLPB2) **et de l'inclinaison des ouvrages** (qui décale la mesure d'environ 8,6 m pour VAPB2 et environ 0,7 m pour VLPB2 qui a pu être foré avec une meilleure verticalité).

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

ce qui pouvait correspondre soit à une hausse réelle du niveau de saumure, non enregistrée précédemment du fait du colmatage progressif, soit à un **effet ponctuel lié à l'injection pour le décolmatage**. Les mesures suivantes ont poussé à retenir la deuxième hypothèse (exemple de possibilité de « retour à l'équilibre » après injection : Illustration 4).

Figure 10. Évolution simulée de la baisse du niveau de fluide au VA-PB2 depuis la fin du nettoyage (tiretés épais) comparée à la tendance linéaire à la hausse amorcée avant ce test (tiretés fins)

Illustration 4 : Extrait de l'avis INERIS [1], retour à l'équilibre pressenti pour VAPB2.

Le niveau de saumure a ensuite baissé d'une façon similaire à celle qui avait été constatée après la foration, mais plus rapide puisque la mesure de mars 2024 avait montré un retour à une cote proche du niveau bas constaté en 2021 (Illustration 3).

La mesure de mai 2024 peut potentiellement être écartée en tant qu'anomalie puisque non cohérente avec les deux suivantes. Dans ce cas, en 2024 il y a eu un retour à la même gamme de valeur celles de 2019-2020. Entre juillet 2024 et octobre 2024, il y a eu une légère élévation du niveau de saumure mais la dernière mesure n'atteint pas la valeur attendue avec une élévation de 0,15 m/an depuis 2019-2020. A ce stade, cela semble indiquer qu'**il n'y a pas eu de réelle augmentation de l'ennoyage de ce secteur (ou avec un taux potentiellement plus faible que 0,15 m/an).**

Le niveau actuel de saumure serait à hauteur de la couche supérieure exploitée au droit du forage (Illustration 5).

Illustration 5 : Chronique de suivi du forage VAPB2 et position des 2 couches de potasse exploitées.

⇨ Le suivi 2024 montre que le niveau de saumure dans VAPB2 est à une cote moyenne proche de -647 mNGF, c'est-à-dire à presque 897 m de profondeur.

3.1.3 Niveau de saumure, piézomètre VLPB2 (ensemble Marie-Louise)

Les données du suivi 2024 sont les suivantes[2] :

Suivi piézométrique - Forage VLPB2				
Date	22/01/2024	28/03/2024	18/07/2024	29/10/2024
Profondeur (m)	978,70	976,27	975,77	978,31
Cote (m NGF)	-747,70	-745,27	-744,77	-747,31

Tableau 2 : Données du suivi 2024 VLPB2 (source : MDPA).

En 2024, au plus profond la saumure a été mesurée à 978,7 m (en janvier) et au moins profond à 975,77 m (en juillet) soit un écart de 2,9 m. A 978 m de profondeur cela représente un écart relatif de 0,3%.

Le suivi depuis la création de l'ouvrage montre l'évolution suivante (Illustration 6) :

Illustration 6 : Chronique de suivi du forage VLPB2.

Après foration, le niveau de saumure était mesuré à 962 m de profondeur, soit une cote de -732 m NGF. Le niveau a ensuite baissé, ce qui est attribué à une mise à l'équilibre après la foration (comme observé sur VAPB2 mais avec un rééquilibrage beaucoup plus rapide ici). A l'automne 2019, le niveau considéré représentatif s'établissait autour de 984 m de profondeur, soit une cote de -753 m NGF, **ce qui correspond à un ennoyage uniquement limité au point bas des travaux miniers** (Illustration 1).

[2] Valeurs mesurées corrigées de l'allongement du câble.

A partir de fin 2019, le niveau de saumure a monté de manière régulière, comme attendu avec l'hypothèse d'un ennoyage progressif des anciens travaux miniers de potasse.

Dans son avis sur la localisation et la pertinence des forages de reconnaissance VAPB2 et VLPB2 [1], l'INERIS confirme que « le comportement du forage VL-PB2 apparaît cohérent » et que « le forage VL-PB2 peut donc, du point de vue de sa configuration, être considéré comme un bon forage de surveillance du niveau d'ennoyage profond de la mine Marie-Louise ».

