

Inspection du puits Joseph

Id. du document CME2-2022-01275-02



DMT GmbH & Co KG, Am TÜV 1, 45307 Essen, Allemagne

Rapport préparé pour

MDPA Mines de Potasse d'Alsace

Avenue Joseph Else

68310 WITTELSHEIM

N° de rév.	Préparé par	Vérifié par	Approuvé par
0	Sven Bock	Carsten Scior	Sven Bock
	27/09/2022	27/09/2022	28/09/2022

Historique des révisions

Date	N° de rév.	Description	Commentaires
23/09/2022	Avant-projet	Version préliminaire	-
28/09/2022	0	Première version	<ul style="list-style-type: none">- Les commentaires de MDPa ont été pris en compte (pages 7, 23 et 54).- Le chapitre 2.2 a été étendu en intégrant les nouvelles données disponibles (page 23)- La conclusion concernant la réhabilitation a été définie de manière plus précise (page 54)- Les références ont été mises à jour (page 55)- Correction syntaxiques/typographiques

Sommaire

Liste des figures	3
Liste des tableaux	6
1 Objet	7
2 Introduction	7
2.1 Conditions géologiques	7
2.2 Conditions hydrogéologiques	23
2.3 Géométrie et revêtement du puits	23
3 Revêtement du puits	24
3.1 Documentation photographique sur le revêtement du puits	25
3.2 Résultats de l'inspection du revêtement du puits	44
3.3 Conclusions et recommandations pour le revêtement du puits	52
3.3.1 Plaques de cuvelage en fonte	52
3.3.2 Briques de béton et béton	54
4 Résumé et conclusions	54
Annexe 1 : Liste des documents	55
Annexe 2 : Référence – Balayage laser d'un puits	56

Liste des figures

Figure 1. Section du puits 24	
Figure 2. Moise: 2, direction : E Aperçu général	25
Figure 3. Moise: 2, direction : N Cuvelage en fonte présentant une légère corrosion	25
Figure 4. Moise: 2, direction : O Légère corrosion du cuvelage	26
Figure 5. Moise: 4, direction : E Aperçu général	26
Figure 6. Moise: 4, direction : NE Corrosion du cuvelage	26
Figure 7. Moise : 4, direction : N Corrosion du cuvelage	26
Figure 8. Moise : 8, direction : E Aperçu général	26
Figure 9. Moise : 8, direction : E Corrosion avancée des plaques/des boulons	26
Figure 10. Moise : 8, direction : N Corrosion des plaques	27
Figure 11. Moise : 12, direction : E Aperçu général	27
Figure 12. Moise : 12, direction : N Corrosion des plaques	27
Figure 13. Moise : 12, direction : E Corrosion des plaques et zones humides	27
Figure 14. Moise : 15, direction : E Aperçu général	27
Figure 15. Moise : 15, direction : E Plaques de cuvelage en fonte	27
Figure 16. Moise : 15, direction : E Corrosion avancée de la bride	28
Figure 17. Moise : 15, direction : N Corrosion avancée des plaques	28
Figure 18. Moise : 15, direction : O Corrosion avancée de la bride	28
Figure 19. Moise : 15, direction : S Corrosion avancée des plaques	28
Figure 20. Moise : 17, direction : E Aperçu général	28

Figure 21. Moise : 17, direction : E Plaques de cuvelage en fonte	28
Figure 22. Moise : 17, direction : E Plaques corrodées avec zones humides	29
Figure 23. Moise : 17, direction : N Plaques corrodées avec zones humides	29
Figure 24. Moise : 17, direction : N Plaques corrodées avec zones humides	29
Figure 25. Moise : 17, direction : O Plaques corrodées avec zones humides et gouttes	29
Figure 26. Moise : 17, direction : O Plaques corrodées avec zones humides et gouttes	29
Figure 27. Moise : 17, direction : S Plaques corrodées	29
Figure 28. Moise : 18, direction : N Plaques corrodées avec zones humides et gouttes	30
Figure 29. Moise : 18, direction : E Plaques corrodées et déformées (déplacement d'environ 1 cm)..	30
Figure 30. Moise : 22, direction : E Aperçu général	30
Figure 31. Moise : 22, direction : O Plaques corrodées avec zones humides et gouttes	30
Figure 32. Moise : 27-28, direction : E Aperçu général de l'anneau de raccordement.....	30
Figure 33. Moise : 27-28, direction : N Corrosion avancée de l'anneau de raccordement.....	30
Figure 34. Moise : 29, direction : E Aperçu général	31
Figure 35. Moise : 29, direction : E Corrosion avancée des plaques.....	31
Figure 36. Moise : 29, direction : E Couche de fonte corrodée retirée du cuvelage	31
Figure 37. Moise : 29, direction : O Plaques couvertes de sel.....	31
Figure 38. Moise : 34, direction : E Aperçu général	31
Figure 39. Moise : 34, direction : E Corrosion avancée des plaques.....	31
Figure 40. Moise : 34, direction : NE Plaques couvertes de sel.....	32
Figure 41. Moise : 36, direction : E Plaques corrodées couvertes de sel et suintement local.....	32
Figure 42. Moise : 40, direction : E Aperçu général	32
Figure 43. Moise : 40, direction : O Plaques corrodées avec suintement local	32
Figure 44. Moise : 44, direction : N Corrosion avancée des plaques.....	32
Figure 45. Moise : 47-48, direction : E Corrosion avancée de l'anneau de raccordement	32
Figure 46. Moise : 48, direction : E Aperçu général	33
Figure 47. Moise : 48, direction : O Plaques de cuvelage corrodées couvertes de sel et suintement local	33
Figure 48. Moise : 53, direction : E Aperçu général	33
Figure 49. Moise : 53, direction : N Restes de bride corrodés	33
Figure 50. Moise : 53, direction : O Corrosion avancée des plaques	33
Figure 51. Moise : 62, direction : O Corrosion avancée des plaques	33
Figure 52. Moise : 62, direction : S Plaques de cuvelage corrodées couvertes de sel.....	34
Figure 53. Moise : 66, direction : E Aperçu général	34
Figure 54. Moise : 66, direction : E Segment de cuvelage après élimination de la couche de corrosion	34
Figure 55. Moise : 66, direction : E Segment de cuvelage après élimination de la couche de corrosion	34
Figure 56. Moise : 66, direction : O Corrosion avancée des plaques	34
Figure 57. Moise : 66, direction : O Corrosion avancée des plaques	34
Figure 58. Moise : 73-74, direction : O Corrosion avancée de l'anneau de raccordement avec des zones humides et une épaisse couche de poussière/sel	35
Figure 59. Moise : 73-74, direction : O Corrosion avancée de l'anneau de raccordement avec suintement local et une épaisse couche de poussière/sel.....	35
Figure 60. Moise : 73-74, direction : N Corrosion avancée de l'anneau de raccordement avec des zones humides et une épaisse couche de poussière/sel.	35
Figure 61. Moise : 94, direction : E Aperçu général	35
Figure 62. Moise : 94, direction : E Plaques de cuvelage en fonte corrodées.....	35
Figure 63. Moise : 94, direction : E Plaques de cuvelage en fonte corrodées avec zones humides locales	35
Figure 64. Moise : 99, direction : O Déplacement vertical des segments de cuvelage jusqu'à environ 40 mm	36
Figure 65. Moise : 99, direction : E Déplacement vertical des segments de cuvelage jusqu'à environ 30 mm	36

Figure 66. Moise : 99, direction : E Déplacement vertical des segments de cuvelage (vers l'intérieur du puits) jusqu'à 60 mm.....	36
Figure 67. Moise : 99, direction : N Déplacement horizontal des segments de cuvelage (vers l'extérieur du puits) jusqu'à 20 mm.....	36
Figure 68. Moise : 99, direction : O Déplacement horizontal des segments de cuvelage (vers l'intérieur du puits) jusqu'à environ 50 mm.....	36
Figure 69. Moise : 99-100, direction : N Corrosion avancée de l'anneau de raccordement.....	36
Figure 70. Moise : 108, direction : E Aperçu général.....	37
Figure 71. Moise : 108, direction : E Cuvelage en fonte.....	37
Figure 72. Moise : 128-129, direction : O Anneau de raccordement.....	37
Figure 73. Moise : 128-129, direction : S Suintement au-dessus de l'anneau de raccordement..	37
Figure 74. Moise : 129, direction : E Aperçu général	37
Figure 75. Moise : 130, direction : E Aperçu général	37
Figure 76. Moise : 130, direction : O Vue générale des briques de béton	38
Figure 77. Moise : 131, direction : E Aperçu général	38
Figure 78. Moise : 131, direction : NE Béton sur la partie est et nord-est du puits	38
Figure 79. Moise : 131, direction : N Maçonnerie et béton sur la partie nord du puits.....	38
Figure 80. Moise : 143, direction : E Aperçu général	38
Figure 81. Moise : 143, direction : O Corrosion en surface des briques de béton	38
Figure 82. Moise : 143, direction : NE Corrosion du joint de dilatation (maçonnerie) jusqu'à une profondeur d'environ 4 cm.....	39
Figure 83. Moise : 154, direction : N Corrosion en surface des briques de béton et zones locales creuses	39
Figure 84. Moise : 161, direction : O Briques de béton couvertes de sel et éclatements locaux jusqu'à la moise 164	39
Figure 85. Moise : 179, direction : E Briques de béton couvertes de sel	39
Figure 86. Moise : 211, direction : E Aperçu général	39
Figure 87. Moise : 211, direction : E Corrosion et éclatements locaux dans les briques de béton	39
Figure 88. Moise : 211, direction : E Corrosion et éclatements locaux dans les briques de béton jusqu'à la moise 212.....	40
Figure 89. Moise : 211, direction : E Corrosion et éclatements locaux dans les briques de béton jusqu'à la moise 212.....	40
Figure 90. Moise : 212, direction : N Corrosion et nouveaux éclatements locaux dans les briques de béton du côté nord.....	40
Figure 91. Moise : 215, direction : E Aperçu général	40
Figure 92. Moise : 215, direction : O Endommagement local du revêtement	40
Figure 93. Moise : 215, direction : O Éclatements du revêtement localement couverts de sel	40
Figure 94. Moise : 227-228, direction : E, Joint de dilatation (maçonnerie)	41
Figure 95. Moise : 227-228, direction ; N Joint de dilatation (maçonnerie) couvert de poussière et de sel.....	41
Figure 96. Moise : 249, direction : E Aperçu général	41
Figure 97. Moise : 249, direction : O Joint de dilatation (maçonnerie) avec éclatements locaux comblés par des briques.....	41
Figure 98. Moise : 249, direction : N Corrosion en surface des briques de béton (jusqu'à 2 à 3 cm)	41
Figure 99. Moise : 274, direction : N Joint de dilatation (maçonnerie)	41
Figure 100. Moise : 278, direction : E Aperçu général	42
Figure 101. Moise : 278, direction : O Corrosion profonde du béton et éclatements locaux	42
Figure 102. Moise : 278, direction : NO Corrosion profonde du béton et éclatements locaux.....	42

Figure 103. Moise : 278, direction : NO Corrosion profonde du béton et éclatements locaux.....	42
Figure 104. Moise : 281, direction : E Aperçu général	42
Figure 105. Moise : 281, direction : E Corrosion profonde du béton et éclatements locaux.....	42
Figure 106. Moise : 281, direction : N Corrosion profonde du béton.....	43
Figure 107. Moise : 281, direction : O Corrosion profonde du béton	43
Figure 108. Moise : 291, direction : E Aperçu général	43
Figure 109. Moise : 291, direction : N Plusieurs éclatements et revêtement endommagé, corrosion profonde du béton.....	43
Figure 110. Moise : 302, direction : O Éclatement plus profond du revêtement en béton	43
Figure 111. Moise : 302-303, direction : O Éclatement plus profond du revêtement en béton	43
Figure 112. Moise : 302, direction : O Éclatement plus profond du revêtement en béton avec formation visible de sel	44
Figure 113. Moise : 302, direction : NO Éclatement plus profond du revêtement en béton	44
Figure 114. Déplacement horizontal des segments de cuvelage jusqu'à 60 mm	53
Figure 115. Déplacement vertical des segments de cuvelage jusqu'à environ 40 mm	53
Figure 116. Corrosion du cuvelage en fonte.....	53

Liste des tableaux

Tableau 1 : Résumé des conditions géologiques [5], [6].....	7
Tableau 2 : Types de revêtement du puits Joseph	25
Tableau 3 : Résumé de l'inspection du cuvelage du puits.....	46

1 Objet

L'objet du présent document est de fournir une vue d'ensemble des conditions réelles du revêtement existant du puits Joseph. Cette évaluation repose sur une visite du site de MDPA Mines de Potasse d'Alsace à Wittelsheim (France) et couvre les points suivants :

- Inspection visuelle du puits le 14 septembre 2022
- Résultats de la discussion sur la visite de la mine souterraine, premières conclusions et définition du contenu du rapport
- Évaluation des documents disponibles (Annexe 1 : Liste des documents).

2 Introduction

Le fonçage du puits Joseph est entrepris en 1911 par le consortium Deutsche Kali Werke afin d'extraire du minerai de potasse. La potasse est atteinte en 1913 et l'extraction commence. L'exploitation s'achève en 1966 et le site est transformé en parc d'activité en 1990.

À partir de 1997, un dépôt sous-terrain destiné à accueillir des déchets ultimes dangereux, Stocamine, est créé sur le site de la mine de potasse désaffectée avec une participation privée. Plus de 44 000 tonnes de déchets industriels hautement toxiques y seront entreposés, comprenant entre autres du cyanure, de l'amiante, de l'arsenic et des substances contenant du chrome et du mercure. Le 10 septembre 2002, une partie de ces déchets prend feu et brûle pendant deux mois. Suite à cet incendie, le site de dépôt est fermé en septembre 2003.

DMT a été engagé par MDPA pour examiner la stabilité du puits Joseph, faire des recommandations sur la surveillance et évaluer la réhabilitation potentielle du revêtement du puits nécessaire pour des travaux ultérieurs.

2.1 Conditions géologiques

Les conditions géologiques sont résumées dans le tableau 1.

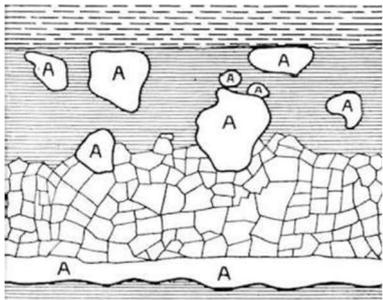
Tableau 1 : Résumé des conditions géologiques [5], [6].

