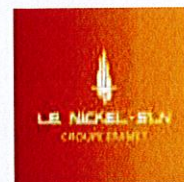


# SYNTHESE ANNUELLE DU SUIVI DE LA VERSE A SCORIES POUR L'ANNEE 2018



Client : Le Nickel-SLN

CE2020-DIMENC-14785



Réf: MC-19-111-SLN-03-R01-A

**MECATER**  
INGÉNIERIE

Indice	Date	Rédigé par	Vérifié par
A	26/03/2019	Sara YAHIAOUI	Ghassen JAMELLEDDINE

## SOMMAIRE

<b>1. CONTEXTE ET OBJET</b>	<b>1</b>
<b>2. ETAT ACTUEL DE LA VERSE ET TRAVAUX REALISES EN 2018</b>	<b>1</b>
<b>3. TRAVAUX PROGRAMMES POUR L'ANNEE 2019 et PHASAGE DE STOCKAGE</b>	<b>4</b>
3.1. Construction des descentes d'eau	4
3.2. Réalisation des drains au niveau de la zone maritime	5
3.3. Travaux de protection des talus contre l'effet de la houle	7
3.4. Reprofilage du talus Est de la verse	7
3.5. Phasage de stockage pour l'année 2019	7
3.5.1. Stockage dans la zone « Menaouer »	8
3.5.2. Stockage dans la zone maritime	8
3.5.3. Stockage au niveau de la plateforme sommitale de la verse	8
<b>4. ANALYSE DES RESULTATS D'INSTRUMENTATION GEOTECHNIQUE</b>	<b>10</b>
4.1. Cellules de pressions interstitielles « CPI »	12
4.2. Piézomètres	13
4.3. Inclinomètres	13
<b>5. CONCLUSION ET PRINCIPALES RECOMMANDATIONS</b>	<b>14</b>

## LISTE DES FIGURES

Figure N° 1 : Carte des iso-valeurs de rehausse entre mars 2018 et février 2019.....	2
Figure N° 2 : Vue 3D de la VAS en février 2019.....	3
Figure N° 3 : Implantation des descentes d'eau.....	5
Figure N° 4 : Implantation des drains.....	6
Figure N° 5 : Profil type des talus de la verse à scories.....	7
Figure N° 6 : Phasage de stockage pour l'année 2019.....	9
Figure N° 7 : Implantation du dispositif d'instrumentation de la verse à scories.....	11

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau N° 1 : Etat du réseau d'instrumentation de la VAS en décembre 2018.....	10
Tableau N° 2 : Implantation des instruments projetés au niveau de la zone maritime .....	10



## 1. CONTEXTE ET OBJET

Dans le cadre du projet de construction de la verse à scories de Doniambo, MECATER Ingénierie a assuré au cours de l'année 2018 des missions de suivi.

Les campagnes de relevés des données inclinométriques, piézométriques et de pressions interstitielles dans le site de la verse ont été confiées à GEOS4D.

Nous présentons dans le présent rapport une synthèse des missions de suivi effectuées en 2018 avec une interprétation des résultats d'instrumentation géotechnique de la verse.

## 2. ETAT ACTUEL DE LA VERSE ET TRAVAUX REALISES EN 2018

L'emprise du projet de la verse à scorie est proche de 67 ha. En se référant à la dernière mise à jour topographique datant du mois de février 2019, la capacité résiduelle de la VAS est de l'ordre de 12.3 millions de m<sup>3</sup>.

Le volume total de scories stockées entre mars 2018 et février 2019 est de l'ordre de 700 000 m<sup>3</sup>.

Le stockage des scories s'est concentré essentiellement au niveau de la plateforme sommitale, ainsi qu'au niveau de la zone maritime, sur une épaisseur :

- De l'ordre de 2 m au niveau de la zone maritime
- De l'ordre de 4 m au niveau de la plateforme sommitale

Actuellement, la plateforme sommitale de la verse se situe globalement entre les cotes +29 et +32 NGNC. Au droit de la zone maritime, la plateforme présente une élévation variant entre +5 et +6 NGNC ; (Cf. Figure N°2).

La zone « Menaouer » présente des élévations qui varient entre +5 et +7 NGNC ; (Cf. Figure N°2). Il n'y a pas eu de stockage au niveau de cette zone au cours de l'année 2018.