En 2024, les mesures de mars et juillet sont plus hautes que la chronique antérieure, mais la valeur d'octobre semble indiquer qu'il s'agissait d'un artefact (petite mise en charge puis rééquilibrage ou problème de mesure). Ainsi le niveau moyen de 2024 s'inscrit dans la continuité des résultats antérieurs. Comme indiqué dans les bilans des années précédentes, suivant le choix de la mesure de référence en 2019, l'élévation moyenne que l'on retient est comprise entre +1,2 et 1,4 m/an. **Un ordre de grandeur de +1,3 m/an correspond actuellement bien avec les observations** (Illustration 7).

Illustration 7 : Chronique de suivi du forage VLPB2 et élévation moyenne correspondante.

⇨ Le suivi 2024 montre que le niveau moyen de saumure dans le forage VLPB2 est voisin de -746,3 m NGF c'est-à-dire à plus de 977 m de profondeur.

3.2 Courbes théoriques d'ennoyage et comparaison avec les données des piézomètres

3.2.1 Courbes théoriques d'ennoyage : hypothèses retenues pour leur élaboration et résultats

En 2011, les travaux miniers ont été étudiés par MDPA pour identifier :

- comment les différents panneaux exploités peuvent être regroupés en différents « compartiments » (un compartiment = secteur présentant son point bas) ;
- et quelles pourraient être les communications potentielles entre ces compartiments.

De cette étude, on retient qu'en plus de la grande division entre Amélie, au Sud du stot, et Marie-Louise au Nord du stot, les travaux miniers peuvent être potentiellement divisés en 6 compartiments : Max, Amélie, Marie-Louise-Schoenensteinbach, Berrwiller-Staffelfelden., Alex-Rodolphe et Ungersheim (Illustration 8).

Illustration 8 : Panneaux d'exploitation et compartiments potentiels.

Ces compartiments sont reliés entre eux par des galeries d'infrastructure ou par la proximité des travaux (zone de « fracturation ») à travers lesquelles l'eau / la saumure pourrait passer en cas d'ennoyage. Cinq liaisons probables peuvent être retenues, reliant entre eux potentiellement tous les compartiments.

Sur la base des plans des panneaux indiquant les cotes des couches exploitées, un découpage en tranche de 50 m d'épaisseur a été réalisé pour affecter à chaque compartiment des volumes exploités en fonction de la profondeur (EODD 2023 [3])

On obtient une représentation schématique des volumes de vides initiaux de chaque compartiment (Illustration 9, avec les liaisons entre compartiments et les dates de remblayage des puits qui marquent les débuts potentiels d'ennoyage).

Illustration 9 : Représentation des compartiments et des liaisons probables.

Dans la mesure où les volumes exploités sont irréguliers en fonction de la profondeur, s'il y a ennoyage, celui-ci ne sera pas régulier, mais ralenti en cas de vides résiduels importants et accéléré en cas de vides résiduels plus faibles.

Pour illustrer ce phénomène et pouvoir disposer d'ordres de grandeur d'élévation du niveau de saumure, des courbes théoriques d'élévation du niveau de saumure dans ces différents compartiments ont été réalisées.

Les observations lors de la foration de VAPB2 et VLPB2 ont orienté les hypothèses de calcul vers une fourchette de vides résiduels de 10% des volumes exploités, ce qui correspond à une valeur intermédiaire au sein des hypothèses de l'INERIS qui ont servi jusqu'à présent de scénario de référence (l'INERIS retenait un taux de 20% pour les travaux à moins de 750 m de profondeur et 0% pour les travaux à plus de 750 m de profondeur).

Concernant les débits d'alimentation des différents compartiments, les observations des niveaux actuels de saumure, qui sont à grande profondeur, ont orienté les hypothèses de calcul vers les valeurs basses des hypothèses INERIS.

Enfin, la réduction des vides par compaction a été prise en compte avec les taux retenus par le passé (0,1%/an pour les vides non ennoyés et 0,01%/an pour les vides ennoyés).