Profondeur, m	Description originale (FR)	Brève description en anglais
0,0 à 35,0	Cailloux des rivières des Vosges mélangés de sable et d'un peu de limon. L'échantillon de 30 m. se composait de gros cailloux de l'épaisseur du poing : principalement galets de grauwaque, de schiste siliceux, de porphyre de Rothutel, de porphyre labradorique et de granite.	River pebbles from the Vosges mixed with sand and silt.

Profondeur, m	Description originale (FR)	Brève description en anglais
35,0 à 80,0	<p>Marne grise et brune, tantôt schistoïde et litée, tantôt compacte, avec gypse fibreux. Un examen attentif des déblais du puits a montré qu'entre 33 et 80 m il n'y avait pas autre chose que cette marne. On n'a trouvé aucune trace de calcaires ou de schistes avec débris de poissons (schistes à Meleita, schistes à Amphisyle). On n'a pu déterminer à quelle profondeur apparaissait le gypse.</p> <p>L'échantillon de 80 m consistait en une alternance de marnes argileuses, les unes stratifiées, d'un gris légèrement bleuâtre, les autres compactes, rouge brun ou couleur chocolat. Dans ces dernières on peut voir, à l'œil nu, des grains de quartz rouge clair et blanc de la grosseur d'une tête d'épingle. Le gypso fibreux est interstratifié dans les marnes ; son épaisseur ne dépasse pas 5 cm.</p> <p>De 102 à 103 m, échantillon de marne schisteuse grise, avec quelques grains de quartz et débris de plantes indéterminables ; gypse fibreux et cordons de gypse fortement mélangés de marne.</p> <p>Entre les marnes grises se montre de la marne couleur chocolat, sans cassure nette, avec un fragment de coquille indéterminable.</p> <p>A 115 m, échantillon de marne affectant la même alternance qu'entre 102 et 103 m.</p>	<p>Marl up to the depth of 80 m. Below clayey marl with gypsum interbedded in marl with thickness up to 5 cm.</p> <p>From 102 to 103 m a schistose marl with some quartz grains and debris of indeformable plants; fibrous gypsum and gypsum strands strongly mixed with marl. At 115 m a sample of marl affecting the same alternation as between 102 and 103 m.</p>
80,0 à 120,0	<p>Anhydrite blanche, en bancs, partiellement transformée en gypse brunâtre semblable à de l'albâtre. (Ici commencent les observations personnelles.)</p>	<p>White anhydrite, in banks, partially transformed into brownish alabaster-like gypsum.</p>
120,0 à 121,0	<p>Marne gris bleuâtre schisteuse, ou couleur chocolat et compacte, avec nombreuses surfaces de</p>	<p>Shaly or compact marl with numerous slip surfaces. Between the marls, fibrous gypsum and specular gypsum.</p>

Profondeur, m	Description originale (FR)	Brève description en anglais
	glissement. Les marnes de couleur chocolat contiennent de nombreux grains de quartz rougeâtre ou blanc qui atteignent la grosseur de la moitié d'un pois. Entre les marnes, gypse fibreux et gypse spéculaire.	
121,0 à 123,4	Marne couleur chocolat, argileuse, à cassure irrégulière, avec grains de quartz. L'inclinaison, entre 119 m 60 et 123 m 40, atteint 3 à 5° vers N.	Clayey marl with irregular fracture, with quartz grains. The inclination, between 119.6 m and 123.4 m reaches 3° to 5° towards N
123,4 à 130,0	Alternance de marnes schisteuses vert brunâtre et de marnes argileuses nonstratifiées, grises et brunes, avec un peu de gypse fibreux. À 130 m, première apparition de l'anhydrite en rognons.	Alternating brownish-green shaly marl and grey and brown unstratified clayey marl with some fibrous gypsum. At 130 m the first appearance of anhydrite in kidneys form.
130,0 à 150,0	Marne légèrement gris verdâtre, plus ou moins stratifiée, alternant avec des marnes brun chocolat à cassure polyédrique, avec intercalation de couches de rognons de gypse qui atteignent la taille d'un quart de mètre cube. À l'intérieur les rognons consistent en anhydrite légèrement bleuâtre. Après lavage le résidu contient des grains de quartz, de petits rognons de gypse, de petits morceaux de marne, un peu de pyrite. La marne est fortement effervescente sous l'acide chlorhydrique à froid.	Slightly greenish-grey marl, more or less stratified, alternating with chocolate-brown marl with a polyhedral fracture, with intercalation of layers of gypsum reaching the size of a 0.25 m ³ . In the interior the kidneys consist of slightly bluish anhydrite. After washing, the residue contains grains of quartz, small gypsum chips, small pieces of marl and a little pyrite. The marl is strongly effervescent under cold hydrochloric acid.
150,0 à 160,0	Marne dure, gris vert, généralement stratifiée, avec quelques grains de quartz, alternant avec des rognons d'anhydrite qui, par suite de la décomposition de la pyrite ferrugineuse, ont par endroits une croûte noire. L'inclinaison est de 8 à 10° vers NNW.	Hard, grey-green marl, generally stratified, with some quartz grains, alternating with anhydrite clippings which, as a result of the decomposition of the ferruginous pyrite, have a black crust in places. The inclination is 8° to 10° to NNW.
160,0 à 187,9	Alternance de marnes stratifiées ou compactes vertes à gris verdâtre, faiblement dolomitiques, avec restes de plantes indéterminables.	Alternating stratified or compact green to greenish-grey, weakly dolomitic marls with indeterminate plant remains.

Profondeur, m	Description originale (FR)	Brève description en anglais
187,9 à 190,0	Mêmes marnes avec une couche d'anhydrite en rognons de 15 cm d'épaisseur.	Marl with a 15 cm thick layer of anhydrite.
190,0 à 194,9	Marne gris verdâtre clair ou foncé, avec taches et traînées rouge vin.	Light to dark greenish-grey marl.
194,9 à 196,5	Marnes rubanée grise et gris brun, avec intercalations d'anhydrite. La marne fait fortement effervescence avec l'acide chlorhydrique à froid; elle est faiblement dolomitique. Une partie plus blanchâtre de la marne était de teneur plus forte en chlorure de sodium (sel gemme).	Grey and grey-brown banded marl with anhydrite intercalations. The marl effervesces strongly with cold hydrochloric acid; it is weakly dolomitic. A whitish part of the marl had a higher sodium chloride (rock salt) content.
196,5 à 198,5	Marne compacte gris verdâtre, se débitant en polyèdres.	Greenish-grey compact marl, breaking up into polyhedra.
198,5 à 207,1	Alternance de marnes gris verdâtre, rayées ou rubanées, contenant de petits grains de quartz, avec de l'anhydrite en partie transformée en gypse. Sur les cassures, un peu de gypse fibreux.	Alternating greenish-grey, striped or banded marl containing small grains of quartz, with layered anhydrite, the latter partly transformed into gypsum. On the breaks, some fibrous gypsum.
207,1 à 220,6	Marne compacte non stratifiée, gris vert et couleur chocolat, se débitant en écailles dans l'eau, parfois avec grains de quartz.	Unstratified compact marl, green-grey and chocolate-coloured, flaking in water, sometimes with quartz grains.
220,6 à 229,6	Marne gris vert, faiblement dolomitique, à taches et traînées rouge vin, avec débris de coquilles presque toujours indéterminables : l'un deux permet de reconnaître un fragment de Limnaeus. Présence accessoire de marnes brun chocolat.	Grey-green marl, weakly dolomitic, with wine-red spots and streaks, with shell fragments that are almost always indeterminate: one of them makes it possible to recognise a fragment of Limnaeus. Accessory presence of chocolate brown marl.
229,6 à 232,1	Marne gris vert, légèrement dolomitique, compacte ou rubanée, à forte teneur en sel gemme et, en outre, faible teneur en sulfate soluble dans l'eau et en calcaire ; présence nette de magnésium soluble dans l'eau.	Grey-green, slightly dolomitic, compact or banded marl with high rock salt content and, in addition, low water-soluble sulphate and limestone content; clear presence of water-soluble magnesia.
232,1 à 319,5	Alternance continue de marnes plus ou moins dolomitiques, soit compactes et non stratifiées, soit rubanées ou rayées. Les marnes compactes sont tantôt gris verdâtre, tantôt couleur chocolat et contiennent moins de grains de	Continuous alternation of more or less dolomitic marls, either compact and unstratified, or banded or ragged. The compact marls are sometimes greenish-grey, sometimes chocolate-coloured and contain fewer quartz grains in the lower layers than in the

Profondeur, m	Description originale (FR)	Brève description en anglais
	<p>quartz dans les couches inférieures que dans les couches supérieures. Les marnes rubanées ou rayées sont le plus souvent gris vert, plus rarement tachées ou striées rouge vin.</p> <p>Les marnes sont toutes plus ou moins imprégnées de sels de soude, de magnésie et de chaux solubles dans l'eau. Elles sont traversées de fissure remplies de gypse fibreux.</p> <p>Fréquemment, surtout dans les parties inférieures, s'intercalent des couches d'anhydrite en rognons d'un bleu légèrement gris, en particulier une couche épaisse de 1 m 20 à la profondeur de 235 m.</p> <p>A 319 m, première rencontre de sel gemme fibreux rouge clair remplissant une faille.</p> <p>A 319 m 50 apparaît la première couche de sel gemme. Au-dessus du premier banc de sel, épais de 4 à 5 m, se trouve une couche de rognons d'anhydrite mélangée de marnes de 5 cm environ d'épaisseur, dont le toit est formé par de la marne dolomitique gris clair stratifiée. La couche de rognons d'anhydrite supérieure au sel n'est pas séparée de celle-ci par une surface plane: les rognons d'anhydrite s'enfoncent parfois dans le sel (fig. 1). Le sel est le plus souvent blanc sale, rarement pur et en gros cristaux. Les cristaux dont la réunion constitue la couche de sel ont jusque 1 cm de diamètre. Sous le sel se trouve une couche d'anhydrite dolomitique mamelonnée grise, épaisse d'environ 1 cm, dont le soubassement est formé par des marnes dolomitiques zonées et grises.</p>	<p>upper ones.</p> <p>The banded or striped marls are mostly green-grey, more rarely stained or streaked with wine red. The marls are all more or less impregnated with water-soluble salts of soda, magnesia and lime. They are traversed by cracks filled with fibrous gypsum. Frequently, especially in the lower parts, there are layers of anhydrite in the form of slightly blue- grey clippings, in particular a layer 1 m thick.</p> <p>In particular, a 1.20 m thick layer at a depth of 235 m.</p> <p>At 319 m, the first encounter with light red fibrous rock salt filling a fault. At 319.5 m the first layer of rock salt appears. Above the first salt bane, 4 to 5 m thick, is a layer of anhydrite shavings mixed with marl, about 5 cm. thick, whose roof is formed by stratified light grey dolomitic marl.</p> <p>The layer of anhydrite shavings is not separated from the salt by a flat surface: the anhydrite kidneys sometimes sink into the salt. The salt is usually dirty white, rarely pure and in large crystals. The crystals, which together form the salt layer, are up to 1 cm in diameter. Under the salt is a layer of grey mamelonitic dolomitic anhydrite, about 1 cm thick, underlain by grey zoned dolomitic marl.</p> 
319,5 à 360,5	Alternance de couches de marnes, de banc de rognons d'anhydrite et	Alternating layers of marl, anhydrite beds and rock salt layers, whose

Profondeur, m	Description originale (FR)	Brève description en anglais
	de couches de sel gemme, dont l'épaisseur individuelle n'a pas été mesurée.	individual thickness has not been measured.
360,5 à 368,0	Marne légèrement dolomitique, tantôt schisteuse et finement rayée, tantôt rubanée et peu schisteuse, gris foncé ou clair. Les marnes sont traversées de sel gemme fibreux.	Slightly dolomitic marl, sometimes schistose and finely striped, sometimes banded and not very schistose, dark or light grey. The marl is crossed by fibrous rock salt.
368,0 à 368,4	Sel gemme blanc jaunâtre en gros cristaux.	Yellowish white rock salt in large crystals.
368,4 à 368,6	Marne dolomitique rayée grise.	Grey striped dolomitic marl.
368,6 à 368,8	Sel gemme en gros cristaux.	Rock salt in large crystals.
368,8 à 369,5	Marne rayée ou rubanée, dolomitique et grise, avec anhydrite en rognons, gris bleu.	Raked or banded marl, dolomitic and grey, with anhydrite in kidneys, blue grey.
369,5 à 369,7	Sel gemme en gros cristaux.	Rock salt in large crystals.
369,7 à 369,9	Marne dolomitique rayée ou rubanée. L'inclinaison atteint 5° vers NNW.	Striped or banded dolomitic marl. The inclination reaches 5° to the NNW.
369,9 à 370,1	Sel gemme en gros cristaux.	Rock salt in large crystals.
370,1 à 370,2	Marne rubanée gris verdâtre.	Greenish-grey banded marl.
370,2 à 370,3	Sel gemme.	Rock salt.
370,3 à 377,7	Marne dolomitique gris bleu à gris vert, en partie rubanée et se débitant en écailles, en partie légèrement schisteuse, avec couches de rognons d'anhydrite, sel gemme fibreux blanc et rougeâtre dans les fissures.	Blue-grey to green-grey dolomitic marl, partly banded and flaking, partly slightly schistose, with layers of anhydrite chips, white and reddish fibrous rock salt in the cracks.
377,7 à 378,2	Sel gemme en cristaux de grosseur moyenne.	Rock salt in medium-sized crystals.
378,2 à 380,3	Marne dolomitique gris verdâtre, compacte ou rubanée, et anhydrite en rognons et en couches.	Greenish-grey dolomitic marl, compact or banded, and anhydrite in kidneys and layers.
380,3 à 380,5	Anhydrite en rognons mélangée à du sel gemme.	Anhydrite chips mixed with rock salt.
380,5 à 381,7	Marne rubanée gris vert.	Grey-green banded marl.
381,7 à 383,6	Sel gemme en gros cristaux blanc gris, avec intercalation de minces couches de marne. À 382 m 50, marne grise rubanée et tachetée se débitant en écailles, et sel gemme fibreux rougeâtre.	Rock salt in large grey-white crystals, with thin layers of marl in between. At 382.5 m grey banded and mottled marl breaking into scales, and reddish fibrous rock salt.
383,6 à 384,0	Marne dolomitique grise rubanée.	Grey banded dolomitic marl.
384,0 à 386,0	Prédominance de sel gemme en gros cristaux avec minces couches	Predominance of rock salt in large crystals with thin layers of finely