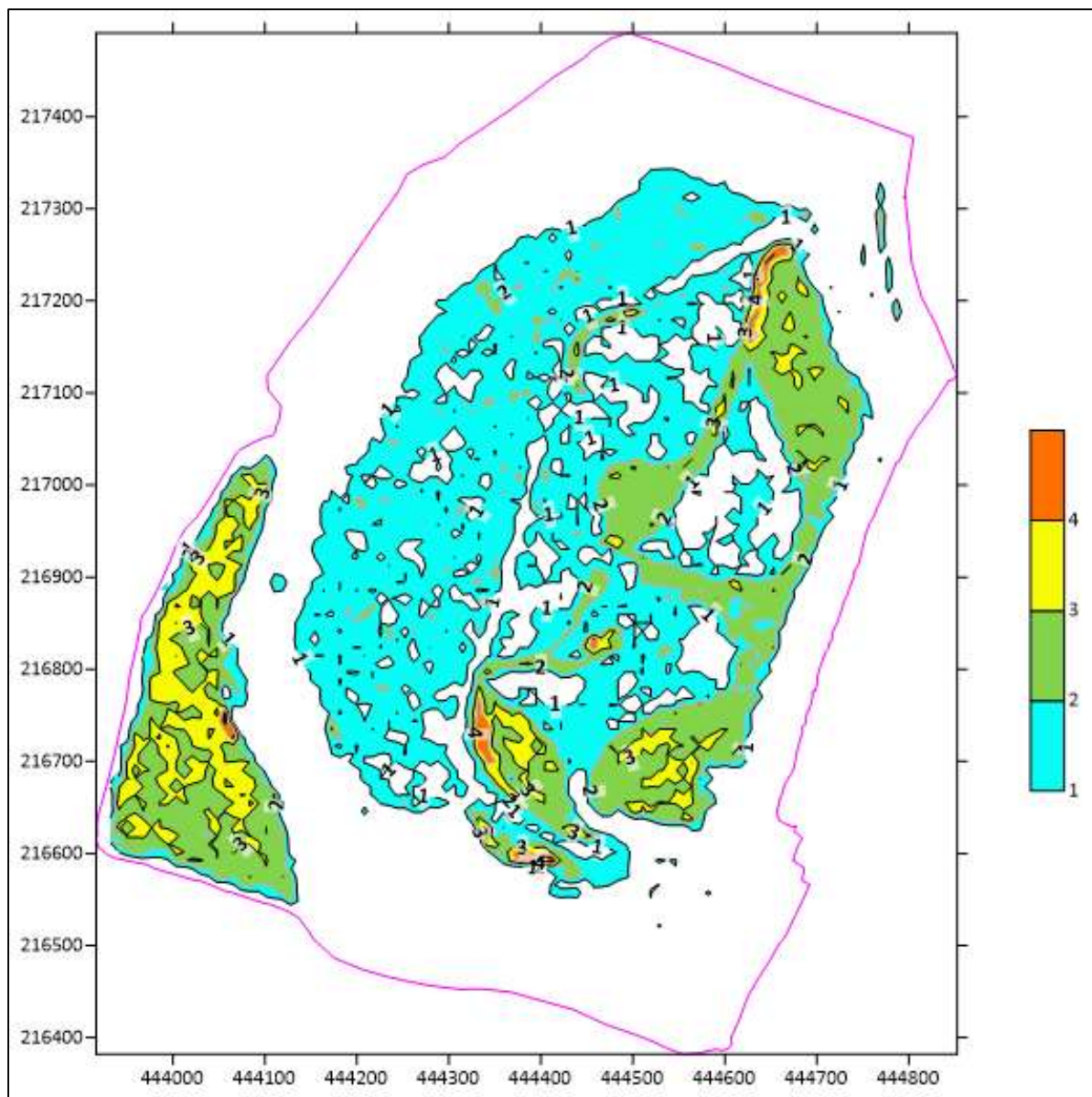


Figure N° 1 : Carte des iso-valeurs de rehausse entre mars 2018 et février 2019

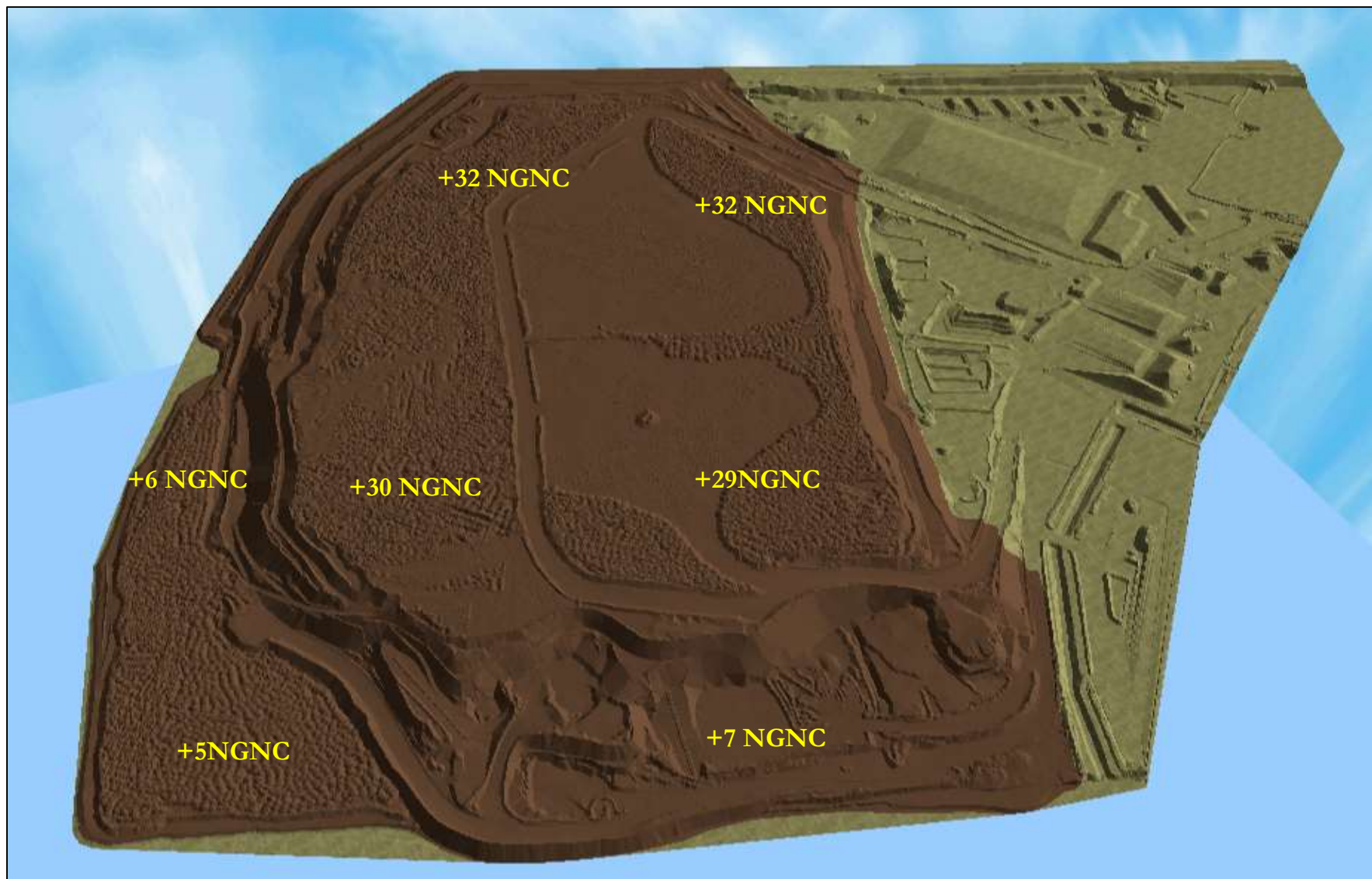


Figure N° 2 : Vue 3D de la VAS en février 2019

### 3. TRAVAUX PROGRAMMES POUR L'ANNEE 2019 ET PHASAGE DE STOCKAGE

#### 3.1. Construction des descentes d'eau

Nous recommandons de démarrer la construction des parties situées entre la piste périphérique et la cote +20 NGNC des descentes d'eau dont l'emprise est terrassée. Ces