

SYNTHESE ANNUELLE DE LA VERSE A SCORIES POUR L'ANNEE 2022

Client : SLN



Réf : MC-23-103-SLN-02-R01-A

A	23/02/2022	<i>Création</i>
Révision	Date	Objet de la modification
	Rédacteur	Vérificateur
Nom et prénom	Rihem JABNOUN	Ghassen JAMELLEDDINE
Fonction	Ingénieur d'études	Directeur de production

SOMMAIRE

1. CONTEXTE ET OBJET	1
2. ETAT ACTUEL DE LA VERSE ET TRAVAUX REALISES EN 2022	1
3. TRAVAUX PROGRAMMES POUR L'ANNEE 2023 et PHASAGE DE STOCKAGE	3
3.1. Construction des descentes d'eau	4
3.2. Réalisation des drains au niveau de la zone maritime	5
3.3. Reprofilage du talus Est de la verse	6
3.4. Phasage de stockage pour l'année 2023	6
3.4.1. Stockage dans la zone « Menaouer »	6
3.4.2. Stockage dans la zone maritime	7
3.4.3. Stockage au niveau de la plateforme sommitale de la verse	7
4. ANALYSE DES RESULTATS D'INSTRUMENTATION GEOTECHNIQUE	7
4.1. Cellules de pressions interstitielles « CPI »	9
4.2. Piézomètres	9
4.3. Inclinomètres	10
5. CONCLUSION ET PRINCIPALES RECOMMANDATIONS	10

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Evolution du niveau d'eau dans les CPI de la VAS entre janvier 2021 et novembre 2021	A-2
Figure 2 : Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 11	A-2
Figure 3 : Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 21	A-2
Figure 4 : Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 31	A-3
Figure 5 : Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 41	A-3
Figure 6 : Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 51	A-3
Figure 7 : Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 61	A-3
Figure 8 : Profil inclinométrique INC11B	A-4
Figure 9 : Profil inclinométrique INC21B	A-5
Figure 10 : Profil inclinométrique INC41	A-6
Figure 11 : Profil inclinométrique INC51	A-7

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Etat du réseau d'instrumentation de la VAS en décembre 2022	8
---	---

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A: Résultats bruts d'auscultation	A-1
--	-----

1. CONTEXTE ET OBJET

Afin d'assurer la construction de la verse à scories, la SLN a installé des instruments d'auscultation composés d'inclinomètres, de piézomètres et de cellules de mesure de pression interstitielle. Les campagnes de relevé des mesures inclinométriques, piézométriques et de pressions interstitielles sont réalisées par le bureau GEOS4D.

Nous présentons dans ce qui suit :

- L'état des lieux de la VAS ;
- Une synthèse des résultats de mesures d'auscultation réalisées en 2022.

2. ETAT ACTUEL DE LA VERSE ET TRAVAUX REALISES EN 2022

Actuellement, l'emprise du projet de la verse à scorie est proche de 70 ha. En se référant à la dernière mise à jour topographique disponible, le volume total de scories stockées entre décembre 2021 et janvier 2023 est de l'ordre de 0,9 millions de m³.

La capacité résiduelle de la VAS serait de l'ordre de **8,5 millions de m³** et ce pour une emprise excluant la zone d'implantation de la station de pompage.

Durant l'année 2022, le stockage des scories s'est concentré essentiellement au niveau de la plateforme sommitale, sur une épaisseur (Cf. Figure N° 1) :

- De l'ordre de 2 à 3 m au niveau de la moitié Est de la plateforme sommitale de la verse;
- De l'ordre de 2 à 4 m au niveau de la moitié Ouest de la plateforme sommitale de la verse.

Nous estimons ainsi que la cadence de stockage pour l'année 2022 est conforme aux recommandations de l'étude géotechnique. En effet, Mecater a fixé les cadences de stockage des scories à 5 m/an au niveau de la plateforme sommitale et 2 m/an au niveau de la zone maritime.

Contrairement aux recommandations de la synthèse annuelle 2021, il n'y a pas eu de stockage ni au niveau de la zone maritime, ni au niveau de la zone « Menaouer ». En effet, l'altitude de ces deux zones est très basse par rapport à la plateforme sommitale actuelle. Afin d'occuper toute l'emprise de la verse, nous recommandons fortement de rehausser les deux zones.

Actuellement, la plateforme sommitale de la verse se situe globalement entre les cotes +39 NGNC et +43 NGNC.

Au droit de la zone maritime, la plateforme présente une élévation de l'ordre de +6 NGNC. La zone « Menaouer » présente des élévations qui varient entre +6 et +10 NGNC ; (Cf. Figure N° 2).