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Cet ensemble d'hypothèses de calcul a été nommé « hypothèses MDPA 2023 ». Ceci ne constitue pas une remise en cause du scénario de référence, mais représente le scénario actuellement étayé par les observations récentes. L'ennoyage total se produirait en un peu plus de 6 siècles (le scénario de référence prend en compte un ennoyage en un peu plus de 3 siècles, cf. annexe page 25).

Sur ces bases, il a été possible de calculer la montée des niveaux de saumure dans les différents compartiments. Lorsque la saumure atteint les cotes des communications potentielles, le principe des vases communicants crée un ralentissement de l'ennoyage dans le compartiment le plus rempli et une accélération de l'ennoyage du compartiment qui présente un niveau plus bas. Une fois que les deux niveaux se sont équilibrés, la montée du niveau de saumure est conjointe dans les deux compartiments. Les courbes prévisionnelles théoriques d'ennoyage (montée du niveau de saumure) ainsi obtenues sont fournies ci-après ([3], Illustration 10).

Une explication des étapes d'accélération / ralentissement de l'ennoyage en fonction des compartiments et des liaisons est présentée en annexe (page 26).

De cette représentation « prévisionnelle », il est important de retenir qu'il s'agit :

- d'ordres de grandeur ;
- d'une représentation simplifiée utile pour mieux appréhender les phénomènes.

Ces courbes montrent que des variations de vitesses de remontée peuvent s'expliquer par la géométrie de la mine. Elles peuvent permettre une comparaison avec les données mesurées dans les forages VAPB2 et VLPB2 et réciproquement, les données de VAPB2 et VLPB2 peuvent être utilisées pour ajuster les hypothèses retenues pour la réalisation des courbes d'ennoyage.

Notons que le stockage de déchets StocaMine étant situé dans un point haut de cet ensemble minier, le site ne serait atteint par l'ennoyage, avec ces hypothèses, que 585 ans environ après le début de l'ennoyage du compartiment Amélie.

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Illustration 10 : Courbes prévisionnelles théoriques d'ennoyage (source : EODD).

Le découpage en « tranche » de 50 m limite la précision du rendu. De même l'attribution d'une cote moyenne à chaque panneau constitue une certaine imprécision pour un rendu cartographique Illustration 11).

Illustration 11 : Remplissage des panneaux miniers, horizon 2023, scénario liaisons probables.

3.2.1 Comparaison des courbes prévisionnelles et des suivis VAPB2 et VLPB2

VAPB2 se situe dans le point bas du compartiment Amélie. VLPB2 se situe dans le point bas du compartiment Marie-Louise - Schoenensteinbach (faisant partie de l'ensemble au Nord du stot). Leurs niveaux de saumure peuvent être comparés aux courbes théoriques d'ennoyage des compartiments Amélie et Marie-Louise - Schoenensteinbach (Illustration 12).

Illustration 12 : Courbes prévisionnelles du niveau de saumure dans les 6 compartiments miniers et niveaux de VAPB2 et VLPB2.

Deux zooms sur le début d'ennoyage de ces deux compartiments sont présentés ci-après :

Illustration 13 : Courbes prévisionnelles Amélie et Marie-Louise – Schoenensteinbach, comparaison avec les niveaux de VAPB2 et VLPB2 (zoom).

Les résultats du forage VLPB2 se calent pour le moment avec la courbe théorique du compartiment Marie-Louise - Schoenensteinbach. La courbe d'ennoyage du compartiment Amélie se base sur l'hypothèse que l'ennoyage a déjà débuté du fait de la fermeture des puits autres que Joseph et Else. Pour le moment, les résultats du forage VAPB2 ne montrent toutefois pas une élévation régulière du niveau de saumure. Les injections ont perturbé ce suivi, les prochaines données permettront de mieux cerner si l'ennoyage a débuté.