ouvrages, qui seront aménagés au niveau des talus libres de la verse, devront permettre de drainer la plateforme sommitale ultime et les banquettes drainantes. 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.



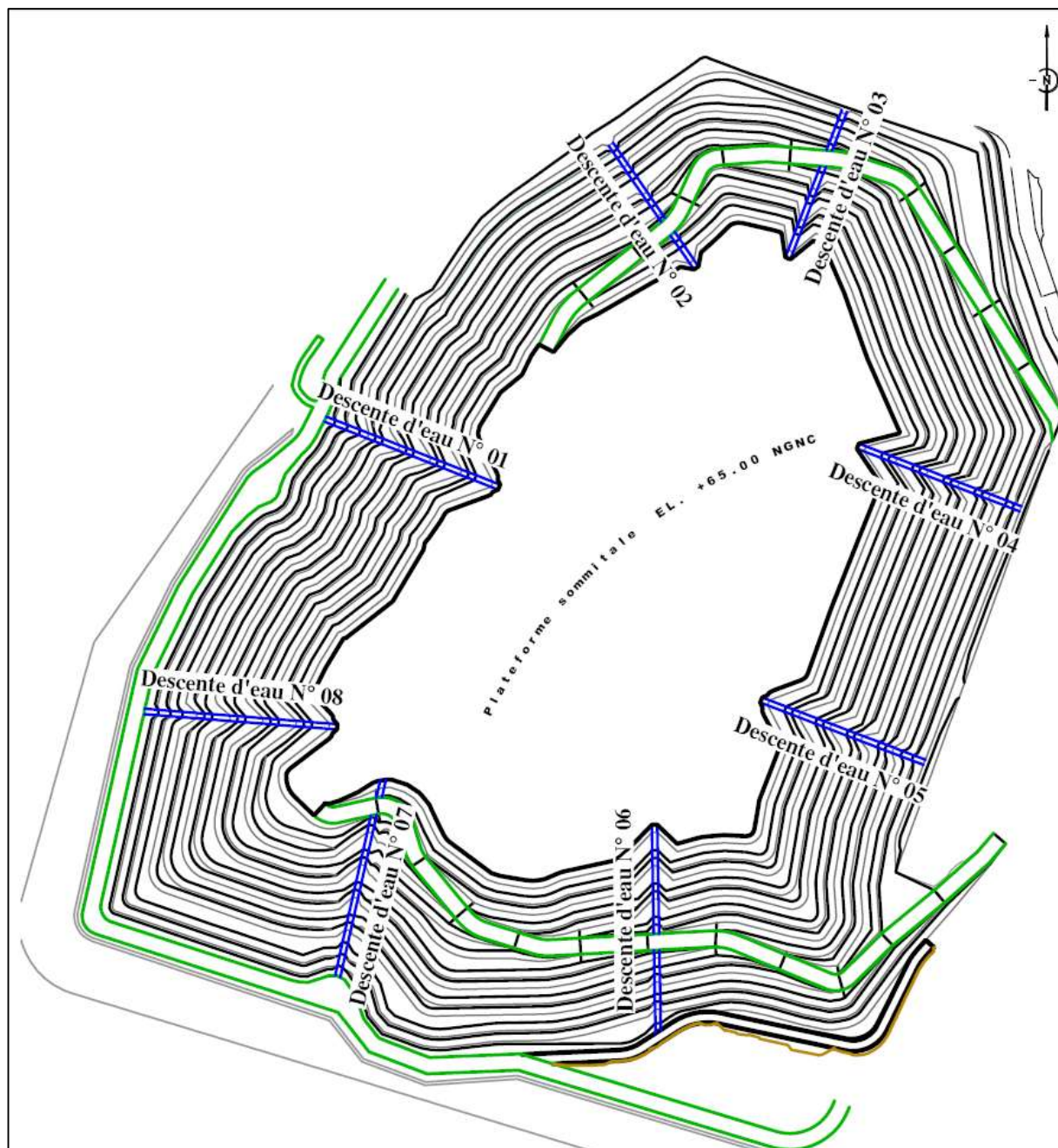


Figure N° 3 : Implantation des descentes d'eau

### 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.

Avant d'aménager les drains, l'exploitant doit écrêter les tas de scories stockées au niveau de la zone maritime.