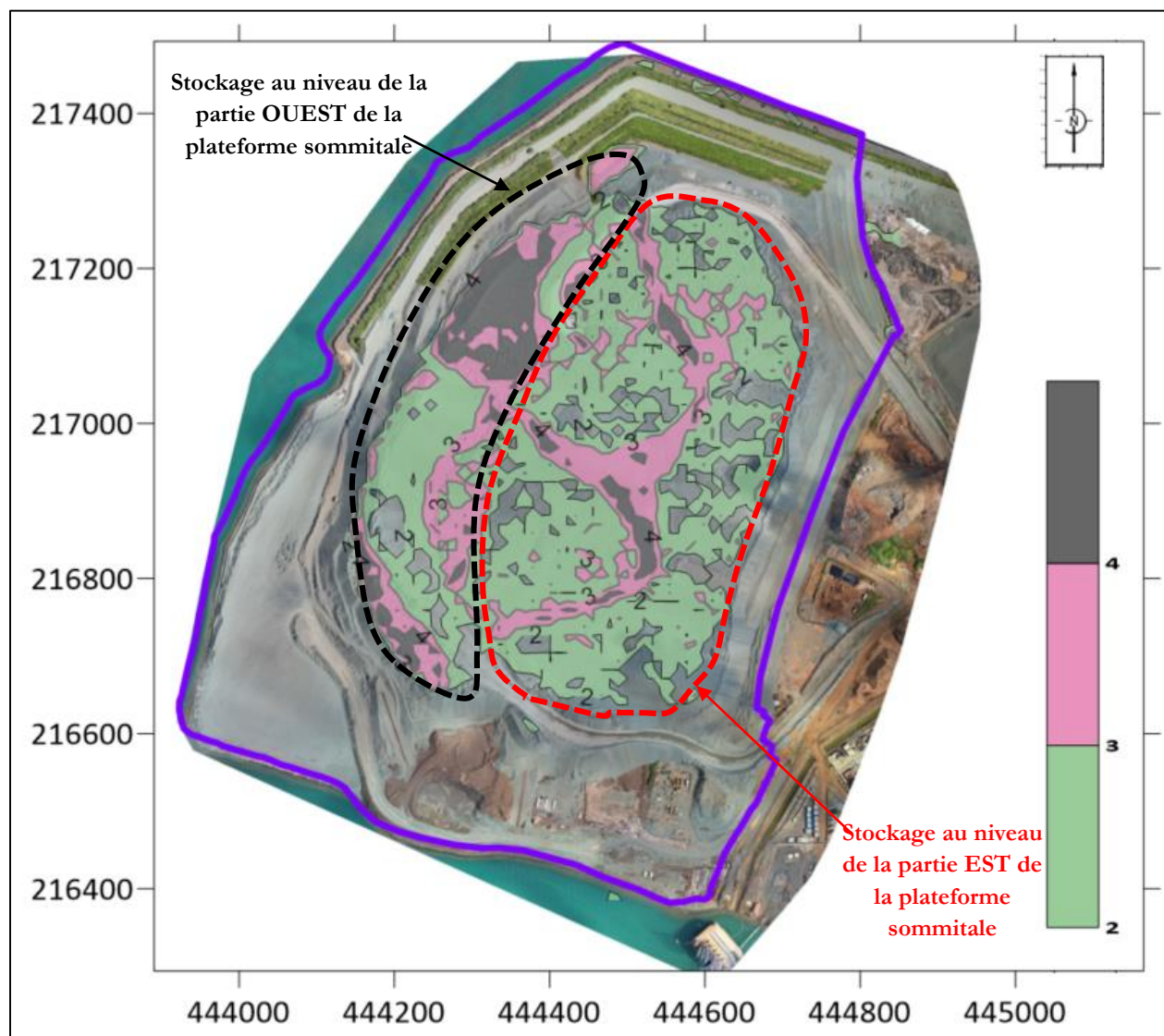


Figure N° 1 : Carte des iso-valeurs de rehausse entre décembre 2021 et janvier 2023

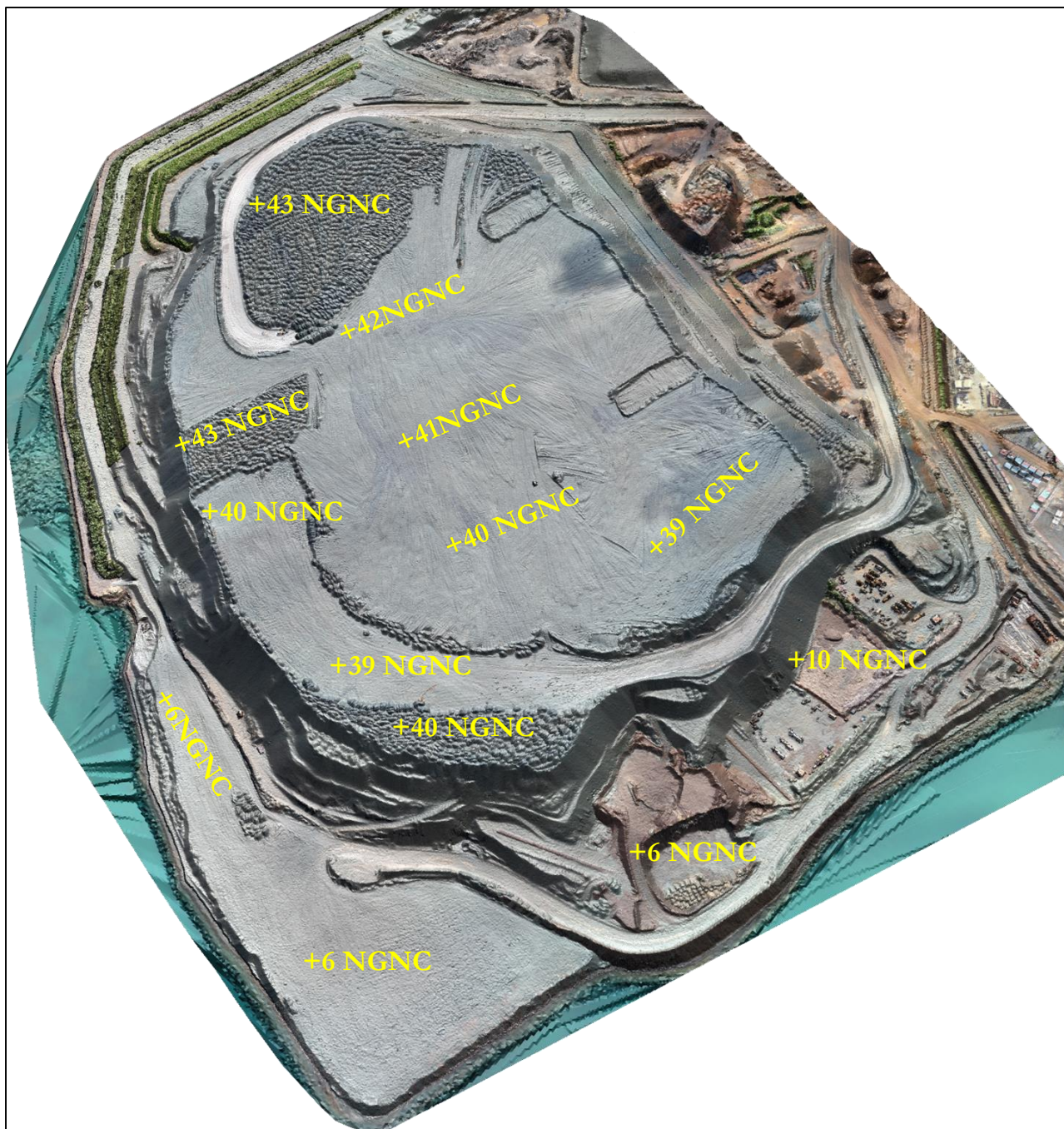


Figure N° 2 : Vue 3D de la VAS en janvier 2023

3. TRAVAUX PROGRAMMES POUR L'ANNEE 2023 ET PHASAGE DE STOCKAGE

Les travaux recommandés dans la synthèse annuelle de l'année 2021 à savoir la construction des amorces des descentes d'eau, la construction des drains au niveau de la zone maritime et le reprofilage du talus Est de la verse n'ont pas été réalisés.

Nous recommandons fortement de commencer la réalisation de ces travaux durant l'année 2023 afin d'être en conformité avec les recommandations de l'étude géotechnique.

Nous rappelons dans ce qui suit les travaux à réaliser.

3.1. Construction des descentes d'eau

La construction des descentes d'eau peut commencer en S2. Nous tenons à préciser que ce report n'a aucun impact sur la stabilité de la verse et ce compte tenu de la forte perméabilité des scories. En effet, ces descentes d'eau seront fonctionnelles qu'en phase ultime, après la couverture de la verse par du topsoil.

En effet, après couverture de la plateforme sommitale par de la terre végétale, les eaux ne vont plus s'infiltrer dans le remblai et seront collectées dans les fils d'eau projetés. Les eaux collectées par ces fils d'eau seront évacuées en pied de verse moyennant les descentes d'eau. Au total, 8 descentes seront aménagées (Cf. Figure N° 3).

Nous rappelons que :

- Les descentes d'eau seront aménagées en escalier avec des replats au niveau des banquettes drainantes ;
- La largeur de la section de la descente d'eau est égale à 5 m et que sa profondeur est égale à 1 m ;
- Elles seront revêtues par des enrochements $\varphi=300$ mm posés sur du géotextile séparateur.