Profondeur, m	Description originale (FR)	Brève description en anglais
	de marnes finement rayées. schisteuses, un peu bitumineuses. Sur l'une des couches, empreinte d'un cristal de sel gemme de 4 mm. de dimension, tordu par la pression. À 386 m, mince cordon	grained marl, schistose, a little bituminous. On one of these layers, imprint of a rock salt crystal of 4 mm in size, twisted by pressure. At 386 m a thin cordon of anhydrite.
386,0 à 392,3	Marne légèrement dolomitique, se débitant en écailles, compacte ou rubanée, rarement schisteuse. La pente est, à la profondeur de 390 m, de 8° vers NNW.	Slightly dolomitic marl, breaking into scales, compact or banded, rarely schistose. The slope is, at the depth of 390 m, 8° towards NNW.
392,3 à 392,9	Sel gemme en gros cristaux.	Rock salt in large crystals.
392,9 à 393,1	Marne légèrement dolomitique, grise, rubanée.	Slightly dolomitic marl, grey, banded.
393,1 à 394,2	Sel gemme en gros cristaux avec anhydrite en rognons. Les rognons d'anhydrite, de couleur blanc bleuâtre, varient de la grosseur d'un pois à celle du poing.	Rock salt in large crystals with anhydrite in kidneys. The bluish-white anhydrite kidneys vary in size from pea-sized to fist-sized.
394,2 à 398,2	Marne dolomitique généralement schisteuse, rayée ou rubanée, gris pâle ou foncé, avec rognons d'anhydrite et de petits rhomboèdres de dolomie. rarement de plus de 1 mm, reposant sur des couches d'anhydrite dolomitique. Une de ces couches passe à des rognons d'anhydrite.	Dolomitic marl generally schistose, striped or ribboned, pale or dark grey, with anhydrite kidneys and small dolomite rhombohedrons. rarely over 1 mm in size, resting on layers of dolomitic anhydrite. One of these layers changes to anhydrite kidneys.
398,2 à 398,4	Sel gemme cristallin.	Crystalline rock salt.
398,4 à 398,6	Marne grise rubanée.	Grey banded marl.
398,6 à 398,8	Sel gemme cristallin.	Crystalline rock salt.
398,8 à 399,8	Sel gemme en gros cristaux.	Rock salt in large crystals.
399,8 à 402,0	Marne légèrement dolomitique, faiblement bitumineuse, schisteuse, rayée gris foncé et gris noir. La couleur noire provient de la décomposition de pyrite.	Slightly dolomitic, slightly bituminous, schistose marl with dark grey and grey-black stripes. The black colour comes from the decomposition of pyrite.
402,0 à 403,2	Prédominance de sel gemme en gros cristaux ; intercalations de marne gris vert un peu bréchoïde. Le résidu, après dissolution du sel gemme se compose d'un peu de marne, de petits cristaux de dolomie (- 2 R), de petits rognons d'anhydrite et d'un petit octaèdre de pyrite (Omm. 5) bien formé.	Predominance of rock salt in large crystals; intercalations of grey-green marl, slightly brecciated. The residue, after dissolution of the rock salt, consists of a little marl, small crystals of dolomite (- 2 R), small kidneys of anhydrite and a small octahedron of pyrite (0.5 mm) well formed.

Profondeur, m	Description originale (FR)	Brève description en anglais
403,2 à 403,3	Marne grise.	Grey marl.
403,3 à 404,4	Sel gemme cristallin avec anhydrite en rognons.	Crystalline rock salt with kidney-shaped anhydrite.
404,4 à 416,4	Prédominance de marne schisteuse gris et brun gris, finement rayée, légèrement dolomitique et faiblement bitumineuse, avec couches d'anhydrite en rognons ; ça et là, minces couches brunes et bitumineuses d'anhydrite dolomitique. L'inclinaison atteint, à 408 m, 8 à 109 vers N 20° W. À 411 m, intercalation de plusieurs feuillets de charbon semblable à du jais, épais de 1 mm. À 415 m 50, sel gemme en gros cristaux, un peu noirci par de la pyrite décomposée.	Predominantly grey and grey-brown shaly marl, finely striped, slightly dolomitic and slightly bituminous, with layers of anhydrite in kidneys; here and there, thin brown and bituminous layers of dolomitic anhydrite. At 408 m, the inclination reaches 8° to 10° towards N 20° W. At 411 m intercalation of several sheets of jet-like coal, 1 mm thick. At 415.5 m rock salt in large crystals, a little blackened by decomposed pyrite.
416,4 à 416,9	Sel gemme en gros cristaux.	Rock salt in large crystals.
416,9 à 417,0	Marne.	Marl.
417,0 à 418,0	Sel gemme translucide en gros cristaux avec taches laiteuses.	Translucent rock salt in large crystals with milky spots.
418,0 à 418,2	Marne.	Marl.
418,2 à 419,7	Sel gemme translucide en gros cristaux avec taches laiteuses et minces cordons de marne et d'anhydrite.	Translucent rock salt in large crystals with milky spots and thin strings of marl and anhydrite.
419,7 à 419,8	Marne.	Marl.
419,8 à 420,0	Sel gemme en gros cristaux.	Rock salt in large crystals.
420,0 à 420,9	Sel gemme translucide en gros cristaux, avec deux minces couches de marne dolomitique grise.	Translucent rock salt in large crystals, with two thin layers of grey dolomitic marl.
420,9 à 427,3	Marne faiblement dolomitique et faiblement bitumineuse, rubanée ou finement rayée, schisteuse ; à la partie supérieure, au contact du sel gemme, rognons d'anhydrite portant quelques petits cristaux de dolomie. À 421 m, mince feuillet de charbon analogue au jais. A 423 m, couches de rognons sel gemme ; lorsque le sel manque petits rhomboédres de dolomie se sont développés sur l'anhydrite.	Weakly dolomitic and weakly bituminous marl, banded or finely striped, schistose; in the upper part, in contact with the rock salt, anhydrite kidneys bearing a few small dolomite crystals. At 421 m a thin sheet of jet-like coal. At 423 m layers of anhydrite kidneys mixed with a little rock salt; when the salt is missing between the anhydrite kidneys, small rhombohedrons of dolomite have developed on the anhydrite. At 425 m some indeterminate plant debris. The striped marl of this level is

Profondeur, m	Description originale (FR)	Brève description en anglais
	À 425 m, quelques débris végétaux indéterminables. Les marnes rayées de ce niveau sont caractérisées à l'état frais par une odeur nettement bitumineuse.	characterised by a distinctly bituminous odour when fresh.
427,3 à 428,1	Sel gemme en gros cristaux.	Rock salt in large crystals.
428,1 à 433,5	Marne faiblement bitumineuse et dolomitique, rubanée ou rayée, ou fortement rayée, gris foncé et gris brun, schisteuse, quelquefois verruqueuse à la surface, avec anhydrite en rognons et en couches, et une couche de sel de 5 cm à 428 m 20.	Weakly bituminous and dolomitic marl, banded or striped, or strongly striped, dark grey and grey-brown, schistose, sometimes warty on the surface, with anhydrite in kidneys and layers, and a 5 cm layer of salt at 428.2 m.
433,5 à 435,0	Sel gemme blanc, en gros cristaux, avec minces couches de marnes. L'inclinaison atteint 6 à 89 vers N 20° W.	White rock salt, in large crystals, with thin layers of marl. The inclination reaches 6° to 8° towards N 20° W.
435,0 à 435,9	Marne dolomitique rubanée ou rayée gris et gris brun avec rognons d'anhydrite à la base de la couche.	Dolomitic marl, banded or striped grey and grey-brown with bits of anhydrite at the base of the layer.
435,9 à 436,1	Sel gemme brunâtre en gros cristaux, avec petits rognons et petits cristaux d'anhydrite ; à la base, rognons d'anhydrite.	Brownish rock salt in large crystals, with small anhydrite chips and small anhydrite crystals; at the base, anhydrite chips.
436,1 à 441,4	Prédominance de marne faiblement dolomitique faiblement bitumineuse et finement schisteuse rayée tricolore en coupe transversale. À 437 m 50, sel gomme blanc en gros cristaux et marne gris vert avec nombreux rognons d'anhydrite ; petits cristaux de dolomie dans les fissures. À 440 m, marne fortement bitumineuse.	Predominance of weakly dolomitic, weakly bituminous and finely schistose marl striped in three colours in cross-section. At 437.5 m white rock salt in large crystals and grey-green marl with numerous anhydrite kidneys; small dolomite crystals in cracks. At 440 m strongly bituminous marl.
441,4 à 447,0	Prédominance de sel gemme blanc et brun jaune en gros cristaux, avec odeur bitumineuse. Après dissolution du sel, il reste de l'anhydrite, de la dolomie et de la marne. Inclusions gazeuses et liquides assez abondantes dans des cavités de forme cubique ou dans des sortes de canaux. À 444 m, plusieurs couches,	Predominantly white and yellow- brown rock salt in large crystals, with a bituminous smell. After dissolution of the salt, anhydrite, dolomite and marl remain. Gaseous and liquid inclusions are quite abundant in cubic cavities or in sorts of channels. At 444 m several layers, a few centimetres thick, of dark grey, bituminous, dolomitic, banded,

Profondeur, m	Description originale (FR)	Brève description en anglais
	épaisses de quelques centimètres, de marne gris foncé, bitumineuse, dolomitique, rubanée, schisteuse avec un cristal de sel gemme aplati d'une longueur de 1 cm.	schistose marl with a flattened rock salt crystal 1 cm long.
447,0 à 452,5	Alternance de marne schisteuse, rayée tricolore en coupe transversale, légèrement bitumineuse et légèrement dolomitique, avec intercalation de petits bancs brunâtres d'anhydrite de 1 à 5 cm d'épaisseur, et de marne à cassure irrégulière, rubanée ou compacte, gris brunâtre, bitumineuse et légèrement dolomitique. À 449 m 50, dernière apparition de l'anhydrite en rognons formant une couche épaisse.	Alternating schistose marl, tricoloured striped in cross-section, slightly bituminous and slightly dolomitic, with intercalation of small brownish banks of anhydrite from 1 to 5 cm. thick, and irregularly broken, banded or compact, brownish grey, bituminous and slightly dolomitic marl. At 449.5 m the last appearance of the anhydrite in a thick layer.
452,5 à 456,0	Sel gemme en gros cristaux, ordinairement blanc, plus rarement brun, à odeur bitumineuse. De temps en temps, certaines couches montrent des taches blanc laiteux dans le sel translucide. Le sel est traversé de minces feuillets de marne mélangée d'anhydrite. Ces petits feuillets de marnes, sur lesquels on peut observer çà et là de petits cristaux de dolomie, se succèdent à des intervalles réguliers de 10 à 20 cm. L'inclinaison est, à 454 m 50, de 6 à 8° vers NNW.	Rock salt in large crystals, usually white, more rarely brown, with a bituminous smell. Occasionally, some layers show milky white spots in the translucent salt. The salt is crossed by thin sheets of marl mixed with anhydrite. These small marl sheets, on which small dolomite crystals can be seen here and there, follow each other at regular intervals of 10 to 20 cm. The inclination at 454.5 m of 6° to 8° towards NNW.
456,0 à 456,5	Marne dolomitique à odeur bitumineuse, schisteuse, finement feuilletée, grise et brun grisâtre. À la surface d'une des couches de marne, pseudomorphose, atteignant 8 mm de taille, de sel gemme en argile, revêtue d'une enveloppe de sel gemme épaisse de 1 mm. Les arêtes perpendiculaires à la surface de stratification montrent des lisières en forme de crête, en sel gemme, qui atteignent 13 mm de longueur sur 4 cm de largeur.	Dolomitic marl with bituminous smell, schistose, finely flaky, grey and greyish brown. On the surface of one of the marl layers, a pseudomorphosis, up to 8 mm in size, of rock salt into clay, covered by a 1 mm thick rock salt envelope. The edges perpendicular to the stratification surface show ridge-shaped edges of rock salt up to 13 mm long and 4 cm wide.