Après cette phase, l'exploitant doit aménager une tranchée de 2 m de largeur à la base sur 1m de profondeur.

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



Figure N° 4 : Implantation des drains



### 3.3. Travaux de protection des talus contre l'effet de la houle

Actuellement, les talus Sud et Ouest de la verse à scories ont subi des dégâts sous l'effet de la houle. En effet, l'épaisseur actuelle de la couche de scories bessemer ne permet pas d'assurer la protection de ces talus. Ainsi, nous recommandons de recharger ces talus en scories bessemer.

### 3.4. Reprofilage du talus Est de la verse

Actuellement, la géométrie du talus Est de la verse n'est pas conforme au profil type ultime. Afin de mettre en conformité la verse, nous recommandons de reprofiler ce talus conformément au profil type présenté dans la figure ci-dessous.

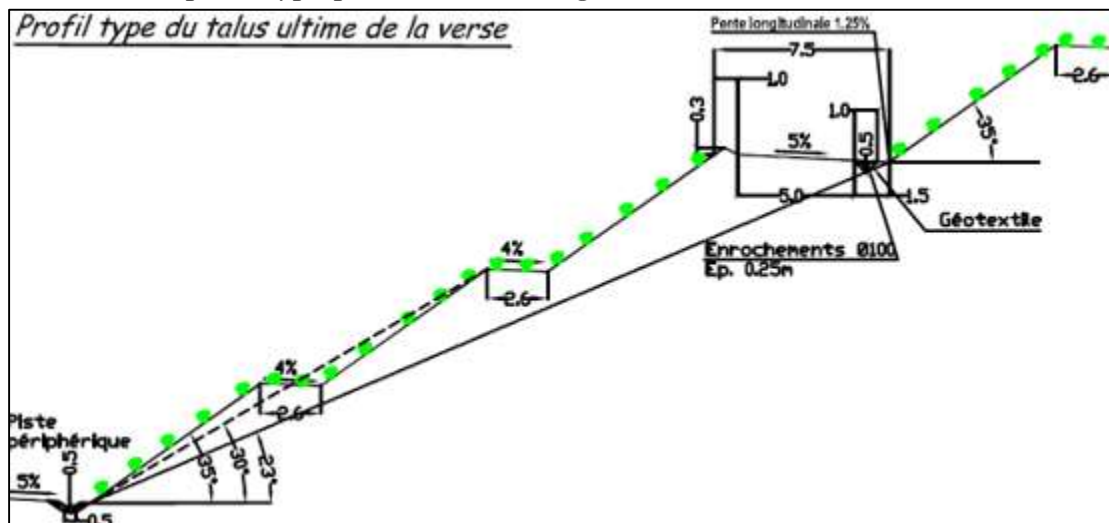


Figure N° 5 : Profil type des talus de la verse à scories

### 3.5. Phasage de stockage pour l'année 2019

En se basant sur les résultats de l'étude de la consolidation de l'assise vaseuse et dans le but de maîtriser les risques liés au fluage de l'assise, Mecater a fixé les cadences de stockage des scories dans les limites suivantes :

- Sur les périphéries des aires de stockage soit sur une bande de 100 m de large en amont de la crête de la plateforme de la verse, la cadence de stockage maximale autorisée est limitée à 2 m/an ;
- Au niveau de la zone maritime, la cadence de stockage maximale est limitée à 2 m/an ;

Nous présentons dans ce qui suit le phasage de stockage des scories pour l'année 2019.

### 3.5.1. 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 de rehausser la zone « Menaouer » avec une cadence de stockage fixée à 5 m/an.

### 3.5.2. Stockage dans la zone maritime

Actuellement, la plateforme sommitale au niveau de la zone maritime est située à des cotes variant entre +4 et + 5 NGNC. Durant l'année 2019, le stockage au niveau de cette zone se poursuivra avec une cadence de stockage de 2 m/an.