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

4. SUIVI DES NIVEAUX DU SOL

Pour rappel, la potasse a été exploitée principalement par foudroyage ce qui engendrait au moment des travaux des affaissements en surface atteignant de l'ordre de 80% des hauteurs exploitées en souterrain. Par la suite, il est considéré que les vides souterrains poursuivent leur fermeture ce qui peut se traduire en surface par un affaissement résiduel lent.

Depuis 2014, le cabinet de géomètres Jung est mandaté par MDPA pour suivre, en surface, 29 points situés à l'aplomb des anciens travaux miniers souterrains ou en périphérie proche, dans différentes communes du bassin potassique (cf. localisation, Illustration 14). Le premier résultat fixe un référentiel « 100 » et le suivi mesure un déplacement vertical (en m) par rapport au référentiel initial. Les données brutes depuis le début du suivi sont récapitulées ci-après[3] (Tableau 3).

	Raedersheim			Bollwiller						Feldkirch		
	RAED1	RAED2	RAED3	BOLL3	BOLL4	BOLL5	BOLL6	BOLL7	BOLL8	FELD4	FELD5	FELD6
janv-14	100,000		100,000	100,000	100,000	100,000	100,000					
avr-14	99,996		99,992	99,993	99,999	99,998	99,998	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
août-14	99,993	99,990	99,990	99,990	99,995	100,002	100,003	100,004	100,003	100,005	100,005	100,004
févr-15	99,991	99,989	99,989	99,995	100,003	100,002	100,002	100,005	100,004	100,004	100,004	100,004
oct-15	99,987	99,987	99,986	99,984	99,989	100,001	100,001	100,003	100,003	100,004	100,004	100,004
mai-16	99,982	99,983	99,982	99,976	99,980	99,999	99,999	100,002	100,002	100,008	100,008	100,008
déc-16	99,983	99,985	99,985	99,968	99,972	99,997	99,997	99,999	99,999	99,996	99,995	99,997
juil-17	99,979	99,983	99,983	99,969	99,975	99,997	99,998	99,999	100,000	100,000	100,000	100,000
mai-19	99,972	99,979	99,979	99,954	99,955	99,980	99,980	99,989	99,988	99,986	99,986	99,986
mai-21	99,944	99,968	99,968	99,953	99,953	99,989	99,988	99,995	99,994	99,995	99,994	99,995
mai-22	99,957	99,970	99,970	99,950	99,945	99,989	99,989	99,993	99,994	100,003	100,002	100,002
janv-24	99,949	99,964	99,965	99,941	99,939	99,986	99,986	99,990	99,990	99,997	99,997	99,999
oct-24	**99,946**	**99,963**	**99,964**	**99,935**	**99,930**	**99,984**	**99,984**	**99,988**	**99,989**	**99,986**	**99,986**	**99,986**

	Staffelfelden				Wittelsheim						
	STAF1	STAF2	STAF5	STAF6	WITT1	WITT2	WITT3	WITT4	WITT5	WITT6	WITT7
janv-14			100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
avr-14	100,000	100,000	100,000	100,000	99,993	99,992	99,998	99,997	99,997	100,002	100,004
août-14	100,006	100,003	99,992	99,993	99,988	99,987	99,992	99,992	99,992	100,004	100,004
févr-15	99,997	99,996	99,993	99,993	99,986	99,985	99,990	99,989	99,989	99,996	99,999
oct-15	100,001	99,998		99,991	99,984	99,982	99,987	99,986	99,986	99,995	99,996
mai-16	100,004	100,003	99,987	99,987	99,977	99,976	99,984	99,985	99,985	99,994	99,996
déc-16	100,005	100,003	99,996	99,996	99,975	99,974	99,980	99,983	99,981	99,988	99,988
juil-17	99,987	99,983	99,981	99,981	99,964	99,964	99,974	99,974	99,974	99,986	99,987
mai-19	99,987	99,985	99,970	99,971	99,958	99,957	99,973	99,973	99,974	99,985	99,986
mai-21	99,984	99,982	99,971	99,973	99,958	99,956	99,970	99,971	99,971	99,983	99,982
mai-22	99,985	99,982	99,988	99,988	99,952	99,953	99,980	99,981	99,981	99,991	99,991
janv-24	99,985	99,982	HS	99,976	99,958	99,958	99,973	99,974	99,974	99,987	99,985
oct-24	**99,985**	**99,982**	**HS**	**99,981**	**99,961**	**99,961**	**99,976**	**99,977**	**99,977**	**99,990**	**99,988**