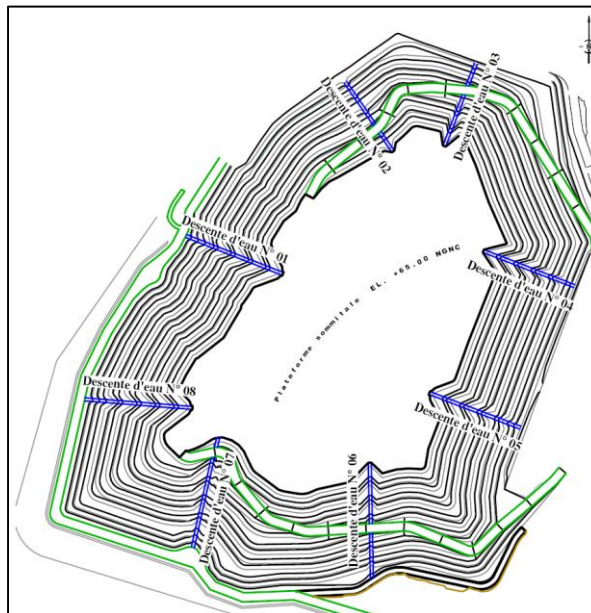


Figure N° 3 : Implantation des descentes d'eau

3.2. Réalisation des drains au niveau de la zone maritime

Suite à l'endigage de la zone maritime, des drains doivent être aménagés ; (Cf. Figure N° 4).

Ces drains servent à drainer les sous écoulements en cas d'une montée accidentelle du niveau d'eau dans le talus de la verse. Ces drains étaient projetés initialement à la cote +2 NGNC.

Bien que la plateforme au niveau de la zone maritime a déjà atteint la cote +6 NGNC, les drains ne sont pas encore aménagés.

La construction des drains dans la zone maritime peut commencer en S2. L'emprise de ces drains ne sera pas comblée pour respecter la cote de pose.

Afin d'optimiser les travaux de terrassement, nous recommandons de caler la base du drain à la cote +4 NGNC. Ainsi, l'exploitant doit ouvrir une tranchée de 2 m de largeur sur 2 m de profondeur.

Les drains seront composés de scories bessemer et seront entourés dans une nappe de géotextile.



Figure N° 4 : Implantation des drains au niveau de la zone maritime

3.3. Reprofilage du talus Est de la verse

Actuellement, la géométrie du talus Est de la verse n'est pas conforme au profil type ultime (hauteur maximale du niveau de 20 m) ; (Cf. Figure N° 5)

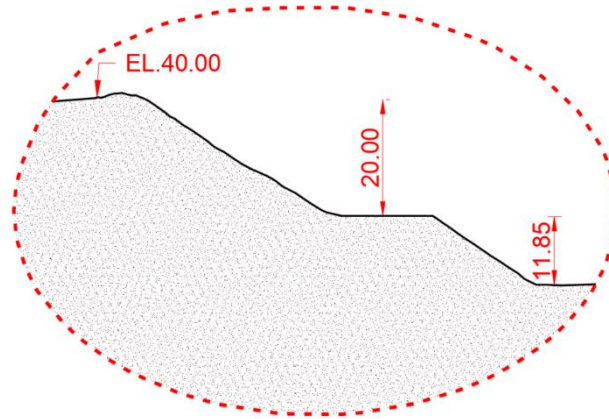


Figure N° 5 : Profil actuel du talus Est de la verse à scories

Afin de mettre en conformité la verse, nous recommandons de reprofiler ce talus au moins à partir de la cote +20NGNC conformément au profil type présenté dans la figure ci-dessous.

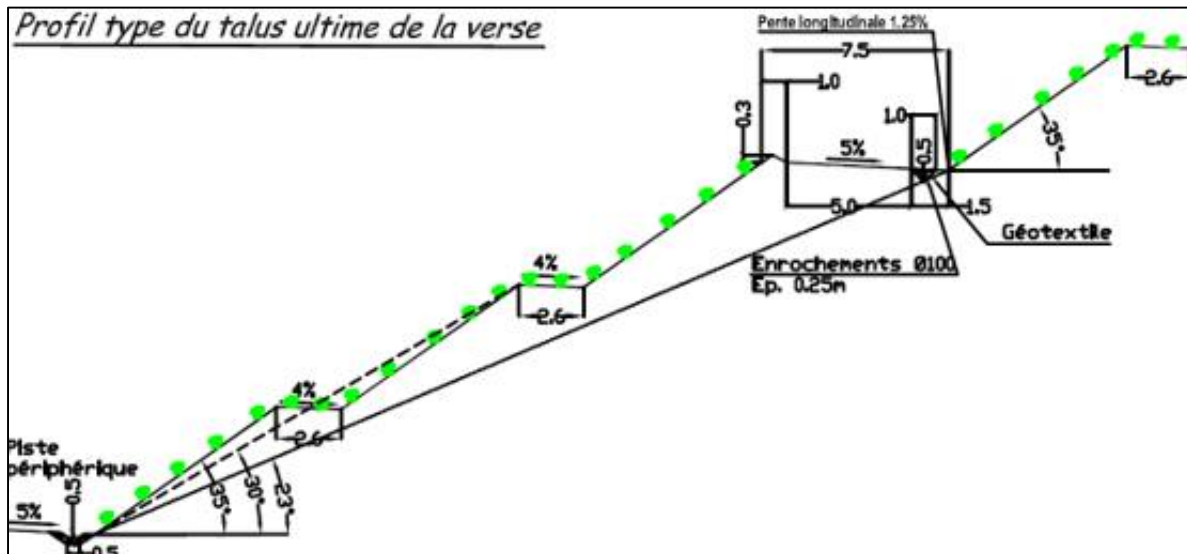


Figure N° 6 : Profil type du talus de la verse à scories

3.4. Phasage de stockage pour l'année 2023

3.4.1. Stockage dans la zone « Menaouer »

Actuellement, la zone « Menaouer » est très basse par rapport à la plateforme sommitale.

Afin d'occuper toute l'emprise de la verse, **nous recommandons fortement de rehausser la zone « Menaouer » avec une cadence de stockage fixée à 5 m/an.**

3.4.2. Stockage dans la zone maritime

Après la construction des drains, le stockage au niveau de la zone maritime se poursuivra avec une cadence de stockage de 2 m/an.

3.4.3. Stockage au niveau de la plateforme sommitale de la verse

Le stockage au niveau de la plateforme sommitale se poursuivra avec une cadence de stockage limitée à 5 m/an.