### 3.5.3. 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.

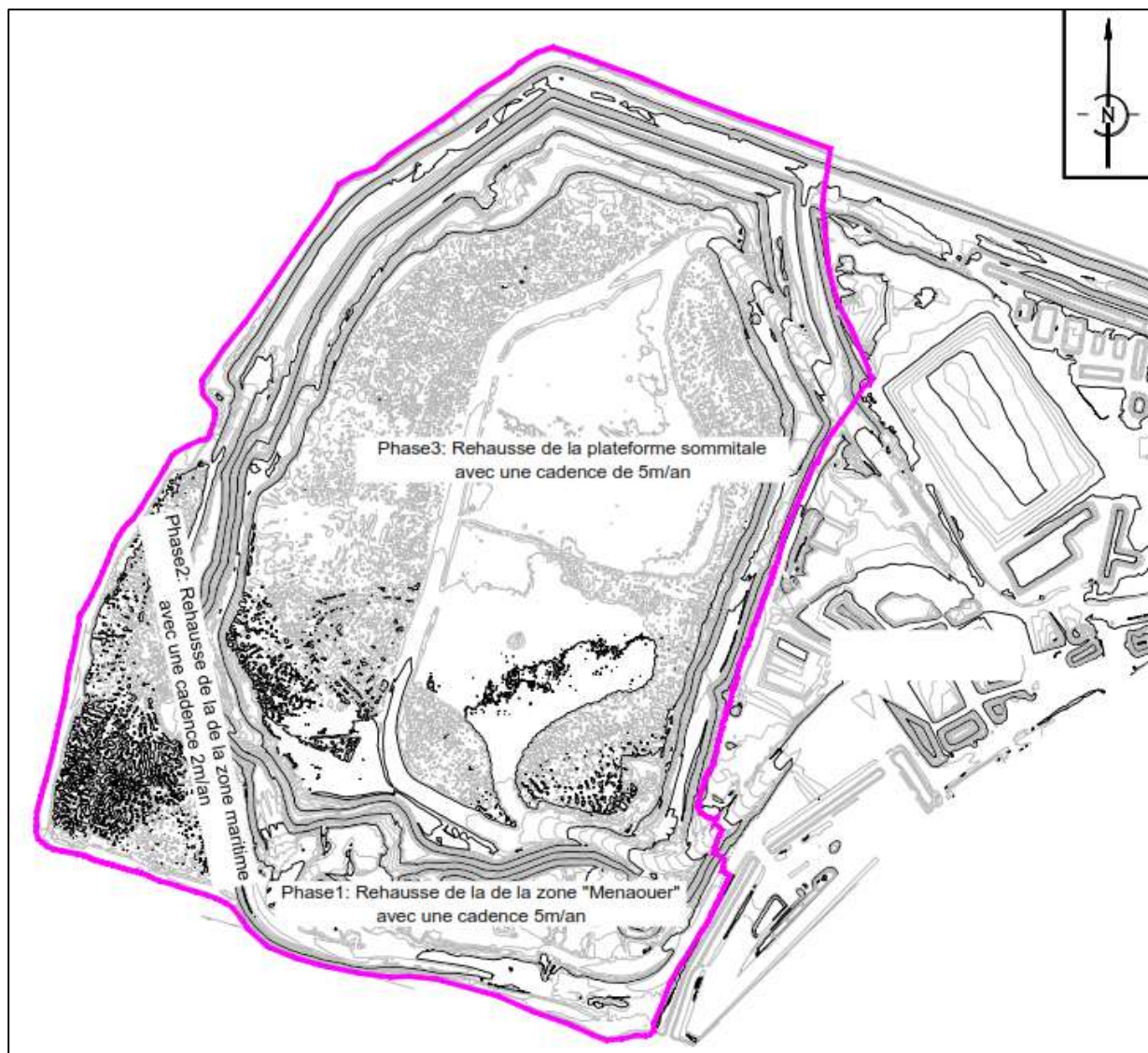


Figure N° 6 : Phasage de stockage pour l'année 2019



#### 4. ANALYSE DES RESULTATS D'INSTRUMENTATION GEOTECHNIQUE

Le dispositif d'instrumentation installé au niveau de la verse à scorie comporte actuellement 4 inclinomètres, 4 cellules de mesure de pression interstitielle et 5 piézomètres à tube ouvert (Cf. Figure N°7).

Nous tenons à préciser que :

- Le tube inclinométrique INC21 endommagé a été remplacé en mars 2018 par INC21B ;
- La CPI1 est définitivement hors service. Elle a été remplacé par la CPI1 bis en novembre 2018.

**Tableau N° 1 : Etat du réseau d'instrumentation de la VAS en décembre 2018**

Instrument	X (m)	Y (m)	Profondeur (m)	Commentaires
<b>INC11B</b>	444 673.81	216 562.52	36.00	En fonctionnement/ Mesures trimestrielles
<b>INC21B</b>	444 485.1	216 458.2	36.00	En fonctionnement/ Mesures trimestrielles
<b>INC41</b>	444 332.94	217 355.11	30.00	En fonctionnement/ Mesures trimestrielles
<b>INC51</b>	444 819.08	217 343.64	27.50	En fonctionnement/ Mesures trimestrielles
<b>CPI1 bis</b>	444 450.14	216 802.57	19	En fonctionnement
<b>CPI2</b>	444 124.11	216 748.77	34.5	En fonctionnement
<b>CPI3</b>	444 524.09	217 310.68	35	En fonctionnement
<b>CPI4</b>	444 866.02	217 052.64	22	En fonctionnement
<b>PZ11</b>	444 685.38	216 579.62	10.20	En fonctionnement
<b>PZ21</b>	444 249.65	216 503.44	15.00	En fonctionnement
<b>PZ41</b>	444 333.10	217 355.27	19.00	En fonctionnement
<b>PZ51</b>	444 829.92	217 339.45	17.50	En fonctionnement
<b>PZ61</b>	444 997.55	217 275.54	18.30	En fonctionnement

Afin de compléter le réseau d'auscultation, nous recommandons d'installer un piézomètre et un inclinomètre niveau de la zone maritime. L'implantation de ces instruments se présente comme suit :

**Tableau N° 2 : Implantation des instruments projetés au niveau de la zone maritime**

Instrument	X (m)	Y (m)	Profondeur (m)
<b>INC 31</b>	443983	216852	10 m dans le substratum rocheux
<b>PZ 31</b>	443980	216840	2 m sous le toit des argiles vaseuses



Figure N° 7 : Implantation du dispositif d'instrumentation de la verse à scories

#### **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 +0,6 NGNC et 1,1 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 2** est installée à la cote -16.60 NGNC. Le niveau d'eau mesuré dans la CPI 2 fluctue de -0,2 NGNC à 0,1 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 +0.2 et +0.35 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 -0.8 à -0.6 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 surpressions liées au chargement de l'assise vaseuse restent très faibles. 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 quasiment constant et se situe à une cote moyenne de :