HS : Support point détruit

	Reiningue					
	REIN1	REIN2	REIN3	REIN4	REIN5	REIN6
janv-14		100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
avr-14		100,013	100,007	100,003	100,000	100,000
août-14		100,007	100,004	100,003	100,002	100,002
févr-15	100,000	100,001	100,000	100,000	100,001	100,001
oct-15	100,000	100,002	100,001	100,001	100,002	100,002
mai-16	100,001	100,003	99,999	100,000	100,002	100,002
déc-16	100,004	100,006	100,004	100,004	100,002	100,002
juil-17	99,995	99,998	99,995	99,996	99,998	99,998
mai-19	100,000	100,000	99,994	99,995	99,997	99,992
mai-21	99,989	99,993	99,987	99,989	99,995	99,990
mai-22	99,988	99,991	99,985	99,988	99,995	99,990
janv-24	99,985	99,988	99,980	99,985	99,994	99,990
oct-24	**99,984**	**99,987**	**99,979**	**99,984**	**99,995**	**99,991**

Baisse par rapport à la mesure précédente

Hausse par rapport à la mesure précédente

Mesure stable

Tableau 3 : Données brutes des suivis des niveaux du sol (en m, par rapport au référentiel initial 100).

[3] La campagne de 2023 a été décalée à janvier 2024. La campagne de 2024 a été réalisée en octobre 2024.

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Illustration 14 : Localisation des points de nivellement suivis.

L'âge des travaux, leur profondeur, la présence ou non de saumure, l'exploitation d'une ou deux couches de potasse peuvent jouer sur l'évolution de la fermeture des vides.

Tous les points suivis montrent une tendance à la baisse avec le temps, de façon plus ou moins marquée selon les sites (Tableau 4).

Variations moyennes depuis le début du suivi (en mm/an)

Raedersheim			Bollwiller						Feldkirch		
RAED1	RAED2	RAED3	BOLL3	BOLL4	BOLL5	BOLL6	BOLL7	BOLL8	FELD4	FELD5	FELD6
-5,0	-2,7	-3,3	-6,0	-6,5	-1,5	-1,5	-1,1	-1,0	-1,3	-1,3	-1,3

Staffelfelden				Wittelsheim						
STAF1	STAF2	STAF5	STAF6	WITT1	WITT2	WITT3	WITT4	WITT5	WITT6	WITT7
-1,4	-1,7	-1,1	-1,8	-3,6	-3,6	-2,2	-2,1	-2,1	-0,9	-1,1

Reiningue					
REIN1	REIN2	REIN3	REIN4	REIN5	REIN6
-1,7	-1,2	-2,0	-1,5	-0,5	-0,8

Tableau 4 : Variations moyennes annuelles des niveaux des sols depuis 2013.

Les 3 secteurs qui présentent les plus fortes baisses (Raedersheim, Bollwiller 3-4, Wittelsheim 1-2) ne présentent pas de spécificité commune (Illustration 14). Concernant les points de Wittelsheim, la baisse a été marquée entre 2014 et 2019, mais depuis 2019 il y a plutôt stabilité des mesures.

Étant donné la faible ampleur du phénomène en surface, les mesures sont délicates et il faut donc garder à l'esprit la marge d'incertitude ainsi que l'existence de possibles perturbations par d'autres phénomènes tels que des mouvements superficiels par dessiccation/humidification des sols. Ainsi, ce sont les tendances sur plusieurs mesures d'affilée qui peuvent être interprétées. Le suivi (Illustration 15) ne met pas en évidence de changement brutal concernant les mouvements du sol en surface.

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Illustration 15 : Courbes de suivi des niveaux du sol.

5. Conclusion

Deux forages profonds, équipés en piézomètres, font l'objet d'un suivi par les MDPA :

- VAPB2 implanté depuis 2015 dans un point bas du compartiment Amélie ;
- VLPB2 implanté depuis 2018 dans le point bas du compartiment Marie-Louise.