Profondeur, m	Description originale (FR)	Brève description en anglais
456,5 à 459,0	Sel gemme translucide, en gros cristaux, avec taches blanc laiteux et inclusions noires. Après dissolution du sel il reste : marne gris foncé, sous une forme qui laisse reconnaître avec évidence que la marne a revêtu les cubes de sel sous la forme d'une croûte ; anhydrite en petits rognons, de la grosseur d'une tête d'épingle à celle d'un pois ; petits cristaux d'anhydrite étirés en long et groupés en aigrettes; quelques petits cristaux de dolomie (- 2R) atteignant 1 mm de dimension et des octaèdres de pyrite bien formés, de 0 mm 25 de taille.	Translucent rock salt, in large crystals, with milky white spots and black inclusions. After dissolution of the salt there remains: dark grey marl, in a form which makes it obvious that the marl has covered the salt cubes in the form of a crust; anhydrite in small kidneys, from the size of a pinhead to that of a pea; small crystals of anhydrite stretched lengthwise and grouped in aigrettes; some small crystals of dolomite (- 2R) reaching 1 mm in size and well-formed octahedrons of pyrite, 0.25 mm in size.
459,0 à 462,2	Alternance de couches d'anhydrite brune, dolomitique, et de marnes schisteuses dolomitiques rayées grises, un peu bitumineuses. À 462 m, débris de plantes indéterminables.	Alternating layers of brown, dolomitic anhydrite and grey striped schistose dolomitic marl, a little bituminous. At 462 m debris of indeterminable plants.
462,2 à 463,0	Sel gemme en gros cristaux.	Rock salt in large crystals.
463,0 à 463,5	Anhydrite brune intercalée dans des marnes dolomitiques bitumineuses finement feuilletées ou rubanées.	Brown anhydrite interbedded in finely flaked or banded bituminous dolomitic marl.
463,5 à 470,0	Sel gemme en gros cristaux, ordinairement blanc ou brunâtre, d'odeur bitumineuse, avec minces couches de marne. À 465 m, une couche épaisse d'environ 10 cm de marne dolomitique bitumineuse, gris foncé, schisteuse, avec sel gemme fibreux et avec un gros cristal comprimé de sel gemme, de forme sensiblement rhomboédrique. La longueur respective des trois arêtes aboutissant à un sommet du cube est 27, 21 et 14 mm, les deux plus grandes dimensions coïncident avec la surface de stratification.	Coarse crystalline rock salt, usually white or brownish, bituminous in smell, with thin layers of marl. At 465 m a thick layer of about 10 cm of bituminous, dark grey, schistose dolomitic marl with fibrous rock salt and with a large compressed crystal of rock salt, roughly rhombohedral in shape. The respective lengths of the three artes leading to a vertex of the cube are 27, 21 and 14 mm, the two largest dimensions coinciding with the layering surface.
470,0 à 475,5	Marne dolomitique grise et gris brunâtre, rayée tricolore ou rubanée, à odeur bitumineuse,	Grey and brownish-grey dolomitic marl, striped in three colours or with a ribbon, with a bituminous smell,

Profondeur, m	Description originale (FR)	Brève description en anglais
	<p>alternant avec des couches d'anhydrite fortement dolomitique, la plupart du temps à surface unie; plus rarement, les couches sont constituées par un amas de rognons de sorte que la surface paraît mamelonnée.</p> <p>À 471 m. et 474 m, fissures remplies de sel fibreux.</p> <p>À 472 m, dans des marnes dolomitiques fortement bitumineuses, finement rayées, restes indéterminables de végétaux et une empreinte de <i>Paralates bleicheri</i> sauv.</p>	<p>alternating with layers of strongly dolomitic anhydrite, most of the time with a plain surface; more rarely, the layers are made up of a heap of kidneys so that the surface appears to be mamelled.</p> <p>At 471 m and 474 m cracks filled with fibrous salt.</p> <p>At 472 m in strongly bituminous dolomitic marls, finely scratched, indeterminable remains of plants and a footprint of <i>Paralates Bleicheri</i> SAUV.</p>
475,5 à 481,2	<p>Sel gemme en gros cristaux, blanc et brun, bitumineux, avec minces feuillets, épais de 5 mm formés d'anhydrite dolomitique et d'un peu de marne. On rencontre à ce niveau des inclusions de marne disposée en mince croûte autour de chaque individu cristallin ; de petits rognons d'anhydrite, de petits cristaux de dolomie, des octaèdres de pyrite ; des inclusions gazeuses et liquides dans des cavités de forme cubique, ces inclusions contenant souvent des bulles.</p> <p>À 480 m, mince intercalation de marnes dolomitiques et de pyrite de fer noire et décomposée.</p>	<p>Rock salt in large crystals, white and brown, bituminous, with thin sheets, 5 mm thick, formed of dolomitic anhydrite and a little marl. At this level we meet inclusions of marl arranged in a thin crust around each crystalline individual; small kidneys of anhydrite, small crystals of dolomite, octahedrons of pyrite; gaseous and liquid inclusions in cavities of cubic shape, these inclusions often containing bubbles.</p> <p>At 480 m thin intercalation of dolomitic marls and black and decomposed iron pyrite.</p>
481,2 à 481,4	Marne dolomitique.	Dolomitic marl.
481,4 à 481,5	Sel gemme.	Rock salt.
481,5 à 489,0	<p>Marne dolomitique bitumineuse généralement schisteuse, rayée tricolore, plus rarement rubanée et à cassure écaillée et intercalation de couches d'anhydrite brune fortement dolomitique. Au toit, gros cristaux de sel gemme de 2 cm 5, fortement mélangés de marne, avec inclusion de petits cristaux de dolomie et d'octaèdres de pyrite.</p> <p>A 484 m 50, les marnes bitumineuses, chauffées au</p>	<p>Bituminous dolomitic marl, generally schistose, tricoloured striped, more rarely ribboned and with scaly fracture and intercalation of layers of strongly dolomitic brown anhydrite. At the top, large gemma salt crystals of 2.5 cm, strongly mixed with marl, with inclusion of small dolomite crystals and octahedrons of pyrite.</p> <p>At 484.5 m the bituminous marls, heated with a torch, give small oil droplets. Some indeterminate plant remains at 484.5 m and 486 m. At this</p>

Profondeur, m	Description originale (FR)	Brève description en anglais
	<p>chalumeau, donnent de petites gouttelettes d'huile. Quelques restes végétaux indéterminables à 484 m 50 et 486 m. À cette profondeur se rencontrent aussi de petits cristaux de sel gemme comprimés.</p>	<p>depth small compressed rock salt crystals are also found.</p>
<p>489,0 à 499,0</p>	<p>Couche repère supérieure de sel gemme. Sel gemme en gros cristaux translucides et brun jaune. Souvent le sel est terni de taches blanc laiteux ; celles-ci proviennent de la présence de très petits pores cubiques, groupés en zone dans le cristal qu'ils occupent en entier ou partiellement, et plus ou moins remplis de liquide. La disposition zonale des petits pores laisse çà et là reconnaître une stratification dans le sel, principalement quand on trouve avec la même disposition dans le cristal de petits cristaux de dolomie et d'anhydrite. À 490 m, le sel gemme à aspect fortement tacheté contient 10 %, de potasse (K * 0). La teneur en potasse provient vraisemblablement non du sel lui-même, mais des inclusions liquides qui provoquent l'apparition des taches laiteuses. L'examen de sels gemmes plus fortement tachetés a également révélé la présence de potasse ; cependant les cinq échantillons soumis à examen ne montraient qu'une variation de 2 à 7 %, dans la teneur de potasse. Les sels non tachetés paraissent purs de potasse, À 494 m 50 couche, épaisse de 5 cm, de marne dolomitique bitumineuse, rayée tricolore, en partie noire, avec fissures remplies de sels fibreux.</p>	<p>Top layer of rock salt. Rock salt in large translucent yellow-brown crystals. Often the salt is tarnished with milky white spots; these are due to the presence of very small cubic pores, grouped in zones in the crystal, which they occupy entirely or partially, and more or less filled with liquid. The zonal arrangement of the small pores allows one to recognize here and there a stratification in the salt, mainly when one finds with the same arrangement in the crystal small crystals of dolomite and anhydrite. At 490 m, the heavily stained rock salt contains 10% potash. The potash content probably comes not from the salt itself, but from the liquid inclusions that cause the milky spots to appear. Examination of more heavily stained gem salts also revealed the presence of potash; however, the five samples submitted for examination showed only a 2-7% variation in potash content. The unstained salts appear to be pure potash. At 494.5 m, 5 cm thick bituminous dolomitic marl, tricoloured striped, partly black, with cracks filled with fibrous salts.</p>
<p>499,0 à 503,5</p>	<p>Marne dolomitique très finement schisteuse, rayée tricolore, à odeur fortement bitumineuse, alternant avec de minces couches d'anhydrite</p>	<p>Very fine schistose dolomitic marl, tricoloured striped, with a strong bituminous smell, alternating with thin layers of bituminous anhydrite,</p>

Profondeur, m	Description originale (FR)	Brève description en anglais
	bitumineuse formées à peu près pour moitié de dolomie. Les marnes donnent, chauffées au chalumeau, un peu d'huile. À 502 m mince couche de sel gemme tacheté de blanc.	about half of which is dolomite. The marl gives a little oil when heated with a blowtorch. At 502 m thin layer of rock salt spotted with white.
503,5 à 511,0	Couche repère inférieure de sel germe. Sel gemme gris, tacheté de blanc et de brun jaune, en cristaux plus ou moins gros, à odeur bitumineuse, avec minces couches de marne, d'une épaisseur généralement inférieure à 0 mm 5 et contenant de l'anhydrite et de la dolomie, intercalées dans le sel gemme à des intervalles de 15 à 25 cm. Parfois entre les marnes se trouvent des cristaux de sel complètement aplatis.	Lower reference layer of rock salt. Grey rock salt, mottled with white and yellow-brown, in more or less large crystals, with a bituminous odour, with thin layers of marl, generally less than 0.5 mm thick and containing anhydrite and dolomite, interspersed with the rock salt at intervals of 15 to 25 mm. Sometimes between the marls are completely flattened salt crystals.
511,0 à 511,4	Marne dolomitique et bitumineuse rayée, entremêlée de sel gemme.	Striped dolomitic and bituminous marl, intermingled with rock salt.
511,4 à 511,6	Sel gemme gris en gros cristaux.	Grey rock salt in large crystals.
511,6 à 512,8	Marne dolomitique et bitumineuse, rayée, entremêlée de sel gemme.	Dolomitic and bituminous marl, striped, intermingled with rock salt.
512,8 à 513,0	Sel gemme.	Rock salt.
513,0 à 513,2	Sel gemme en gros cristaux.	Rock salt in large crystals.
513,2 à 514,4	Marne dolomitique bitumineuse, schisteuse, rayée et débris végétaux indéterminables.	Bituminous dolomitic marl, schistose, striped and indeterminate plant debris.
514,4 à 514,6	Sel gemme en gros cristaux.	Rock salt in large crystals.
514,6 à 514,7	Marne dolomitique, bitumineuse, schisteuse, rayée tricolore, et anhydrite dolomitique avec nombreux cristaux déformés de sel gemme de dimension généralement égale au tiers ou à la moitié d'un centimètre.	Dolomitic, bituminous, schistose, tricoloured striped marl and dolomitic anhydrite with numerous deformed rock salt crystals generally one third to one half of a centimetre in size.
514,7 à 515,3	Sel gemme gris et brunâtre, à odeur bitumineuse.	Grey and brownish rock salt with a bituminous smell.
515,3 à 515,8	Sel gemme en gros cristaux. Dans sa partie inférieure, il est presque noir à cause de nombreuses intercalations de pyrite ferrugineuse décomposée et de marne. Après dissolution du sel restent de nombreux octaèdres de	Rock salt in large crystals. In its lower part, it is almost black because of numerous intercalations of decomposed ferruginous pyrite and marl. After dissolution of the salt, many octahedrons of ferruginous pyrite remain, intertwined with small

Profondeur, m	Description originale (FR)	Brève description en anglais
	pyrite ferrugineuse, entrelacés avec de petits cristaux d'anhydrite en forme d'aiguille et quelques petits cristaux de dolomie.	needle-like crystals of anhydrite and some small crystals of dolomite.
Correction de la profondeur de 515,81 à 502.06	(À 515 m 81 d'après les premières mesures, commence la couche supérieure de potasse. D'après la mesure ultérieurement effectuée par le géomètre, ce point se trouve en réalité à 502 m 06, soit 13 m 75 plus haut.)	(At 515.81 m, according to the first measurements, the Upper Potash Layer begins. According to the subsequent measurement by the surveyor, this point is actually at 502.06 m, 13.75 m higher).
502,1 à 502,9	Couche supérieure de potasse. À la partie supérieure, alternance de sylvinite en gros grains translucide, avec voile laiteux et zone périphérique couleur de cinabre, et de sel gemme gris en gros grains. En dessous, alternance répétée de sylvinite généralement en grains moyens, translucide, couleur cinabre foncé, avec du sel gemme et en outre de fines couches de marne contenant de l'anhydrite. La teneur en potasse est en moyenne, dans la Couche supérieure, 20 %; elle s'élève parfois à 24 %. L'inclinaison atteint 5 à 8° vers NNW.	Upper layer of potash. In the upper part, alternating translucent, coarse-grained sylvinite with milky veil and cinnabar-coloured peripheral zone, and coarse-grained grey rock salt. Below, repeated alternation of generally medium-grained, translucent, dark cinnabar-coloured sylvinite with rock salt and in addition thin layers of marl containing anhydrite. The potash content in the upper layer averages 20%, sometimes rising to 24%. The inclination is 5° to 8° to the NNW.
502,9 à 503,5	Sel gemme gris et brunâtre en gros grains contenant de l'anhydrite.	Grey and brownish rock salt in large grains, containing anhydrite.
503,5 à 503,5	Marne brune, dolomitique et bitumineuse.	Brown, dolomitic and bituminous marl.
503,5 à 503,6	Sel gemme.	Rock salt.
503,6 à 503,8	Marne bitumineuse dolomitique.	Bituminous dolomitic marl.
503,8 à 503,9	Marne schisteuse dolomitique, bitumineuse, hygrosopique.	Dolomitic, bituminous, hygroscopic shale marl.
503,9 à 504,1	Sel gemme.	Rock salt.
504,1 à 505,3	Sel gemme en gros grains, gris et brunâtre.	Coarse-grained, grey and brownish rock salt.
505,3 à 505,5	Marne dolomitique schisteuse, bitumineuse, brune, hygrosopique.	Schistose dolomitic marl, bituminous, brown, hygroscopic.
505,5 à 506,0	Sel gemme.	Rock salt.
506,0 à 506,1	Marne bitumineuse.	Bituminous marl.
506,1 à 507,8	Sel gemme.	Rock salt.
507,8 à 507,9	Marne dolomitique bitumineuse.	Dolomitic bituminous marl.