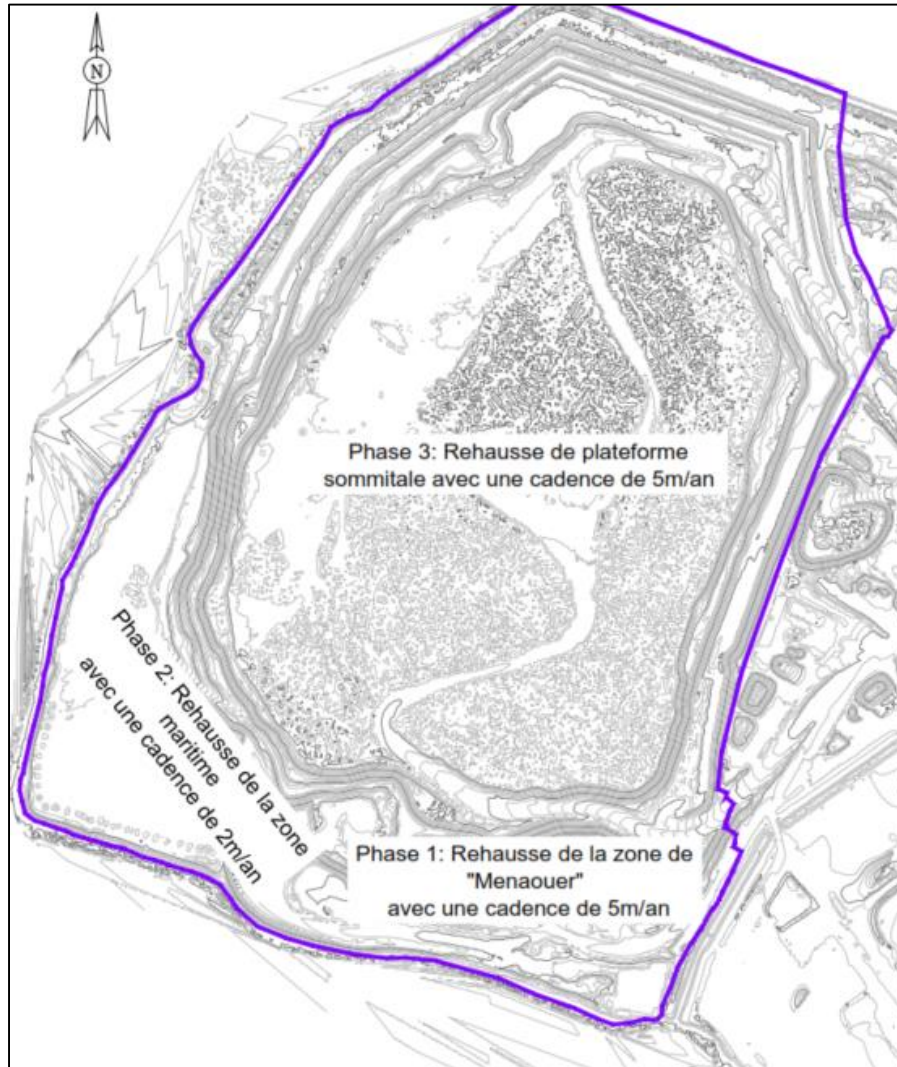


Figure N° 7 : Phasage de stockage pour l'année 2023

4. ANALYSE DES RESULTATS D'INSTRUMENTATION GEOTECHNIQUE

Le dispositif d'instrumentation installé au niveau de la verse à scories comporte actuellement 5 inclinomètres, 4 cellules de mesure de pression interstitielle et 6 piézomètres à tube ouvert (Cf. Figure N° 8).

Tableau 1 : Etat du réseau d'instrumentation de la VAS en décembre 2022

Instrument	X (m)	Y (m)	Profondeur (m)	Commentaires
INC11B	444 673	216 566	38,5	En fonctionnement/ Mesures trimestrielles
INC21B	444 458,1	216 458,2	39	En fonctionnement/ Mesures trimestrielles
INC31	443 984,64	216 839,01	44	En fonctionnement/ Mesures trimestrielles
INC41	444 323,02	217 350,02	30,5	En fonctionnement/ Mesures trimestrielles
INC51	444 819,08	217 343,64	24,5	En fonctionnement/ Mesures trimestrielles
CPI1 b	444 423,69	216 870,54	-	En fonctionnement
CPI2	444 124,07	216 748,76	33,5	En fonctionnement
CPI3	444 524,01	217 310,60	23	En fonctionnement
CPI4	444 865,89	217 052,58	20,5	En fonctionnement
PZ11	444 685,37	216 579,62	10,50	En fonctionnement
PZ21	444 266,02	216 492,14	15	En fonctionnement
PZ31	443989,633	216849,305	28	Installation sonde Troll à 9,07 m / tube
PZ41	444 333,32	217 355,23	19	Nouvelle sonde Troll s/n 868753 installée le 12/01/2022
PZ51	444 829,92	217 339,45	17,50	Nouvelle sonde Troll s/n 868859 installée le 12/01/2022
PZ61	444 997,96	217 275,80	18,30	Nouvelle sonde Troll s/n 869479 installée le 12/01/2022



Figure N° 8 : Implantation du dispositif d'instrumentation de la verse à scories en décembre 2022

4.1. Cellules de pressions interstitielles « CPI »

L'analyse des résultats des mesures des pressions d'eau dans les CPI enterrées dans l'assise argileuse montre que :

La CPI 1 bis est enterrée sous une hauteur d'environ 19 m par rapport à l'assise. Elle est installée à la cote -19,26 NGNC.

Le niveau d'eau mesuré dans la CPI 1 bis fluctue entre +1,06 NGNC et +1,54 NGNC. Comparé au niveau de la mer qui varie de -0,15 à +1,2 NGNC, nous considérons que les pressions résiduelles de consolidation sont faibles.

La CPI 2 est installée à la cote -16,60 NGNC. Le niveau d'eau mesuré dans la CPI 2 fluctue de -0,18 NGNC à +0,39 NGNC. Comparé au niveau de la mer qui varie de -0,15 à +1,2 NGNC, nous considérons qu'il n'y a pas de pression résiduelle de consolidation.

La CPI 3 est installée à la cote -11,29 NGNC. Le niveau d'eau mesuré dans la CPI 3 varie entre les cotes +0,38 et +0,66 NGNC. Comparé à la cote du niveau de la mer qui varie de -0,15 à +1,2 NGNC, nous considérons qu'il n'y a pas de pression résiduelle de consolidation.

La CPI 4 est installée à la cote -12,79 NGNC. Le niveau d'eau mesuré dans la CPI 4 fluctue de -0,74 à -0,34 NGNC. Comparé à la cote du niveau de la mer qui varie de -0,15 à +1,2 NGNC, nous considérons qu'il n'y a pas de pression résiduelle de consolidation.

En conclusion, nous estimons que les suppressions liées au chargement de l'assise vaseuse sont négligeables. Nous considérons que les niveaux mesurés coïncident globalement avec le niveau moyen de la mer.

4.2. Piézomètres

Les relevés piézométriques réalisés montrent que le niveau de la nappe est quasi constant :

- PZ11 : Le niveau piézométrique se situe à des cotes variant de +0,3 et +0,65 NGNC ;
- PZ21 : Le niveau piézométrique se situe à des cotes variant de +0,55 et +1,35 NGNC ;
- PZ31 : Le niveau piézométrique se situe à des cotes variant de -0,3 et +1,00 NGNC ;
- PZ41 : Le niveau piézométrique se situe à des cotes variant de +0,00 et +0,7 NGNC ;

- PZ51 : Le niveau piézométrique se situe à des cotes variant de +0,20 et +0,60 NGNC ;
- PZ61 : Le niveau piézométrique se situe à des cotes variant de +0,22 et +0,60 NGNC.

En conclusion, les fluctuations du niveau piézométrique par rapport au niveau moyen sont négligeables, ne dépassent pas 1.5 m.

4.3. Inclinomètres

Les mesures inclinométriques sont réalisées avec une cadence trimestrielle. Les déplacements horizontaux cumulés en tête des inclinomètres sont de l'ordre de :

- 20 mm au niveau de l'INC11B, avec une vitesse de déplacement négligeable ;
- 15 mm au niveau de l'INC21B, avec une vitesse de déplacement négligeable ;
- 4 mm au niveau de l'INC31, avec une vitesse de déplacement négligeable
- 30 mm au niveau de l'INC41, avec une vitesse de déplacement négligeable ;
- 40 mm au niveau de l'INC51, avec une vitesse de déplacement négligeable.

Les profils verticaux de déplacement sont réguliers de haut en bas et ne présentent pas de signes de cisaillement au niveau des interfaces. Les vitesses de déplacements sont négligeables.

En se basant sur cette analyse, nous considérons que le comportement de la verse à scories est conforme aux prévisions et ne présente aucune anomalie apparente.

5. CONCLUSION ET PRINCIPALES RECOMMANDATIONS

Les travaux de construction de la verse à scories sont globalement conformes au projet initial élaboré par MECATER.