En 2021, le forage VAPB2 a été nettoyé par injection ce qui a provoqué une hausse du niveau dans le forage qui a mis plusieurs mois à se résorber mais les mesures récentes semblent indiquer un retour à l'équilibre. Le suivi 2024 montre que le niveau de saumure dans VAPB2 est à une cote moyenne proche de -647 mNGF, c'est-à-dire à presque 897 m de profondeur. Autrement dit, dans ce secteur l'ennoyage n'a presque pas débuté.

Dans le forage VLPB2 (compartiment Marie-Louise, secteur Schoenensteinbach), la montée progressive du niveau de saumure se poursuit, dans le prolongement des observations antérieures. Le niveau de saumure est à 977 m de profondeur (cote -746 m NGF) et s'élève d'environ 1,3 m par an en moyenne.

Des courbes théoriques de montée du niveau de saumure dans les différents compartiments de l'exploitation de potasse ont été tracées, constituant une base de réflexion pour le suivi des niveaux de saumure. Celles-ci montrent notamment que des accélérations ou des ralentissements pourraient se produire du fait de la répartition non homogène des anciens travaux miniers. Pour le moment, les résultats du piézomètre VLPB2 correspondent à la gamme de valeur estimée pour le compartiment Marie-Louise – Schoenensteinbach. Les venues d'eau jusqu'au fond de la mine sont donc très limitées (valeurs basses de l'encadrement qui avait été proposé par l'INERIS).

Concernant les niveaux du sol, les résultats du suivi récent sont dans la continuité des mesures antérieures, avec des phénomènes très lents et de faible ampleur (stabilité ou 2 à -6 mm/an). Aucun changement significatif n'est constaté.

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

ANNEXE 1 :

Note sur la vitesse et la durée d'ennoyage des vides miniers :

Le scénario de référence choisi par l'Ineris (2011) pour représenter l'ennoyage à long terme de la mine considère une durée d'ennoyage prévisionnelle de 300 ans pour remplir la totalité des vides miniers résiduels. Cette étude visait à estimer l'impact maximal susceptible d'être induit par une émission de saumure contaminée par le lessivage des déchets stockés à StocaMine, en tenant compte de nombreuses hypothèses majorantes : débit de fuite maximal des puits remblayés, porosité importante des vides miniers résiduels, fermeture rapide des travaux les plus profonds, vitesse de convergence faible des travaux miniers, dissolution immédiate et totale de l'ensemble des déchets dans la saumure, etc.

Cette approche majorante a permis de montrer que, même dans un cadre fortement sécuritaire, l'impact à long terme de la contamination attendue de la nappe d'Alsace serait globalement négligeable, et localement faible à modéré (notamment à la base de la nappe d'Alsace, à proximité immédiate des puits Joseph et Else). En outre, cet impact serait diminué par les barrages qu'il est prévu de construire pour confiner le site de stockage et l'isoler de la saumure d'ennoyage pendant une durée suffisante à la « cicatrisation » des vides miniers.

Il est donc normal que la remontée du niveau d'ennoyage actuellement mesurée aux forages profonds VA-PB2 et VL-PB2 soit plus lente que ce qui a été prévu dans ce scénario majorant, qui tient compte du comportement à long terme des vides miniers et des puits remblayés.

Ainsi, les calculs effectués par CESAME (2020) sur la base des niveaux de fluide d'ennoyage mesurés aux forages VA-PB2 et VL-PB2, et qui conduisent à retenir un temps de remplissage supérieur à 600 ans, ne remettent en cause ni le raisonnement en approche majorante de l'Ineris, ni les mesures actuellement réalisées sur les forages profonds de suivi de l'ennoyage.

Il s'agit en effet de deux approches complémentaires, l'une valable à court terme (CESAME, 2020) pour expliquer l'état actuel du site, et l'autre à long terme (Ineris, 2011) pour prévoir son comportement à l'échelle de plusieurs siècles.

Extrait du rapport INERIS [1]

ANNEXE 2 :

Courbes d'ennoyage, principales étapes.