Profondeur, m	Description originale (FR)	Brève description en anglais
507,9 à 510,3	Sel gemme.	Rock salt.
510,3 à 510,4	Marne bitumineuse.	Bituminous marl.
510,4 à 510,6	Sel gemme.	Rock salt.
510,6 à 515,9	Marne bitumineuse fortement hygroscopique, brun gris et brun jaune. rayée, schisteuse, avec nombreux cristaux déformés de sel gemme généralement de 1 cm de taille, enveloppés d'une mince croûte cristalline. Les marnes sont riches en chlorures, pauvres en sulfates, et ont une forte teneur en magnésie et en calcaire soluble (chlorure de chaux). Cette teneur en sels très solubles a pour conséquence une grande plasticité des marnes.	A highly hygroscopic, grey-brown and yellow-brown, striped, schistose, bituminous marl with numerous deformed rock salt crystals generally of 1 cm size, enveloped by a thin crystalline crust. The marls are rich in chlorides, poor in sulphates, and have a high content of magnesia and soluble limestone (chloride of lime). This content of highly soluble salts results in a high plasticity of the marl.
515,9 à 516,0	Sel gemme.	Rock salt.
516,0 à 516,5	Mêmes marnes bitumineuses et hygroscopiques qu'entre 510 m 61 et 515 m 85, avec cristaux déformés de sel gemme.	Same bituminous and hygroscopic marl as between 510.61 m and 515.85 m with deformed rock salt crystals.
516,5 à 516,6	Sel gemme.	Rock salt.
516,6 à 519,5	Marne dolomitique bitumineuse, brune, schisteuse, entremêlée de sel gemme, et çà et là de sylvinite un peu rouge, et traversée de fines traînées d'anhydrite dolomitique.	Bituminous, brown, schistose dolomitic marl, interspersed with rock salt, and here and there with slightly red sylvinite, and crossed by fine streaks of dolomitic anhydrite.
519,5 à 519,5	Sylvine en gros grains rouge clair, entremêlée de sel gemme en gros cristaux et traversée par une couche d'anhydrite marneuse, épaisse de 2 à 3 mm.	Light red coarse-grained sylvanite, intermingled with coarse rock salt and crossed by a layer of marly anhydrite, 2 to 3 mm thick.
519,5 à 521,7	Alternance de sel gemme, de marne bitumineuse et dolomitique et d'anhydrite dolomitique. Ça et là, quelques grains de sylvinite.	Alternating rock salt, bituminous and dolomitic marl and dolomitic anhydrite. Local with few grains of sylvinite.
521,7 à 527,0	Couche inférieure de potasse.	Lower layer of potash.
527,0 à 539,9	Alternance de bancs de sel gemme à gros cristaux, généralement brunâtre, et de marnes dolomitiques rayées tricolores. Intercalation de couches, de 3 à 5 cm d'épaisseur, d'anhydrite dure, brun gris, se débitant par éclats. Dans les fissures des marnes, sel fibreux. Des cristaux déformés de	Alternating beds of rock salt with large crystals, generally brownish, and dolomitic marl with three-coloured stripes. Intercalation of layers, from 3 to 5 cm thick, of hard anhydrite, greyish brown, breaking up into fragments. In the cracks of the marl, fibrous salt. Deformed rock salt crystals occur in layers.

Profondeur, m	Description originale (FR)	Brève description en anglais
	sel gemme se rencontrent en couches.	

2.2 Conditions hydrogéologiques

Il a été rapporté [6] que dans le puits Joseph, seules les alluvions des rivières des Vosges contiennent de l'eau (leur épaisseur atteint 35 m). Les marnes sous-jacentes peuvent être considérées comme à peu près imperméables, mais elles sont traversées de fissures dans lesquelles circule l'eau superficielle. La profondeur jusqu'où l'eau, même en petite quantité, peut y pénétrer est indiquée par la présence du gypse formé par l'action de l'eau aux dépens de l'anhydrite. Il a été rapporté que c'est la raison pour laquelle un cuvelage en fonte a été utilisé comme revêtement de puits jusqu'à 196 m, où se manifeste la transformation de l'anhydrite en gypse.

Comme décrit dans les conditions géologiques, le substratum rocheux présente localement une composition hétérogène gênante avec des espaces poreux ou des fractures dans les parties gypseuses/anhydrites (karstification), contenant parfois des fossiles. À l'intérieur du substrat, il existe généralement, à l'interface directe avec le sel gemme non dissous, une couche d'eau saturée en NaCl (saumure) qui établit une condition stable par rapport à la dissolution du sel. À une certaine distance au-dessus de l'interface avec le sel gemme, une stratification d'eau hautement saturée à sous-saturée peut se développer.

Si le substrat est directement relié à un aquifère avec une eau de formation moins salée ou même à un aquifère d'eau douce, des problèmes de stabilité du puits peuvent survenir. Si les eaux sous-saturées atteignent l'interface avec le sel gemme, la dissolution du sel gemme commence, ce qui peut entraîner une augmentation de la charge du revêtement du puits.

2.3 Géométrie du puits et revêtement

- Emplacement : 966405 de longitude et 320320 de latitude, niveau de la surface à 270,1 m [1]
- Géométrie :
 - Diamètre : 4,5 m (5,1 m jusqu'à une profondeur de 23,1 m sous la surface) [1].
 - Profondeur : 558,65 m [2]
 - Stations du puits :
 - Communication avec le puits Else : 525,5 m [1]
 - Station du puits : 531,65 m [2]
- Section du puits : [2]

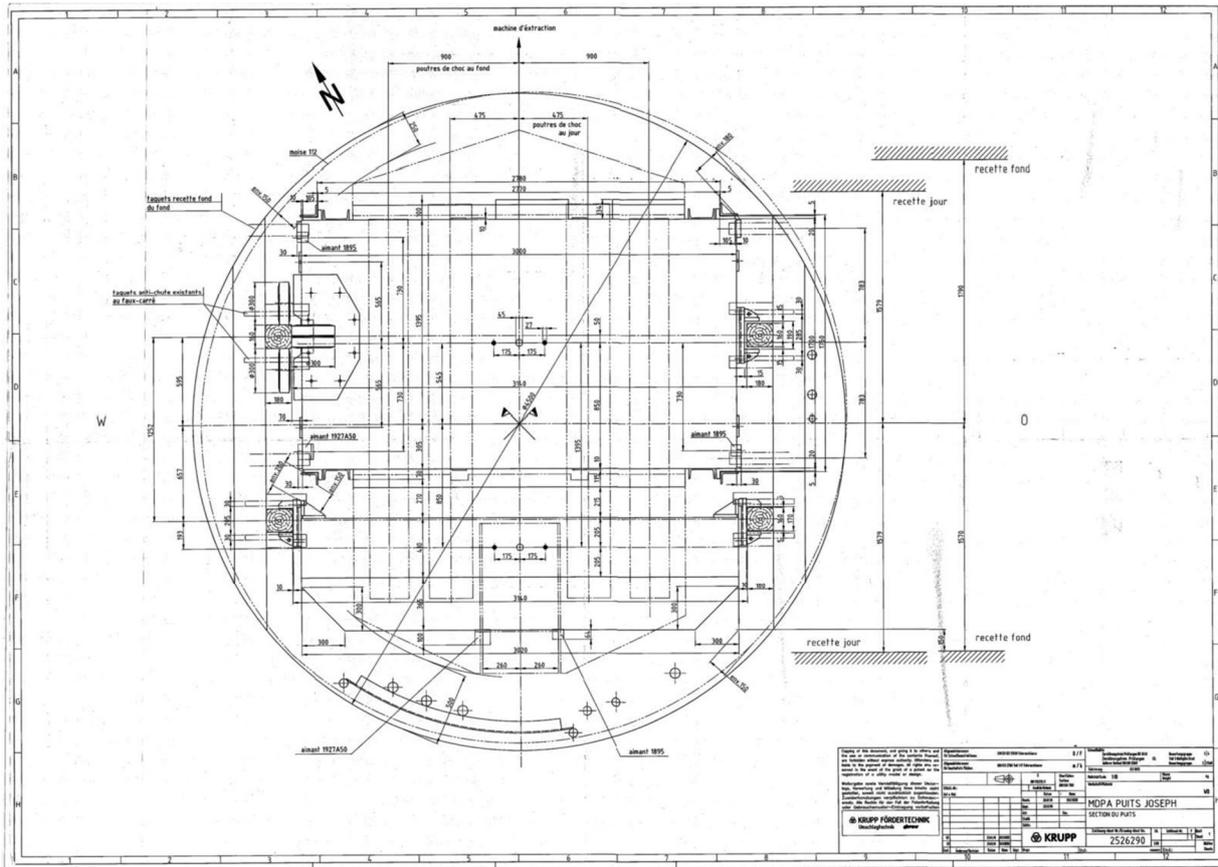


Figure 1. Section du puits

- Revêtement du puits [1] :
 - Briques dans la section du collet du puits (jusqu'à une profondeur d'environ 3,6 m)
 - Cuvelage en fonte d'un diamètre intérieur de 5,1 m : profondeur de 3,6 m à 23,1 m
 - Cuvelage en fonte d'un diamètre intérieur de 4,5 m : profondeur de 23,1 m à 196,4 m
 - Briques de béton : profondeur de 196,4 m à 450,0 m
 - Béton : profondeur au-dessous de 450,0 m

3 Revêtement du puits

Dans le cadre de l'inspection du puits le 14 septembre 2022, les tâches suivantes ont été effectuées :

- inspection visuelle du revêtement du puits avec documentation photographique
- inspection du revêtement du puits à l'aide du marteau géologique
- analyse des documents disponibles.

Le tableau 2 résume les différents types de revêtement existants.

Tableau 2 : Types de revêtement du puits Joseph

Numéro de moise	Type de revêtement du puits	Profondeur selon [1] [m]
-	Maçonnerie	0 à 3,6
2 à 14	Cuvelage en fonte \varnothing 5.1	3,6 à 23,1
14 à 27	Cuvelage en fonte	23,1 à 196,4
27 à 28	Anneau de raccordement en fonte	
28 à 47	Cuvelage en fonte	
47 à 48	Anneau de raccordement en fonte	
48 à 73	Cuvelage en fonte	
73 à 74	Anneau de raccordement en fonte	
74 à 99	Cuvelage en fonte	
99 à 100	Anneau de raccordement en fonte	
100 à 129/130	Cuvelage en fonte	
129/130 à 131	Maçonnerie, briques de béton et béton	
131 à 142	Briques de béton	
142 à 143	Joint de dilatation (maçonnerie)	
143 à 227	Briques de béton	
227 à 228	Joint de dilatation (maçonnerie)	
228 à 248	Briques de béton	
248 à 249	Joint de dilatation (maçonnerie)	
249 à 274	Briques de béton	
274 à 275	Joint de dilatation (maçonnerie)	
275 à 291	Béton	En dessous de 450,0
291 à 292	Joint de dilatation (maçonnerie)	
292 à 301	Béton	
301 à 302	Joint de dilatation (maçonnerie)	
302 à 312	Béton	

3.1 Documentation photographique sur le revêtement du puits



Figure 2. Moise : 2, direction : E
Aperçu général

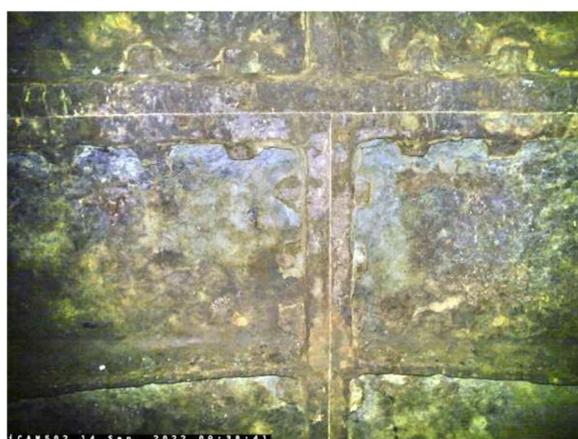
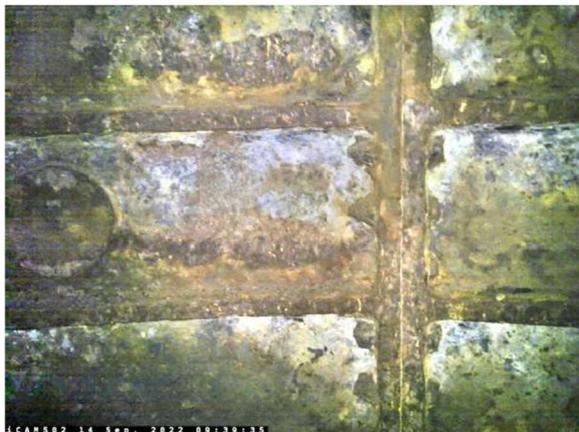


Figure 3. Moise : 2, direction : N
Cuvelage en fonte présentant une légère corrosion



**Figure 4. Moise : 2, direction : O
Légère corrosion du cuvelage.**



**Figure 5. Moise : 4, direction : E
Aperçu général**



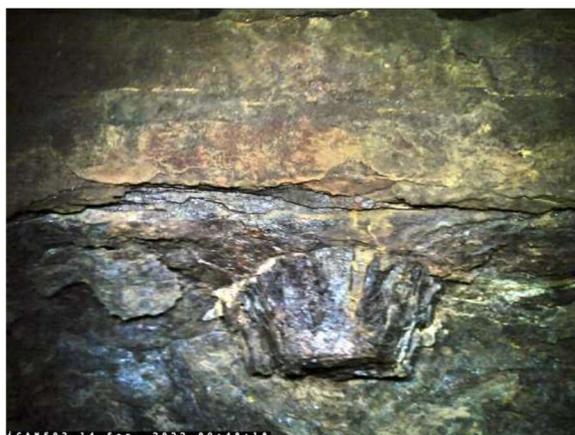
**Figure 6. Moise : 4, direction : NE
Corrosion du cuvelage**



**Figure 7. Moise : 4, direction : N
Corrosion du cuvelage**



**Figure 8. Moise : 8, direction : E
Aperçu général**



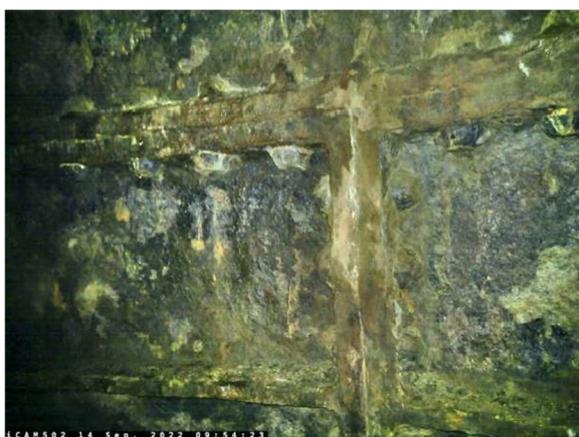
**Figure 9. Moise : 8, direction : E
Corrosion avancée des plaques/des
boulons**



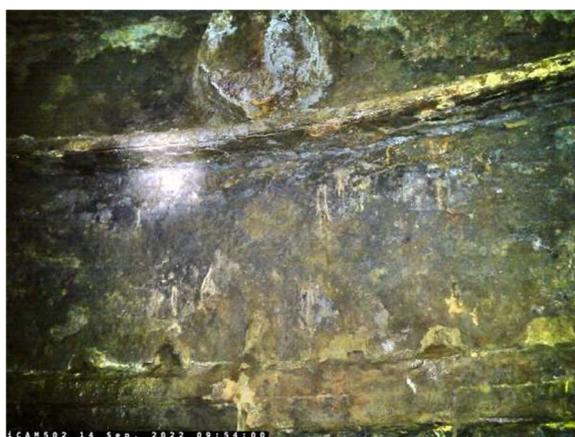
**Figure 10. Moise : 8, direction : N
Corrosion des plaques**