L'auscultation géotechnique se déroule à une fréquence acceptable et ne montre aucune anomalie de comportement de la verse et de l'assise. La cadence de rehausse globale est lente et les déplacements dans l'assise sont négligeables.

Néanmoins, nous avons identifié les non conformités suivantes :

- La géométrie du talus Est (hauteur de 20 m) n'est pas conforme. Ainsi, il est indispensable de reprofiler le talus Est de la verse au moins à partir de la cote +20NGNC conformément au profil type ultime ;

- Les drains projetés au niveau de la zone maritime ne sont pas encore aménagés bien que la verse a déjà atteint la cote d'aménagement des ouvrages, ce qui représente une non-conformité par rapport aux recommandations de l'étude initiale. Pour être en conformité avec les recommandations du projet initial, nous recommandons de construire les drains au niveau de cette zone ;
- Les descentes d'eau projetées au niveau du talus libre de la verse ne sont pas encore aménagées bien que la verse a déjà atteint 40 m de hauteur. Ainsi, nous recommandons de démarrer cette année la construction des descentes d'eau ;
- La zone Menaouer ainsi que la zone d'implantation de la station de pompage sont calées à la cote + 6 NGNC. Ainsi, nous recommandons de rehausse rapidement ces zones tout en respectant une cadence de 5m/an.

ANNEXE A: Résultats bruts d'auscultation

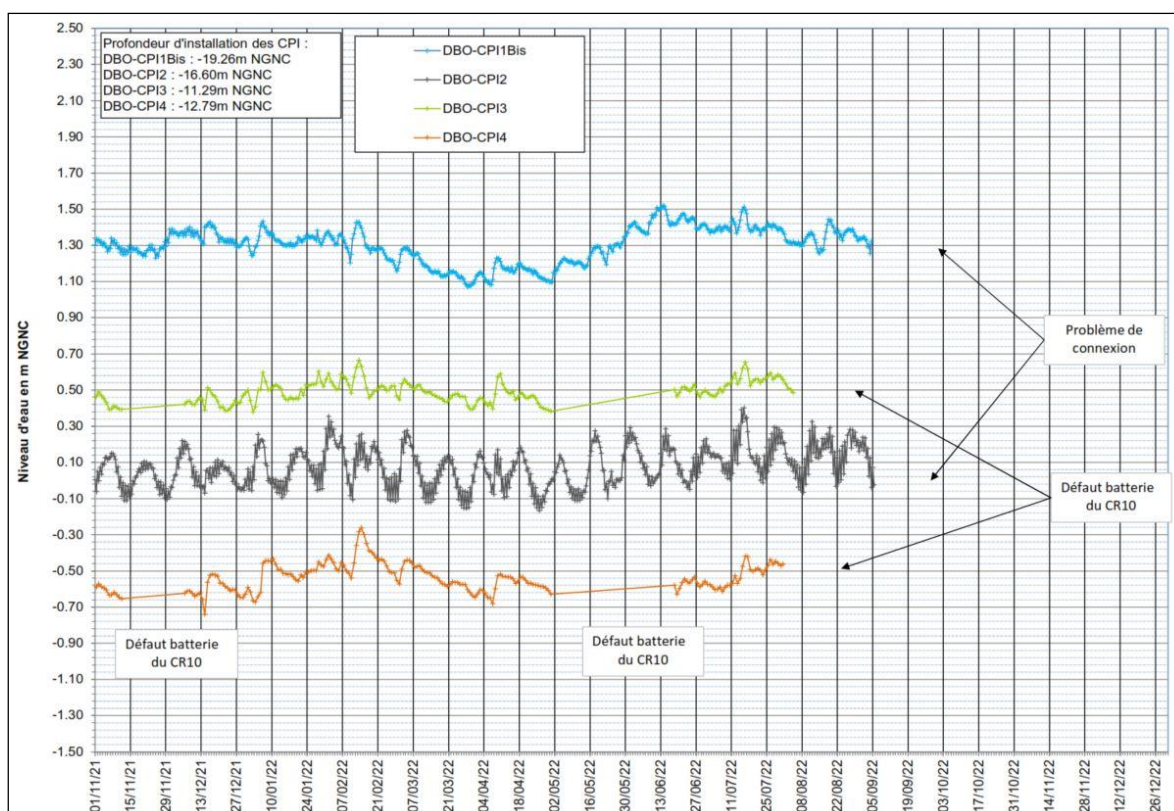


Figure 1 : Evolution du niveau d'eau dans les CPI de la VAS entre janvier 2021 et novembre 2021