- PZ11 : Le niveau piézométrique mesuré manuellement au niveau du piézomètre PZ11 au cours de l'année 2018 se situe à des cotes variant de +0,25 et +0,5 NGNC, soit une profondeur de l'ordre de 3,5 m/TN ;
- PZ21 : Le niveau piézométrique mesuré manuellement au niveau du piézomètre PZ21 au cours de l'année 2018 se situe à des cotes variant de +0,37 et +0,92 NGNC, soit une profondeur de l'ordre de 5,5 m/TN ;
- PZ41 : Le niveau piézométrique mesuré manuellement au niveau du piézomètre PZ41 au cours de l'année 2018 se situe à des cotes variant de +0,06 et +0,43 NGNC, soit une profondeur de l'ordre de 7,8 m/TN ;
- PZ51 : Le niveau piézométrique mesuré manuellement au niveau du piézomètre PZ51 au cours de l'année 2018 se situe à des cotes variant de +0,25 et +0,58 NGNC, soit une profondeur de l'ordre de 9 m/TN ;
- PZ61 : Le niveau piézométrique mesuré manuellement au niveau du piézomètre PZ61 au cours de l'année 2018 se situe à des cotes variant de +0,11 et +0,41 NGNC, soit une profondeur de l'ordre de 6,6 m/TN.

En conclusion, les fluctuations du niveau piézométrique par rapport au niveau moyen ne dépassent pas les 50 cm.

## 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 :

- 1,5 cm au niveau de l'INC11B, avec une vitesse de déplacement au cours de l'année 2018 négligeable ;
- Pas de déplacements au niveau de l'INC2B ;
- 2 cm au niveau de l'INC41, avec une vitesse de déplacement au cours de l'année 2018 négligeable ;
- 3 cm pour l'INC51, avec une vitesse de déplacement au cours de l'année 2018 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**

Suite aux visites de suivi qui ont eu lieu durant l'année 2018, nous estimons que les travaux de construction de la verse à scories sont conformes au projet.

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.

Suite à cette synthèse, nous rappelons dans ce qui suit les recommandations générales :

- R1** : Construction des descentes d'eau ;
- R2** : Réaliser les drains au niveau de la zone maritime ;
- R3** : Protection des talus Ouest et Sud contre l'effet de la houle par une carapace en scorie Bessemer ;
- R4** : Reprofilage du talus Est de la verse conformément au profil type ultime ;
- R5** : Poursuivre les efforts en matière de végétalisation des talus de la verse ;
- R6** : Rehausser la zone « Menaouer » avec une cadence de stockage de 5 m/an.
- R7** : Rehausser la zone maritime avec une cadence de stockage de 2m/an ;
- R8** : Rehausser la plateforme sommitale avec une cadence de stockage de 5 m/an.
- R9** : Implantation d'un piézomètre et d'un inclinomètre au niveau de la zone maritime.