**Figure 11. Moise : 12, direction : E
Aperçu général**



**Figure 12. Moise : 12, direction : N
Corrosion des plaques**



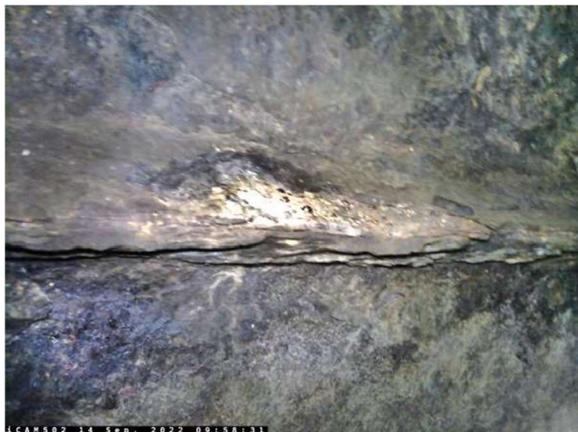
**Figure 13. Moise : 12, direction : E
Corrosion des plaques et zones
humides**



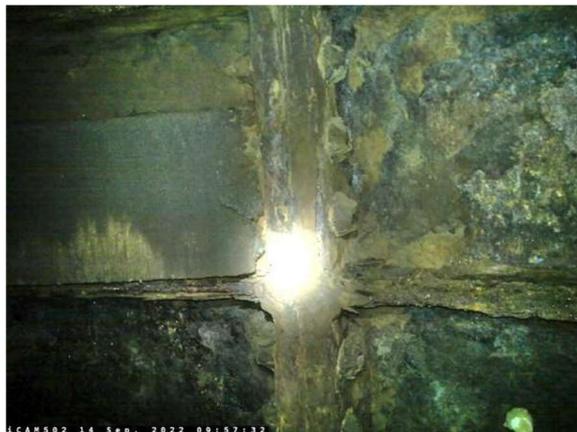
**Figure 14. Moise : 15, direction : E
Aperçu général**



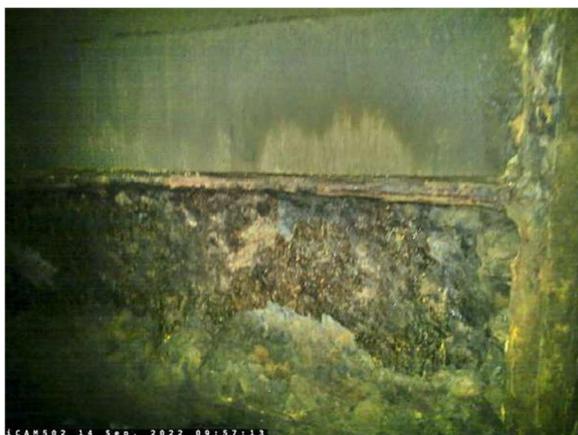
**Figure 15. Moise : 15, direction : E
Plaques de cuvelage en fonte**



**Figure 16. Moise : 15, direction : E
Corrosion avancée de la bride**



**Figure 17. Moise : 15, direction : N
Corrosion avancée des plaques**



**Figure 18. Moise : 15, direction : O
Corrosion avancée de la bride**



**Figure 19. Moise : 15, direction : S
Corrosion avancée des plaques.**



**Figure 20. Moise : 17, direction : E
Aperçu général**



**Figure 21. Moise : 17, direction : E
Plaques de cuvelage en fonte**



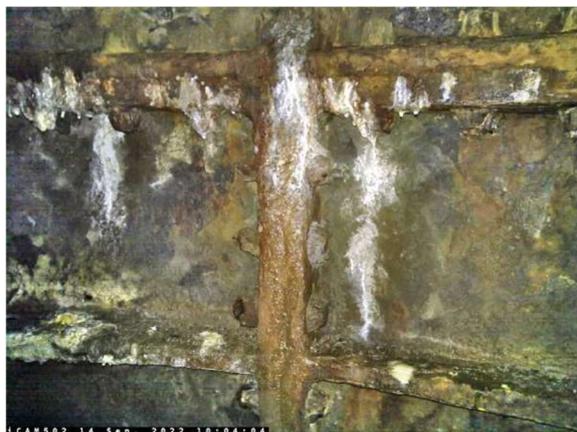
**Figure 22. Moise : 17, direction : E
Plaques corrodées avec zones
humides**



**Figure 23. Moise : 17, direction : N
Plaques corrodées avec zones
humides**



**Figure 24. Moise : 17, direction : N
Plaques corrodées avec zones
humides**



**Figure 25. Moise : 17, direction : O
Plaques corrodées avec zones humides
et gouttes.**



**Figure 26. Moise : 17, direction : O
Plaques corrodées avec zones humides
et gouttes.**



**Figure 27. Moise : 17, direction : S
Plaques corrodées**



**Figure 28. Moise : 18, direction : N
Plaques corrodées avec zones humides
et gouttes**



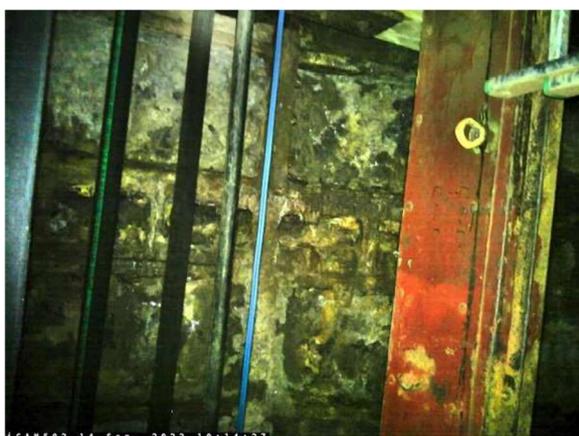
**Figure 29. Moise : 18, direction E
Plaques corrodées et déformées
(déplacement d'environ 1 cm)**



**Figure 30. Moise : 22, direction : E
Aperçu général**



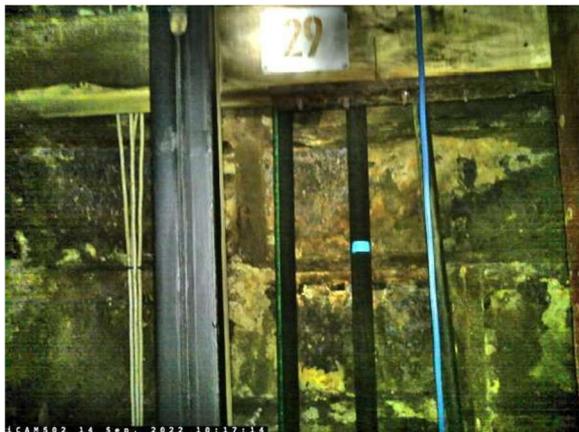
**Figure 31. Moise : 22, direction : O
Plaques corrodées avec zones humides
et gouttes.**



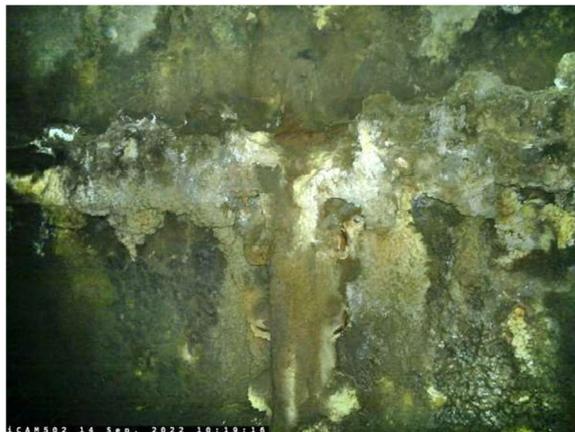
**Figure 32. Moise : 27-28, direction : E
Aperçu général de l'anneau de
raccordement**



**Figure 33. Moise : 27-28, direction : N
Corrosion avancée de l'anneau de
raccordement**



**Figure 34. Moise : 29, direction : E
Aperçu général**



**Figure 35. Moise : 29, direction : E
Corrosion avancée du cuvelage**



**Figure 36. Moise : 29, direction : E
Couche de fonte corrodée retirée du
cuvelage**



**Figure 37. Moise : 29, direction : O
Plaques couvertes de sel**



**Figure 38. Moise : 34, direction : E
Aperçu général**



**Figure 39. Moise : 34, direction : E
Corrosion avancée des plaques**



**Figure 40. Moise : 34, direction : NE
Plaques couvertes de sel**



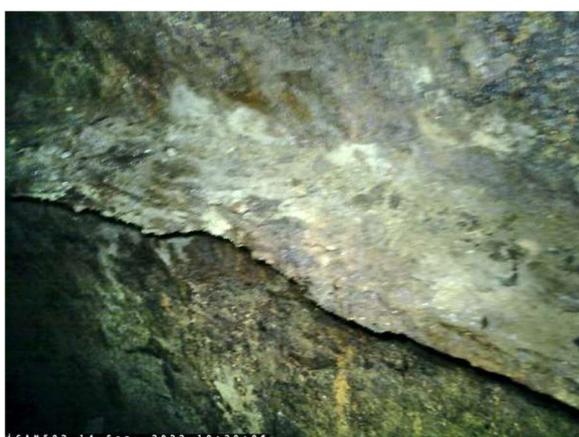
**Figure 41. Moise : 36, direction : E
Plaques de cuvelage corrodées
couvertes de sel et suintement local**



**Figure 42. Moise : 40, direction : E
Aperçu général**



**Figure 43. Moise : 40, direction : O
Plaques corrodées avec suintement
local**



**Figure 44. Moise : 44, direction : N
Corrosion avancée des plaques**



**Figure 45. Moise : 47-48, direction : E
Corrosion avancée de l'anneau de
raccordement**



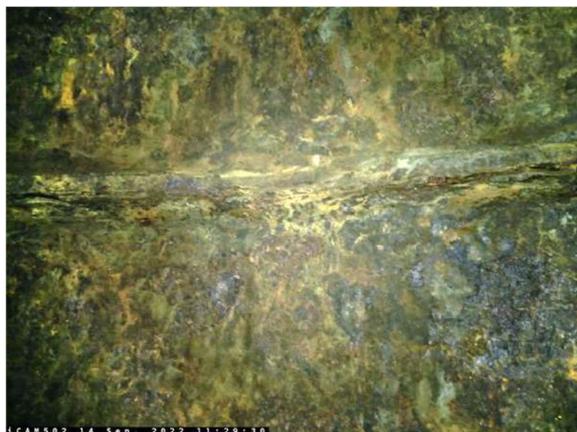
**Figure 46. Moise : 48, direction : E
Aperçu général**



**Figure 47. Moise : 48, direction : O
Plaques de cuvelage corrodées
couvertes de sel et suintement local**



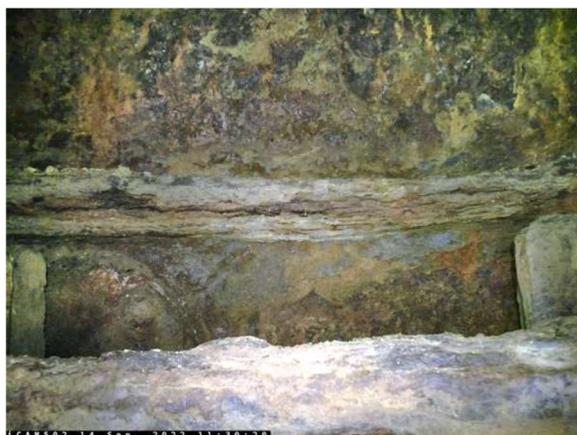
**Figure 48. Moise : 53, direction : E
Aperçu général**



**Figure 49. Moise : 53, direction : N
Restes de bride corrodés**



**Figure 50. Moise : 53, direction : O
Corrosion avancée des plaques**



**Figure 51. Moise : 62, direction : O
Corrosion avancée des plaques**



**Figure 52. Moise : 62, direction : S
Plaques de cuvelage corrodées
couvertes de sel**



**Figure 53. Moise : 66, direction : E
Aperçu général**



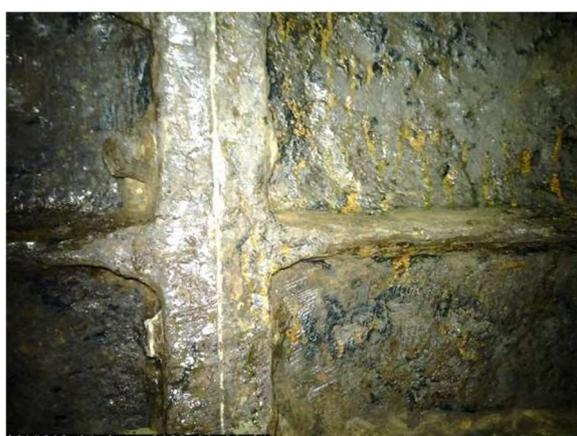
**Figure 54. Moise : 66, direction : E
Segment de cuvelage après élimination de
la couche de corrosion**



**Figure 55. Moise : 66, direction : E
Segments de cuvelage après élimination de
la couche de corrosion**



**Figure 56. Moise : 66, direction : O
Corrosion avancée des plaques**



**Figure 57. Moise : 66, direction : O
Corrosion avancée des plaques**



Figure 58. Moise : 73-74, direction : O
Corrosion avancée de l'anneau de
raccordement avec des zones humides et
une épaisse couche de poussière/sel



Figure 59. Moise : 73-74, direction : O
Corrosion avancée de l'anneau de
raccordement avec suintement local et
une épaisse couche de poussière/sel



Figure 60. Moise : 73-74, direction : N
Corrosion avancée de l'anneau de
raccordement avec localement des zones
humides/des gouttes et une épaisse
couche de poussière/sel.