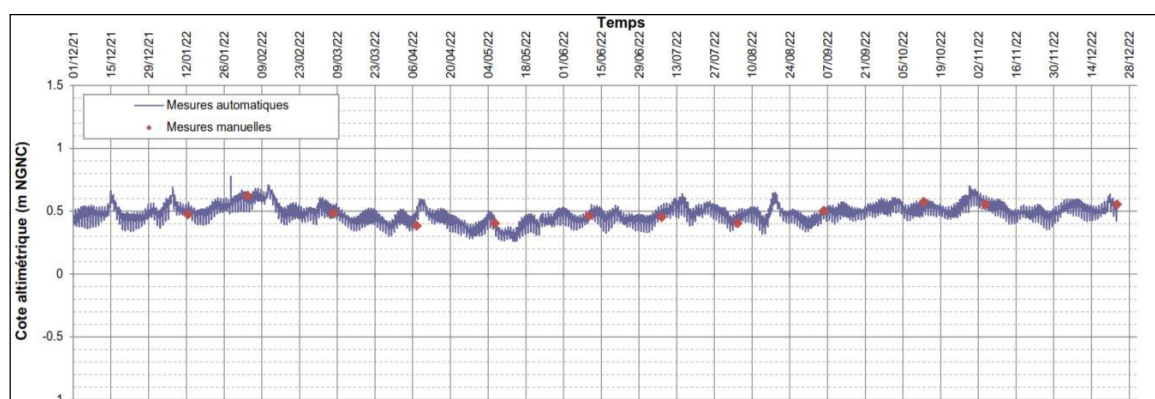


Figure 2 : Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 11

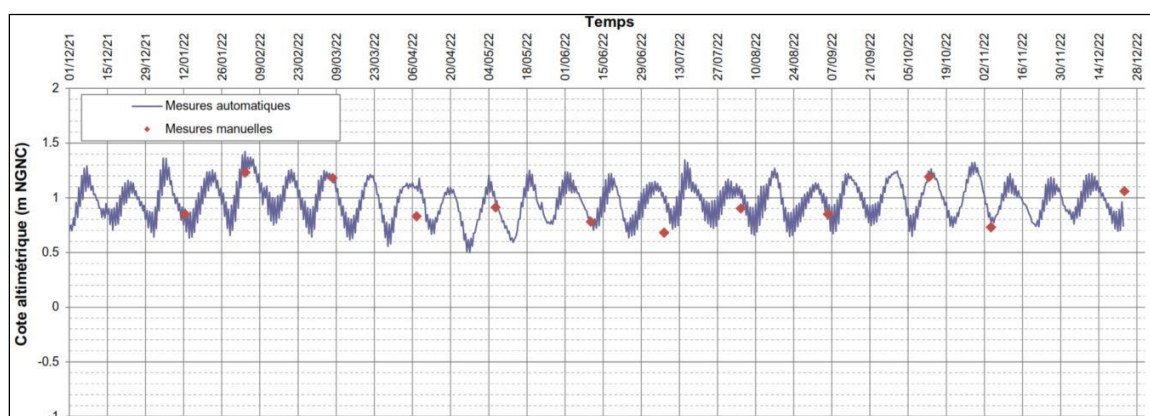


Figure 3 : Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 21

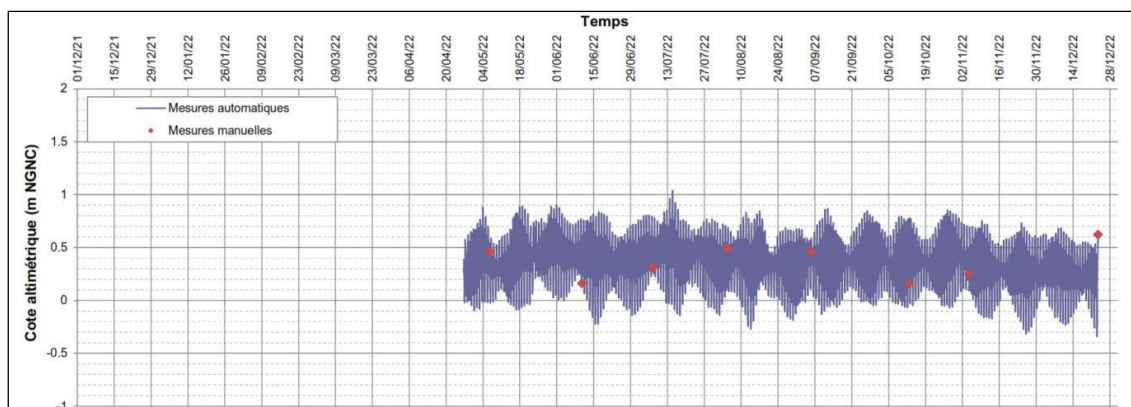


Figure 4 : Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 31