## ANNEXE



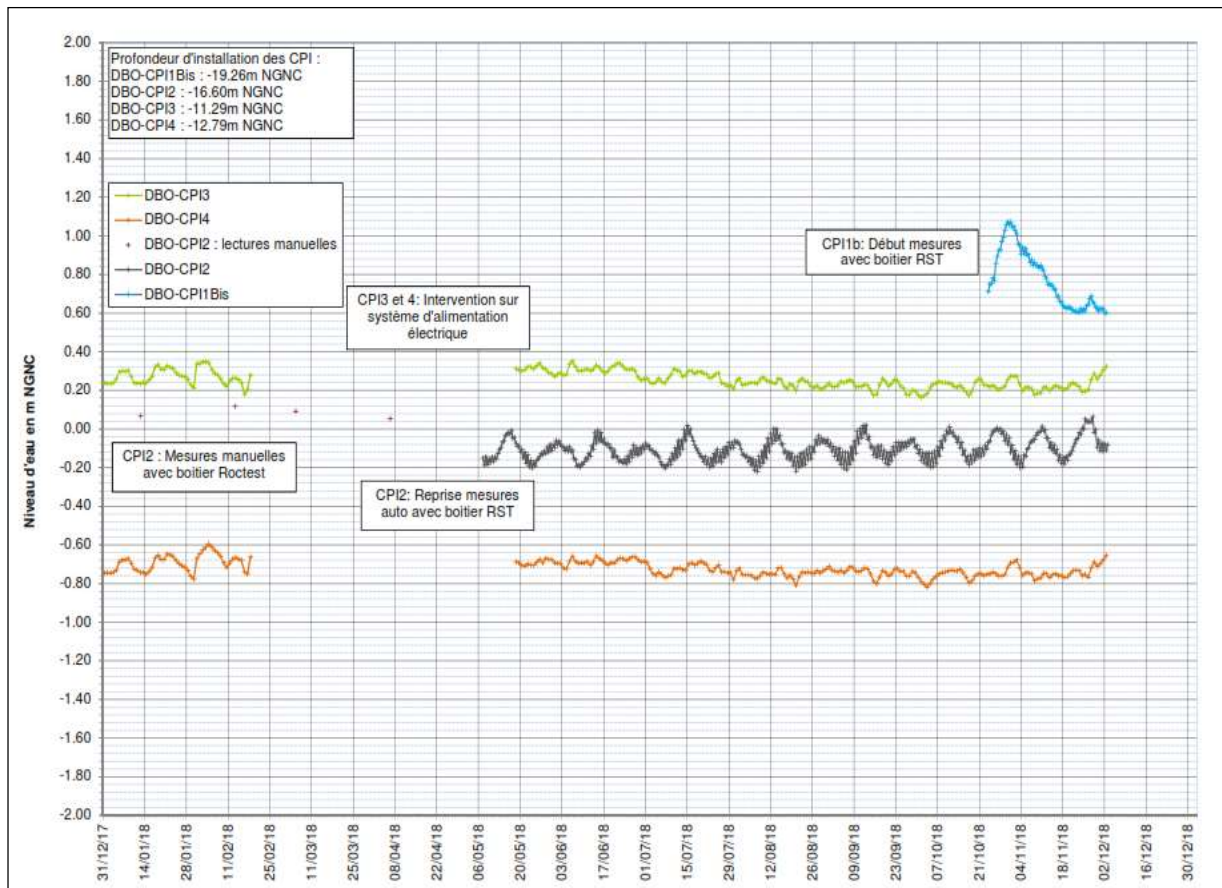


Figure 1 : Evolution du niveau d'eau dans les CPI de la VAS entre décembre 2017 et décembre 2018