Figure 61. Moise : 94, direction : E
Aperçu général



Figure 62. Moise : 94, direction : E
Plaques de cuvelage en fonte
corrodées

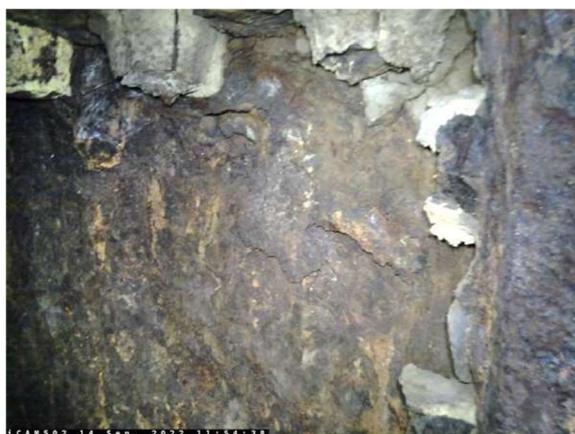


Figure 63. Moise : 94, direction : E
Plaques de cuvelage en fonte corrodées
avec zones humides locales



Figure 64. Moise : 99, direction : O
Déplacement vertical des segments de
cuvelage jusqu'à environ 40 mm



Figure 65. Moise : 99, direction : E
Déplacement vertical des segments de
cuvelage jusqu'à environ 30 mm



Figure 66. Moise : 99, direction : E
Déplacement horizontal des segments
de cuvelage (vers l'intérieur du puits)
jusqu'à 60 mm



Figure 67. Moise : 99, direction : N
Déplacement horizontal des segments de
cuvelage (vers l'extérieur du puits)
jusqu'à 20 mm



Figure 68. Moise : 99, direction : O
Déplacement horizontal des segments de
cuvelage (vers l'intérieur du puits)
jusqu'à environ 50 mm



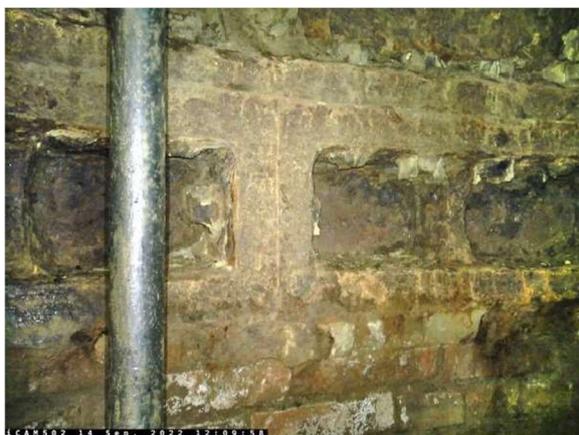
Figure 69. Moise : 99-100, direction : N
Corrosion avancée de l'anneau de
raccordement



**Figure 70. Moise : 108, direction : E
Aperçu général**



**Figure 71. Moise : 108, direction : E
Cuvelage en fonte**



**Figure 72. Moise : 128-129, direction : O
Anneau de raccordement**



**Figure 73. Moise : 128-129, direction : S
Suintement au-dessus de l'anneau de
raccordement**



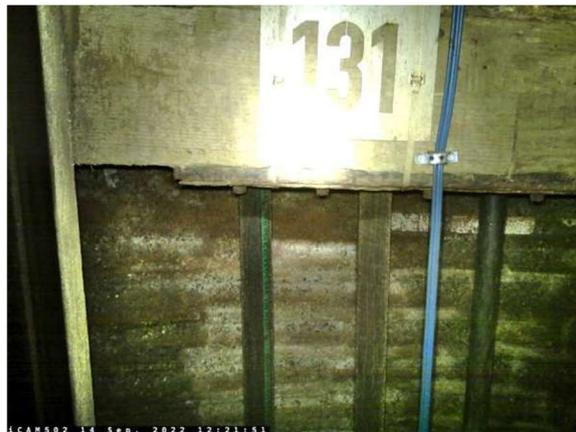
**Figure 74. Moise : 129, direction : E
Aperçu général**



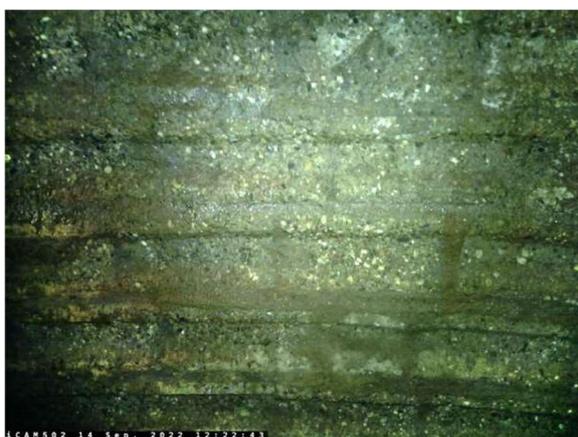
**Figure 75. Moise : 130, direction : E
Aperçu général**



**Figure 76. Moise : 130, direction : O
Vue générale des briques de béton**



**Figure 77. Moise : 131, direction : E
Aperçu général**



**Figure 78. Moise : 131, direction : NE
Béton sur la partie est et nord-est du puits**



**Figure 79. Moise : 131, direction : N
Maçonnerie et béton sur la partie nord du puits**



**Figure 80. Moise : 143, direction : E
Aperçu général**



**Figure 81. Moise : 143, direction : O
Corrosion en surface des briques de
béton**



Figure 82. Moise : 143, direction : NE
Corrosion du joint de dilatation
(maçonnerie) jusqu'à une profondeur
d'environ 4 cm.



Figure 83. Moise : 154, direction : N
Corrosion en surface des briques de béton
et zones locales creuses



Figure 84. Moise : 161, direction : O
Briques de béton couvertes de sel et
éclatements locaux jusqu'à la moise 164



Figure 85. Moise : 179, direction : E
Briques de béton couvertes de sel



Figure 86. Moise : 211, direction : E
Aperçu général



Figure 87. Moise : 211, direction : E
Corrosion et éclatements locaux
dans les briques de béton



**Figure 88. Moise : 211, direction : O
Corrosion et éclatements locaux
dans les briques de béton jusqu'à la
moise 212**



**Figure 89. Moise : 211, direction : O
Corrosion et éclatements locaux
dans les briques de béton jusqu'à la
moise 212**



**Figure 90. Moise : 212, direction : N
Corrosion et nouveaux éclatements
locaux dans les briques de béton du côté
nord**



**Figure 91. Moise : 215, direction : E
Aperçu général**



**Figure 92. Moise : 215, direction : O
Endommagement local du
revêtement**



**Figure 93. Moise : 215, direction : O
Éclatements du revêtement localement
couverts de sel**



**Figure 94. Moise : 227-228, direction : E
Joint de dilatation (maçonnerie)**



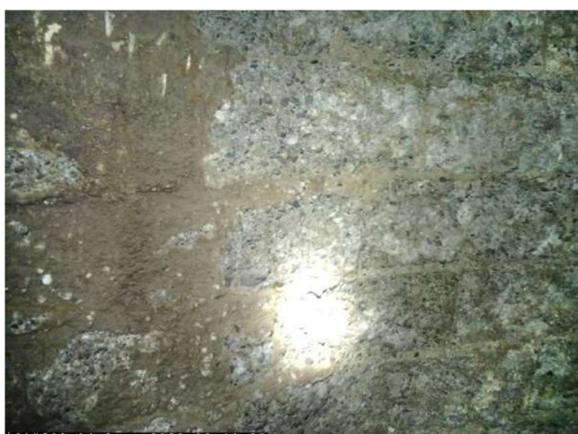
**Figure 95. Moise : 227-228, direction : N
Joint de dilatation (maçonnerie) couvert
de poussière et de sel**



**Figure 96. Moise : 249, direction : E
Aperçu général**



**Figure 97. Moise : 249, direction : O
Joint de dilatation (maçonnerie) avec
éclatements locaux comblés par des
briques**



**Figure 98. Moise : 249, direction : N
Corrosion superficielle des briques de
béton (jusqu'à 2 à 3 cm)**



**Figure 99. Moise : 274, direction : N
Joint de dilatation (maçonnerie)**



**Figure 100. Moise : 278, direction : E
Aperçu général**



**Figure 101. Moise : 278, direction : O
Corrosion profonde du béton et
éclatements locaux**



**Figure 102. Moise : 278, direction : NO
Corrosion profonde du béton et
éclatements locaux**



**Figure 103. Moise : 278, direction : NO
Corrosion profonde du béton et
éclatements locaux**



**Figure 104. Moise : 281, direction : E
Aperçu général**



**Figure 105. Moise : 281, direction : E
Corrosion profonde du béton et
éclatements locaux**



**Figure 106. Moise : 281, direction : N
Corrosion profonde du béton**



**Figure 107. Moise : 281, direction : O
Corrosion profonde du béton**



**Figure 108. Moise : 291, direction : E
Aperçu général**



**Figure 109. Moise : 291, direction : N
Plusieurs éclatements et revêtement
endommagé, corrosion profonde
du béton**



**Figure 110. Moise : 302, direction : O
Éclatement plus profond du
revêtement en béton**



**Figure 111. Moise : 302-303, direction : O
Éclatement plus profond du revêtement
en béton**



Figure 112. Moise : 302, direction : O
Éclatement plus profond du revêtement en
béton avec formation visible de sel.



Figure 113. Moise : 302, direction : NO
Éclatement plus profond du
revêtement en béton

3.2 Résultats de l'inspection du revêtement du puits

Les éclatements et les dommages occasionnés au revêtement ont été étudiés à l'aide d'une échelle de 1 à 4 :

- pour les plaques de cuvelage en fonte :
 - 1 : aucun dommage visible
 - 2 : suintement à travers le revêtement, perforation locale des segments ou déformation des segments inférieure à 10 mm
 - 3 : déformation des segments entre 10 mm et 20 mm
 - 4 : déformation des segments supérieure à 20 mm
- pour les briques de béton et le béton :
 - 1 : absence d'éclatements et d'endommagement du revêtement.
 - 2 : zones creuses ou éclatements jusqu'à une profondeur de 5 cm sur une surface inférieure à 0,5 m².
 - 3 : éclatements sur une zone inférieure à 2 m².
 - 4 : éclatements sur une zone supérieure à 2 m².

L'infiltration et la pénétration de l'eau dans le puits ont été évaluées sur une échelle de 1 à 4 :

- pour tous les types de revêtements rencontrés :
 - 1 : revêtement sec
 - 2 : taches humides
 - 3 : gouttes et écoulement d'eau
 - 4 : pénétration importante d'eau dans le puits

La poussière et le sel recouvrant le revêtement ont été évalués sur une échelle de 1 à 4 :

- pour tous les types de revêtements rencontrés :
 - 1 : pas de couche de poussière/sel
 - 2 : poussière/sel recouvrant localement le revêtement
 - 3 : poussière/sel recouvrant le revêtement et compliquant les investigations sur le revêtement
 - 4 : poussière/sel recouvrant la plus grande partie du revêtement

La corrosion du revêtement a été estimée pour chaque type de revêtement en utilisant une échelle de 1 et 4 :

- pour les plaques en fonte :
 - 1: absence de corrosion visible
 - 2 : légère corrosion en surface
 - 3 : corrosion modérée
 - 4 : corrosion avancée avec perforation locale
- pour les briques de béton et le béton :
 - 1 : absence de corrosion visible
 - 2 : légère corrosion en surface jusqu'à une profondeur d'environ 2 mm
 - 3 : corrosion modérée jusqu'à une profondeur de 2 cm
 - 4 : corrosion avancée sur une profondeur supérieure à 2 cm

Les résultats de l'estimation de la corrosion sont résumés dans le tableau 3. Pour faciliter la visualisation, les valeurs supérieures à 1 sont mises en évidence dans le tableau à l'aide de barres de couleur d'autant plus grandes que la valeur est élevée.

Tableau 3. Résumé de l'inspection du cuvelage du puits

Numéro de la moise	Eclatements / dommages				Infiltrations				Couche de sel / poussière				Corrosion			
	Direction				Direction				Direction				Direction			
	N	E	S	O	N	E	S	O	N	E	S	O	N	E	S	O
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
8	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	3	3	3	3
9	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	3	3	3	3
10	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	3	3	3	3
11	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	3	3	3	3
12	1	1	1	1	2	2	2	3	1	1	1	1	3	3	3	3
13	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	3	3	3	3
14	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	3	3	3	3
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
17	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2
18	2	2	2	1	3	1	1	1	2	1	1	2	3	3	3	3
19	2	2	2	2	3	1	1	1	2	1	1	2	3	3	3	3
20	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	3	3	3	3
21	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	3	3	3	3
22	1	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	2	3	3	3	3
23	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2
24	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2
25	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2
26	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2
27	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2
28	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	2	2	2	2
29	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3
30	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	2	2	3	3	3	3
31	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	2	2	3	3	3	3
32	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	2	2	3	3	3	3
33	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	2	2	3	3	3	3
34	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3
35	1	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	1	3	3	3	3
36	1	1	1	1	2	3	2	1	2	2	2	2	3	3	3	3
37	1	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
38	1	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
39	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
40	1	1	1	1	1	1	1	3	2	2	1	1	2	2	2	2
41	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
42	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
43	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
44	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2
45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	3	3	3
46	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	3	3	3
47	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	3	3	3

Tableau 3. Résumé de l'inspection du cuvelage du puits (suite)

Numéro de la moise	Eclatements / dommages				Infiltrations				Couche de sel / poussière				Corrosion			
	Direction				Direction				Direction				Direction			
	N	E	S	O	N	E	S	O	N	E	S	O	N	E	S	O
48	1	1	1	1	2	2	2	3	2	2	2	3	3	3	3	3
49	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
51	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
52	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
53	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
54	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	3	3	3	3
55	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	3	4	4	3
56	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	4	3	4	3
57	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	4	3	3	4
58	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	3	3	3	3
59	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	3	4	3	3
60	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	3	3	3	3
61	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	3	3	3	3
62	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	3	3	3	3
63	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
64	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
65	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
66	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	2	2	2
67	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	2
68	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
69	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
70	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
71	1	1	1	1	1	3	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4
72	1	1	1	1	2	3	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4
73	1	1	1	1	2	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4
74	1	1	1	1	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4
75	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4
76	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4
77	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4
78	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4
79	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4
80	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4
81	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4
82	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4
83	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4
84	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4
85	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4
86	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4
87	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4
88	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4
89	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4
90	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
91	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2
92	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2
93	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2
94	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2

Tableau 3. Résumé de l'inspection du cuvelage du puits (suite)