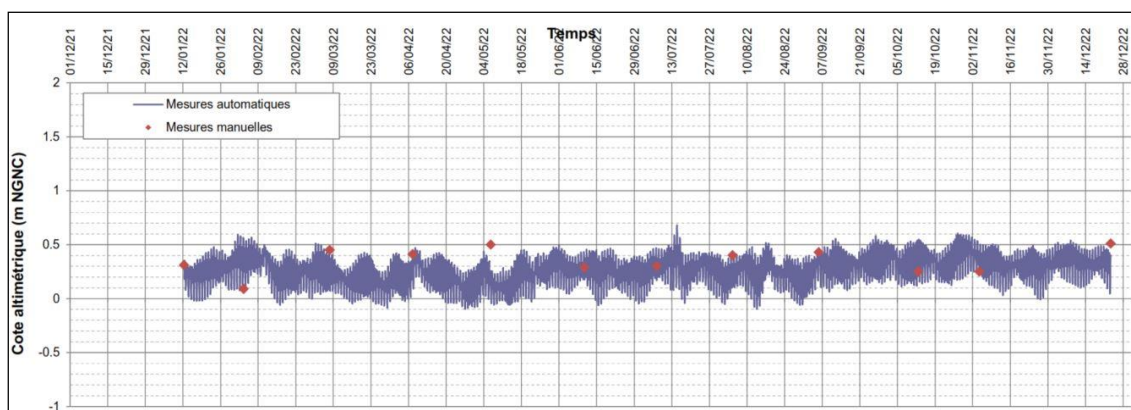


Figure 5 : Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 41

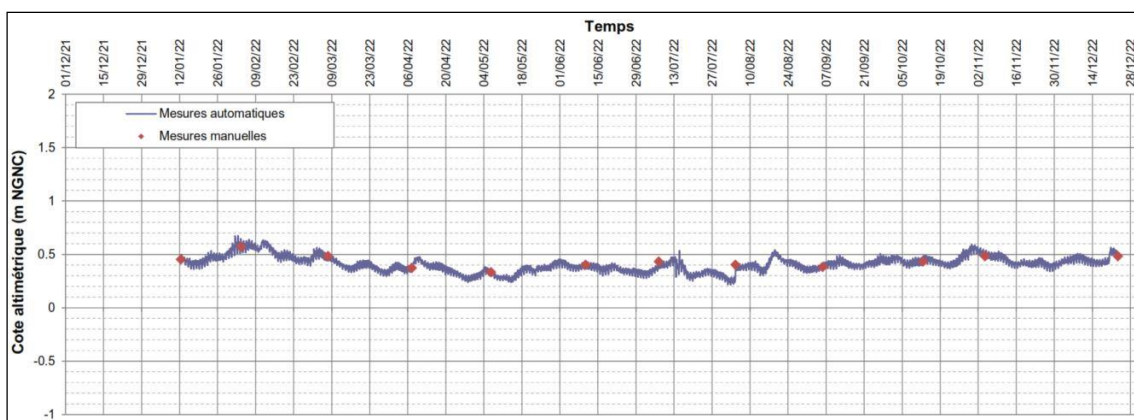


Figure 6 : Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 51

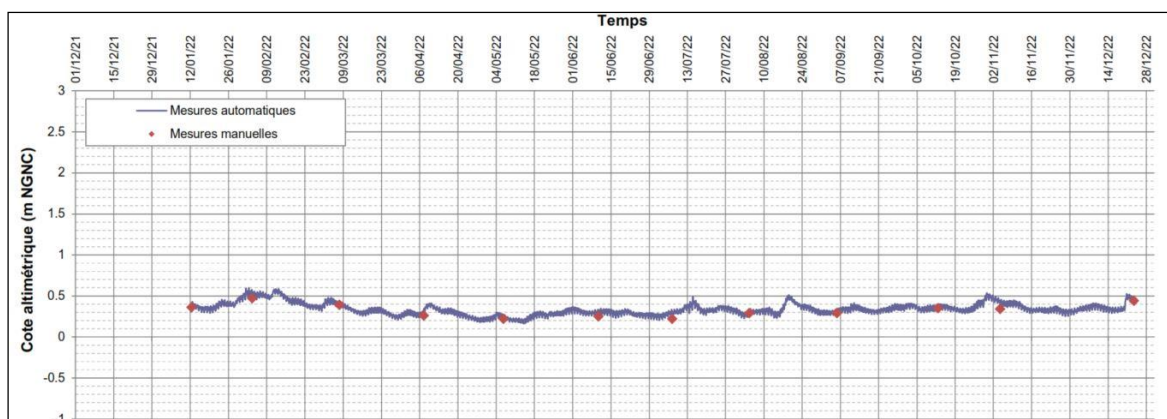


Figure 7 : Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 61

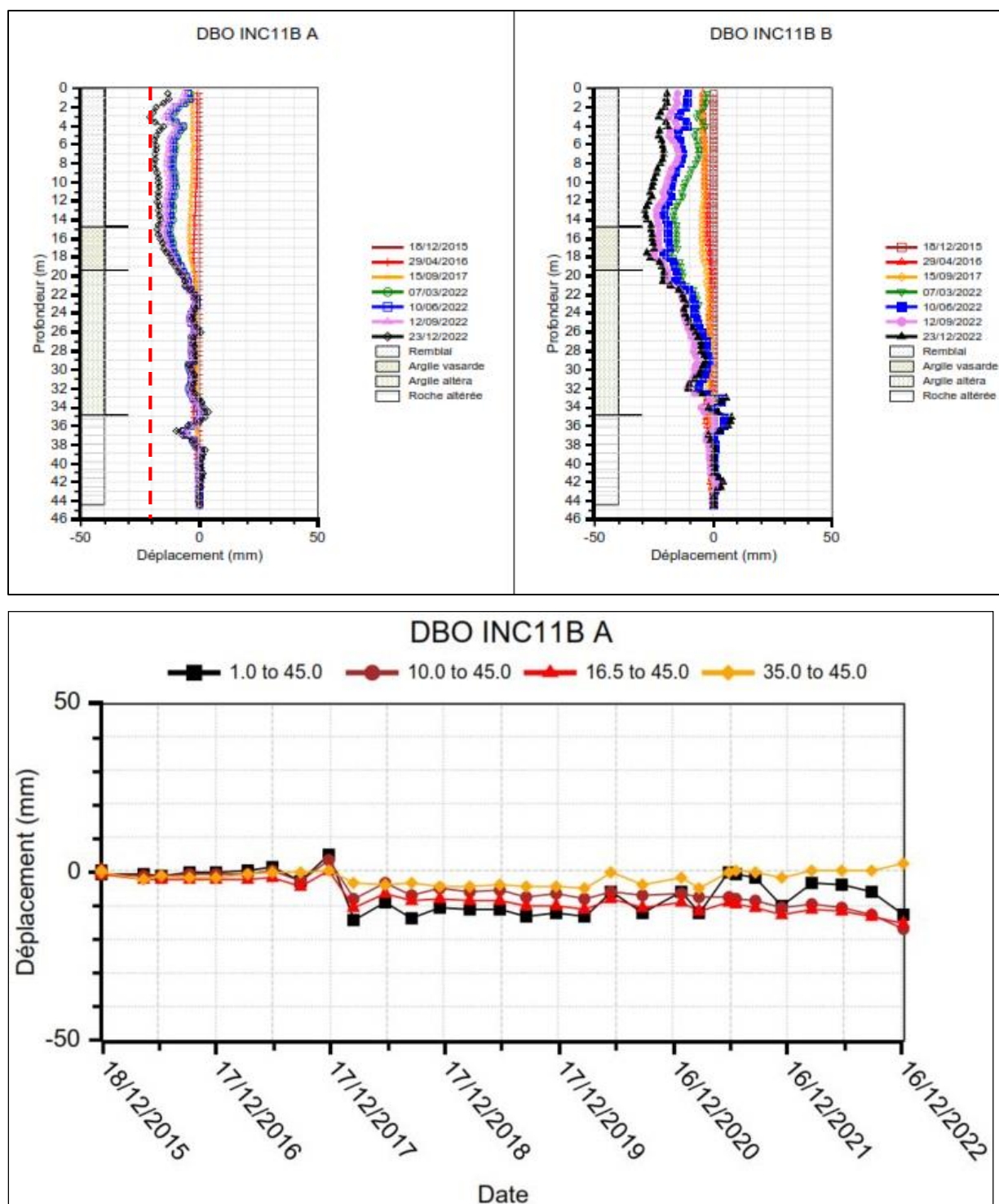


Figure 8 : Profil inclinométrique INC11B

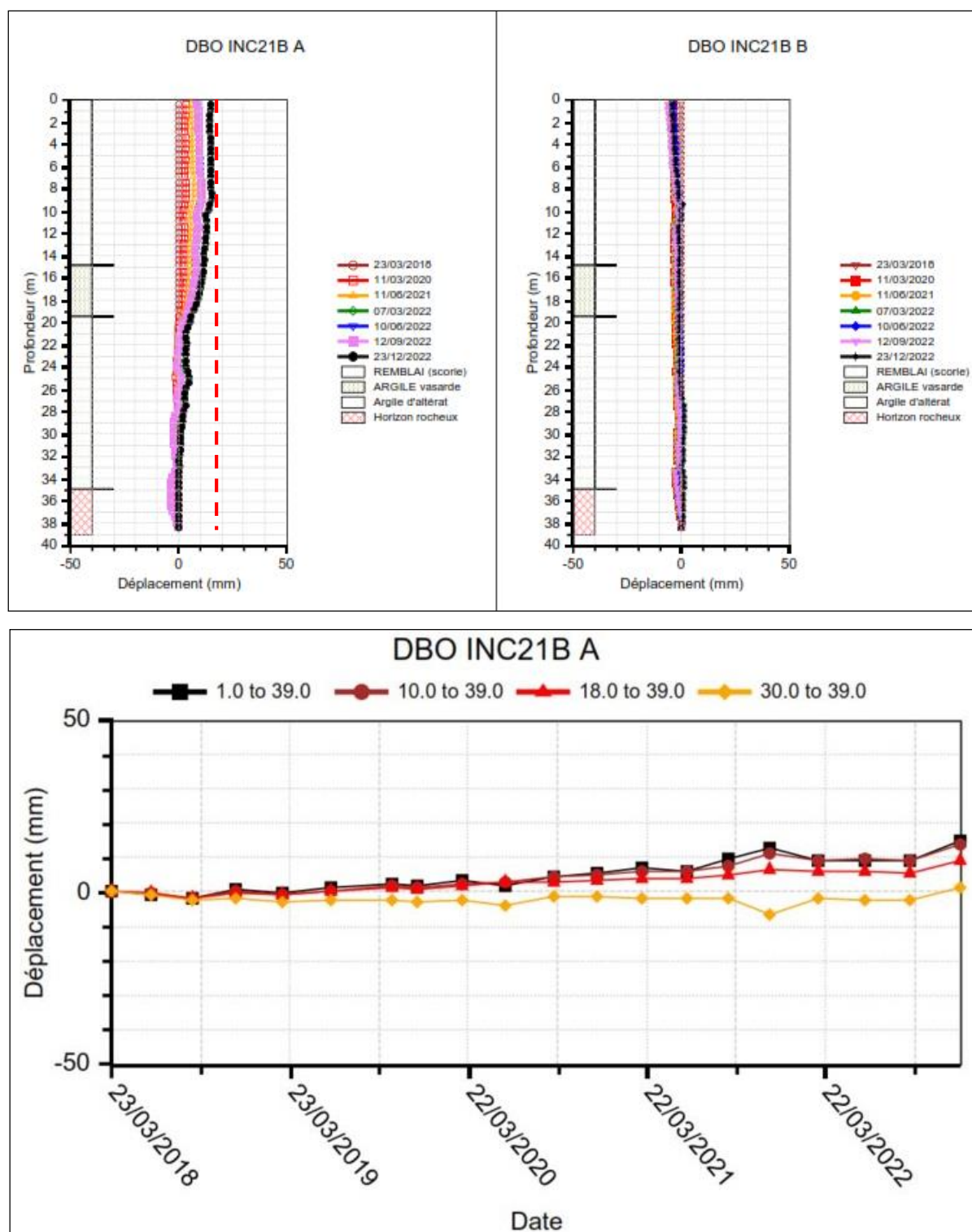


Figure 9 : Profil inclinométrique INC21B

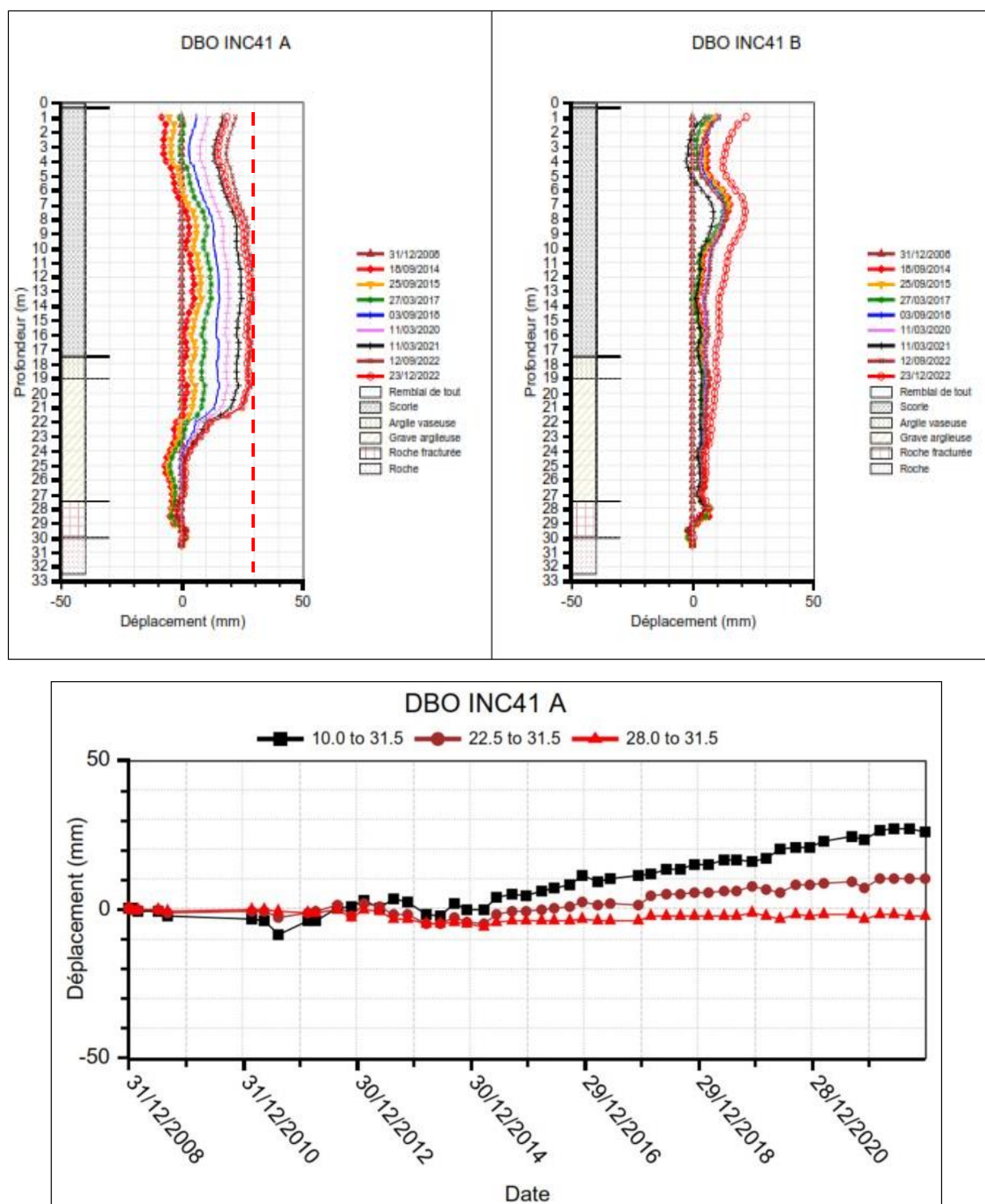


Figure 10 : Profil inclinométrique INC41

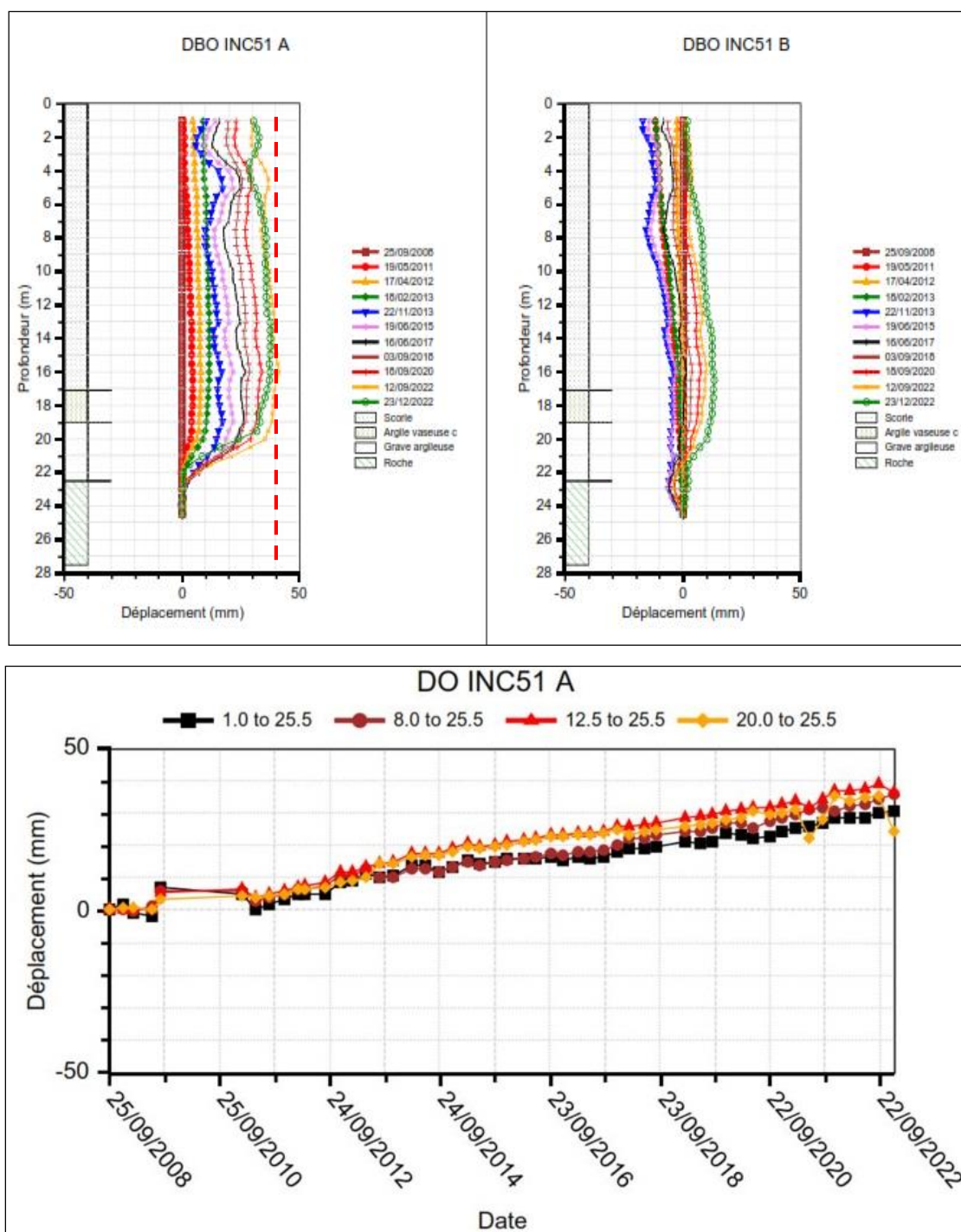


Figure 11 : Profil inclinométrique INC51