Numéro de la moise	Eclatements / dommages				Infiltrations				Couche de sel / poussière				Corrosion			
	Direction				Direction				Direction				Direction			
	N	E	S	O	N	E	S	O	N	E	S	O	N	E	S	O
95	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	3	3	3	3
96	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	3	3	3	3
97	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
98	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
99	4	4	4	4	1	1	1	1	2	1	2	1	4	4	4	4
100	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
101	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
102	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
103	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
104	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
105	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
106	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
107	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
108	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
109	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
110	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
111	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
112	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
113	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
114	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
115	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
116	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
117	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
118	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
119	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5
120	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
121	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
122	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
123	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
124	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
125	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
126	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
127	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
128	1	1	1	1	1	2	3	1	1	1	2	1	3	3	3	3
129	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
130	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
131	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
132	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
133	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
134	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
135	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
136	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
137	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
138	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
139	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
140	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
141	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3

Tableau 3. Résumé de l'inspection du cuvelage du puits (suite)

Numéro de la moise	Eclatements / dommages				Infiltrations				Couche de sel / poussière				Corrosion			
	Direction				Direction				Direction				Direction			
	N	E	S	O	N	E	S	O	N	E	S	O	N	E	S	O
142	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	4	4	4	4
143	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
144	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
145	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
146	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	3	3
147	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	3	3
148	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	3	3
149	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
150	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
151	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
152	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
153	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
154	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
155	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
156	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
157	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3	3
158	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3	3
159	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	3	3	3
160	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	3	3	3	3
161	1	4	1	1	1	1	1	1	3	3	1	1	3	3	3	3
162	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
163	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
164	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
165	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	3	3	3
166	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	3	3	3
167	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
168	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
169	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
170	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
171	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3
172	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	3	3	3
173	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	3	3	3
174	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	3	3	3
175	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	3	3	3
176	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	3	3	3
177	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	3	3	3
178	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	3	3	3
179	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	3	3	3
180	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	3	3	3	3
181	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	3	3	3	3
182	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	3	3	3	3
183	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	3	3	3	3
184	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
185	1	4	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	4	3	3
186	1	4	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	4	3	3
187	1	4	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	4	3	3
188	1	4	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	4	3	3

Tableau 3. Résumé de l'inspection du cuvelage du puits (suite)

Numéro de la moise	Eclatements / dommages				Infiltrations				Couche de sel / poussière				Corrosion			
	Direction				Direction				Direction				Direction			
	N	E	S	O	N	E	S	O	N	E	S	O	N	E	S	O
189	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
190	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	3	3	3
191	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	3	3	3
192	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	2	3	3	3	3
193	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2	1	2	3	3	3	3
194	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	3	3	3	3
195	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	3	3	3	3
196	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	3	3	3	3
197	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
198	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
199	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
200	1	2	1	2	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
201	1	1	1		1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
202	1	2	1	2	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
203		1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	2	3	3	3	3
204	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	3	3	3	3
205	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	3	3	3	3
206	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	3	3	3
207	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	3	3	3
208	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	3	3	3
209	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	3	3	3
210	1	2	1		1	1	1	1	2	1	1	2	3	3	3	3
211		2	1		1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3
212	2	1	1		1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3
213	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
214	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
215	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
216	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
217	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
218	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
219	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
220	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
221	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3
222	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	3	3
223	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
224	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
225	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
226	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	2	2
227	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
228	1		1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	3	3	3
229	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	3	3	3	3
230	1		1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	3	3	3	3
231	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	3	3	3	3
232	1		1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	3	3	3	3
233	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	3	3	3	3
234	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	3	3	3	3
235	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3

Tableau 3. Résumé de l'inspection du cuvelage du puits (suite)

Numéro de la moise	Eclatements / dommages				Infiltrations				Couche de sel / poussière				Corrosion			
	Direction				Direction				Direction				Direction			
	N	E	S	O	N	E	S	O	N	E	S	O	N	E	S	O
236	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
237	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
238	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
239	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
240	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
241	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
242	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
243	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
244	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
245	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
246	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
247	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
248	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
249	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	3	3	3
250	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
251	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
252	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
253	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
254	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
255	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
256	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
257	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
258	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
259	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
260	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
261	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3
262	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3
263	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3
264	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3
265	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3
266	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3
267	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3
268	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3
269	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3
270	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3
271	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3
272	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
273	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
274	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
275	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
276	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
277	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
278	4	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
279	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
280	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
281	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
282	2	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4

Tableau 3. Résumé de l'inspection du cuvelage du puits (suite)

Numéro de la moise	Eclatements / dommages				Infiltrations				Couche de sel/ poussière				Corrosion			
	Direction				Direction				Direction				Direction			
	N	E	S	O	N	E	S	O	N	E	S	O	N	E	S	O
283	2	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
284	4	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
285	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
286	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
287	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
288	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
289	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
290	4	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
291	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
292	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
293	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
294	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
295	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
296	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
297	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
298	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
299	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
300	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
301	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
302	1	2	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
303	1	2	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
304	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
305	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
306	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
307	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
308	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
309	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
310	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
311	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
312	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4

3.3 Conclusions et recommandations pour le recouvrement du puits

3.3.1 Plaques de cuvelage en fonte

Les plaques sont généralement en mauvais état et constituent un risque important pour la stabilité du puits. Dans la plupart des sections de puits, on n'observe aucun déplacement des segments supérieur à 10 mm. Cependant, aux niveaux indiqués ci-dessous, des déformations importantes des plaques ont été observées :

- moises 8 à 9 - déformation d'environ 10 mm (profondeur estimée environ 14 m à 16 m)
- moises 18 à 19 - déformation d'environ 15 mm sur les côtés est et ouest du puits (profondeur estimée environ 29 à 31 m)
- moise 99 déformation jusqu'à **60 mm** sur les côtés est et ouest du puits et rotation de l'anneau entraînant un déplacement vertical d'environ 40 mm (Figure 114 et Figure 115), (profondeur estimée environ 150 m)



Figure 114. Déplacement horizontal des segments de cuvelage jusqu'à 60 mm



Figure 115. Déplacement vertical des segments de cuvelage jusqu'à environ 40 mm.

Les premières plaques de cuvelage déformées avec des déplacements allant jusqu'à 15 mm sont situées dans la partie supérieure du puits (35 premiers mètres, cailloux des rivières des Vosges mélangés de sable et d'un peu de limon. Dans cette section de puits, on a observé une première dissipation de l'eau à travers le matériau en fonte, des gouttes et même des infiltrations d'eau plus petites (par exemple, la moise n° 12 côté ouest). Ces infiltrations d'eau se poursuivent jusqu'à une profondeur d'environ 75 m, dans la formation marneuse, ce qui indique un mauvais contact entre le cuvelage et la masse rocheuse et peut entraîner une augmentation de la charge sur le revêtement en raison des phénomènes potentiels de gonflement. D'autres infiltrations ont été observées à une profondeur comprise entre environ 108 m et 146 m, dans la formation de marne et d'anhydrite. La déformation importante des plaques (avec un déplacement allant jusqu'à 60 mm) indique que le cuvelage est soumis à une charge accrue, due par exemple au gonflement de l'anhydrite et de la marne. La corrosion avancée du cuvelage présente également un risque pour la stabilité du puits, comme le montre la figure 116.



Figure 116. Corrosion des plaques en fonte

a) Moise N° 4, b) Moise N° 99, c) Moise N° 66

Il est recommandé de procéder à la réhabilitation du cuvelage en installant un chemisage intérieur en acier avec un remplissage de béton. Compte tenu de la suspicion d'un mauvais contact entre le cuvelage en fonte existant et la masse rocheuse, une éventuelle injection derrière les plaques de cuvelage doit également être étudiée en raison de la conception du projet de réhabilitation (section de puits à une profondeur située entre 10 m et 65 m et section de puits à une profondeur située entre 105 m et 155 m).

3.3.2 Briques de béton et béton

Les briques de béton sont généralement en meilleur état que la section en béton. Cependant, en raison de la corrosion modérée observée sur les briques de béton et de la corrosion avancée du béton, il est recommandé de réhabiliter également cette section du puits. La réhabilitation peut consister en l'installation d'un treillis et de boulons de mine, et au remplissage des éclatements existants. La présence d'eau salée ayant été observée, il est nécessaire de procéder à une analyse pour décider s'il est préférable d'utiliser une maçonnerie ou du béton projeté pour le remplissage.

4 Résumé et conclusions

L'objet du présent document est de fournir une vue d'ensemble du revêtement existant dans le puits Joseph. Étant donné que le détail de la conception du revêtement du puits n'est pas disponible à ce jour, la charge présumée et l'épaisseur finale du revêtement ne peuvent pas être évaluées définitivement. Toutefois, suite à une visite du site, et compte tenu de l'évaluation des documents disponibles et de l'état actuel du revêtement, il est recommandé de fermer le puits dans les prochaines années, conformément à la planification actuelle, et de maintenir une surveillance intensive. Par ailleurs, il est recommandé de procéder à une réhabilitation du cuvelage du puits avec une analyse plus détaillée des données existantes et une estimation de la charge du cuvelage.

Les briques et le béton endommagés peuvent être renforcés à l'aide d'un treillis et de boulons de mine, en procédant par ailleurs au remplissage des éclatements les plus importants. Cependant, il manque un point essentiel dans les documents disponibles, et qui est nécessaire pour la conception de la réhabilitation du puits : le comportement de fluage des types de roches salines et potassiques.

Pour la réhabilitation de la section de cuvelage en fonte, la réhabilitation recommandée consiste en l'installation d'un chemisage intérieur en acier avec remplissage de béton et injection éventuelle dans les cavités existant entre les plaques de cuvelage et la masse rocheuse. Cependant, tout comme les effets de fluage, le gonflement peut également augmenter de manière importante la charge exercée sur le chemisage en raison de l'expansion si des matériaux gonflants (par exemple l'anhydrite) entrent en contact avec l'eau. Dans la mesure où il s'agit d'un scénario possible dans la section du puits comportant des plaques de cuvelage en fonte, ces effets doivent également être pris en compte.

À titre de mesure supplémentaire à court terme, jusqu'à ce que le traitement final du puits soit réalisé, il est recommandé d'inspecter périodiquement le revêtement du puits à l'aide d'un scanner laser pour évaluer les changements et les dommages subis par le revêtement. La référence DMT ci-jointe (annexe 2) propose un exemple de solution. Les systèmes de balayage de puits permettent la surveillance lorsque des activités minières ont un impact sur un puits ou sont utilisés à l'appui de travaux de réparation, de reconstruction ou de fermeture de puits. Dans tous les cas, un certain nombre d'informations seront nécessaires, notamment une documentation détaillée et l'état des guides, des parois et des installations, la pente, la déformation et l'endommagement des parois du puits ainsi que la verticalité jusqu'aux niveaux les plus profonds de la mine. Les nuages de points 3D permettent de générer des images et des visualisations photoréalistes. Il est alors possible, à partir de ces images, d'identifier et d'interpréter l'état des parois du puits et des installations existantes ainsi que les éventuelles infiltrations d'eau. En outre, les modifications entre les différents relevés sont mesurées et visualisées, ce qui peut fournir des informations importantes pour les travaux ultérieurs dans le puits et la hiérarchisation des tâches.

Annexe 1 : Liste des documents

1. Source MDPa, Extrait du Mémoire 3 : Synthèse des puits de mine. Les caractéristiques du puits Joseph (Puits Joseph.png).
2. Source MDPa, MDPa Puits Joseph. Schéma de concordance. Id. du schéma 2526194 (002 - Schéma de concordance.pdf).
3. MDPa source, MDPa Puits Joseph. Section du puits. Id. du schéma 2526290 (001a.pdf).
4. MDPa source, Schéma de concordance. Id. du schéma 2526194 (002 - Schéma de concordance.pdf).
5. Source Redpath-Deilmann : La géologie des puits des mines de potasse de la Haute-Alsace (avec un Atlas de 42 planches).pdf
6. Source MDPa : (Les concessions Joseph et Else.PDF)
7. Source MDPa, Données hydrologiques des puits 2008-2022.xls
8. Source MDPa, Débit eau 2020-2021.xls

Annexe 2 : Référence – Balayage laser d'un puits



Balayage laser 3D d'un puits de mine – Mine Ernest Henry, Australie

Balayage laser 3D d'un puits de mine

Mine Ernest Henry, Australie

Client :
Glencore Ernest Henry Mining
Cloncurry, Australie

Description du travail :
La mine d'Ernest Henry est une mine à ciel ouvert et souterraine de cuivre et d'or située à 38 km au nord-est de Cloncurry, au Queensland en Australie, EHM exploite un puits d'extraction d'une profondeur totale de 925 m, situé à côté de la paroi supérieure est d'un puits à ciel ouvert. En raison de sa proximité avec les travaux et les galeries de mine, le puits devrait subir des déplacements et des déformations pendant la durée de vie de la mine. Afin d'observer et de contrôler les modifications géométriques, une documentation initiale conforme à la configuration du puits, comprenant la détermination précise de l'emplacement de l'axe du puits et de son cuvelage est nécessaire. Pour obtenir cette documentation 3D complète sur le puits, une campagne de mesures utilisant le système de cartographie de puits de DMT par balayage laser cinématique depuis une cage a été menée et analysée. Le système comprend plusieurs capteurs intégrés tels que des scanners laser, un odomètre et un système de mesure inertielle pour la collecte et l'évaluation des données.

Services :

- Détermination de la déviation du puits en effectuant des mesures inertielles
- Traitement et fourniture d'un nuage de points 3D par balayage laser cinématique 3D du puits
- Documentation CAO de la configuration du puits basée sur le nuage de points 3D
- Représentation photoréaliste des parois du puits par des images déroulées

Scanner laser et odomètre du puits (haut de la cage)



Nuage de points 3D de la partie supérieure du puits

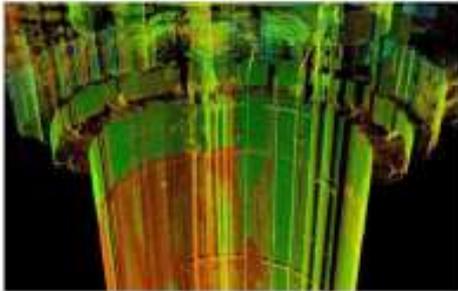


Image déroulée de l'intérieur du puits



DMT GmbH & Co. KG
Am Lechmangarten 1
41307 Essen
Tel: +49 201 172-1970
Fax: +49 201 172-1971
www.dmt-group.com / info@dmt-group.com

ISO 9001
certified

ISO 14001
certified

TOYOKORO GROUP

© Copyright DMT | Alle Rechte vorbehalten | Geo Engineering & Exploration | 05-2018

Earth. Insight. Values.