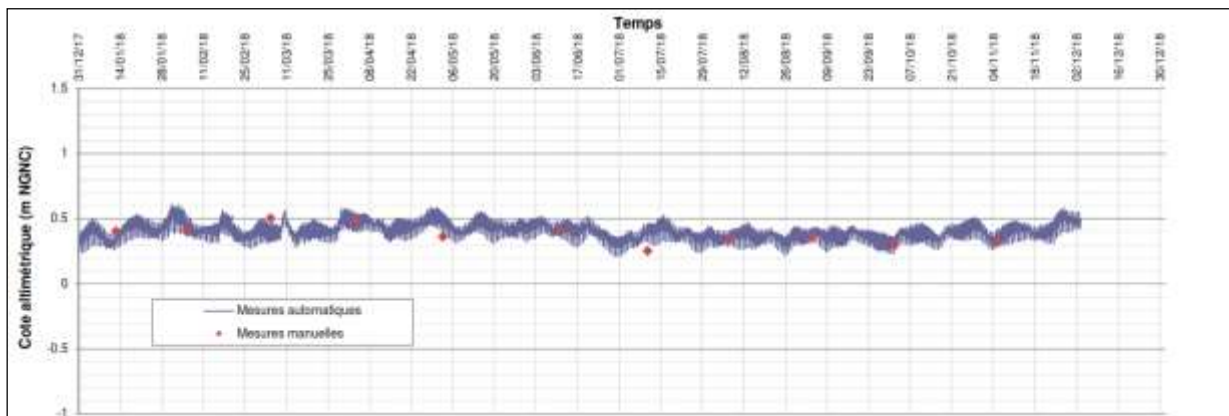


Figure 2 : Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 11

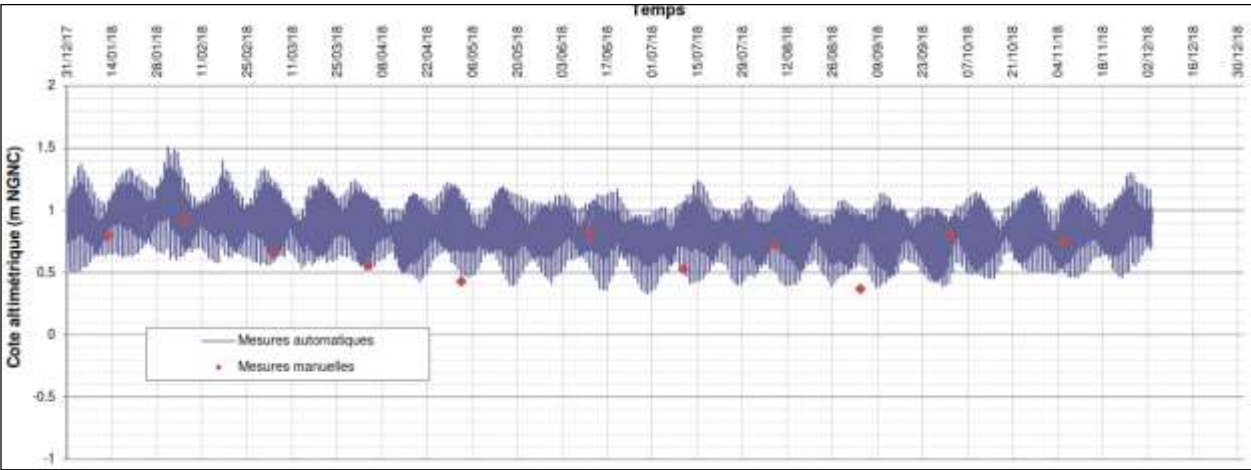


Figure 3 : Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 21

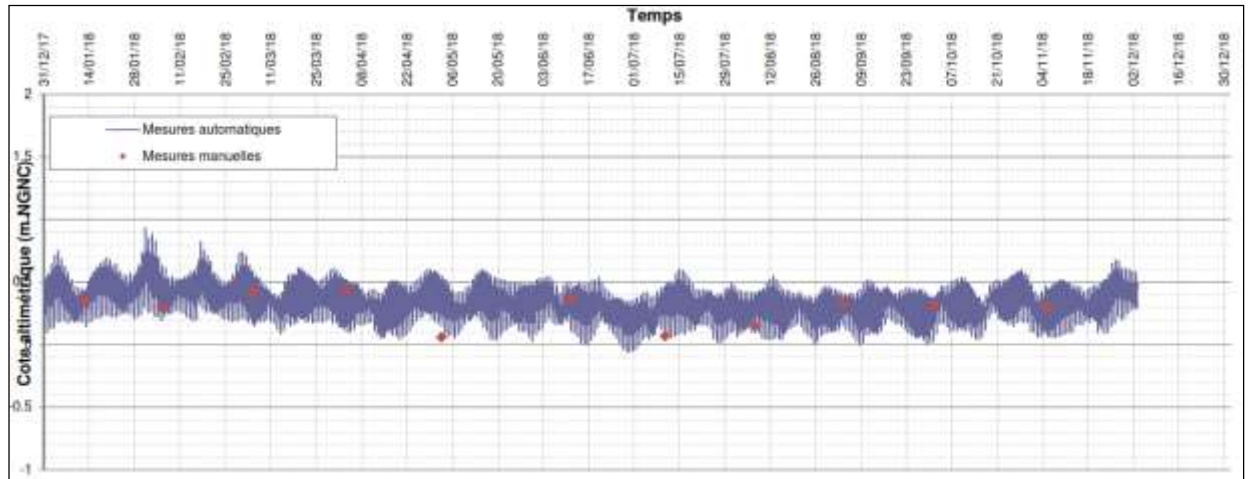


Figure 4 : Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 41

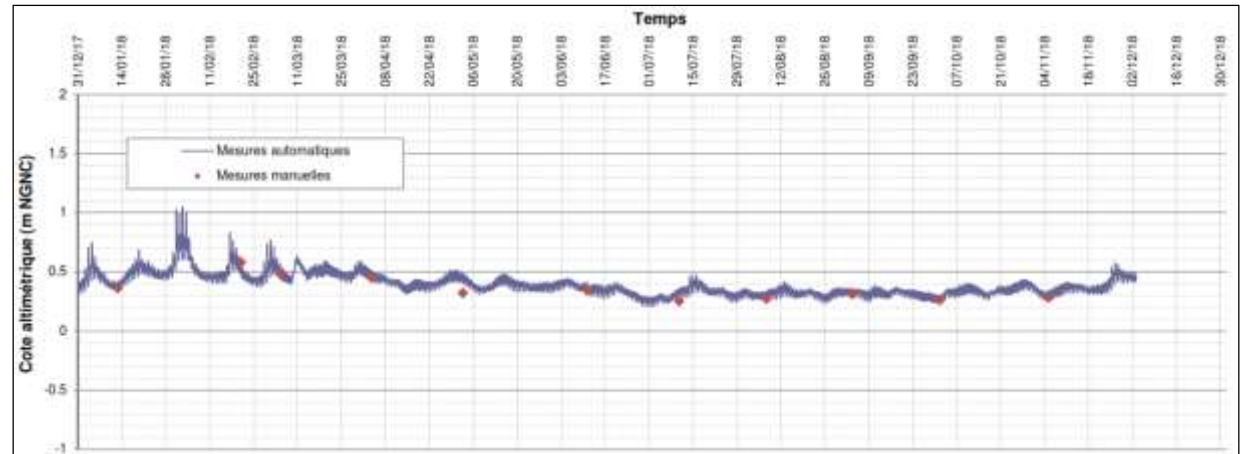


Figure 5 : Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 51

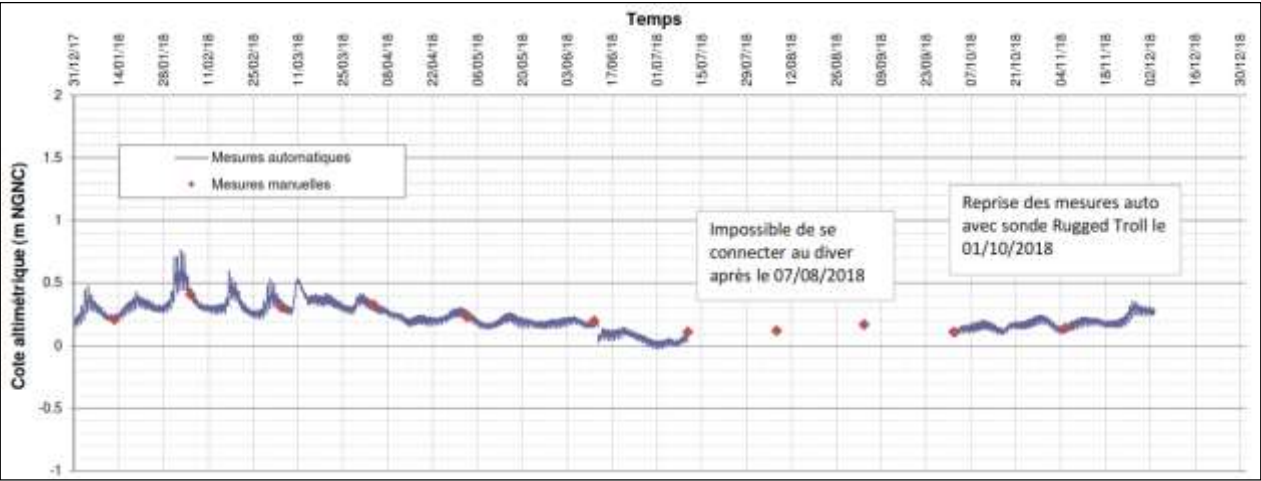


Figure 6 : Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 61

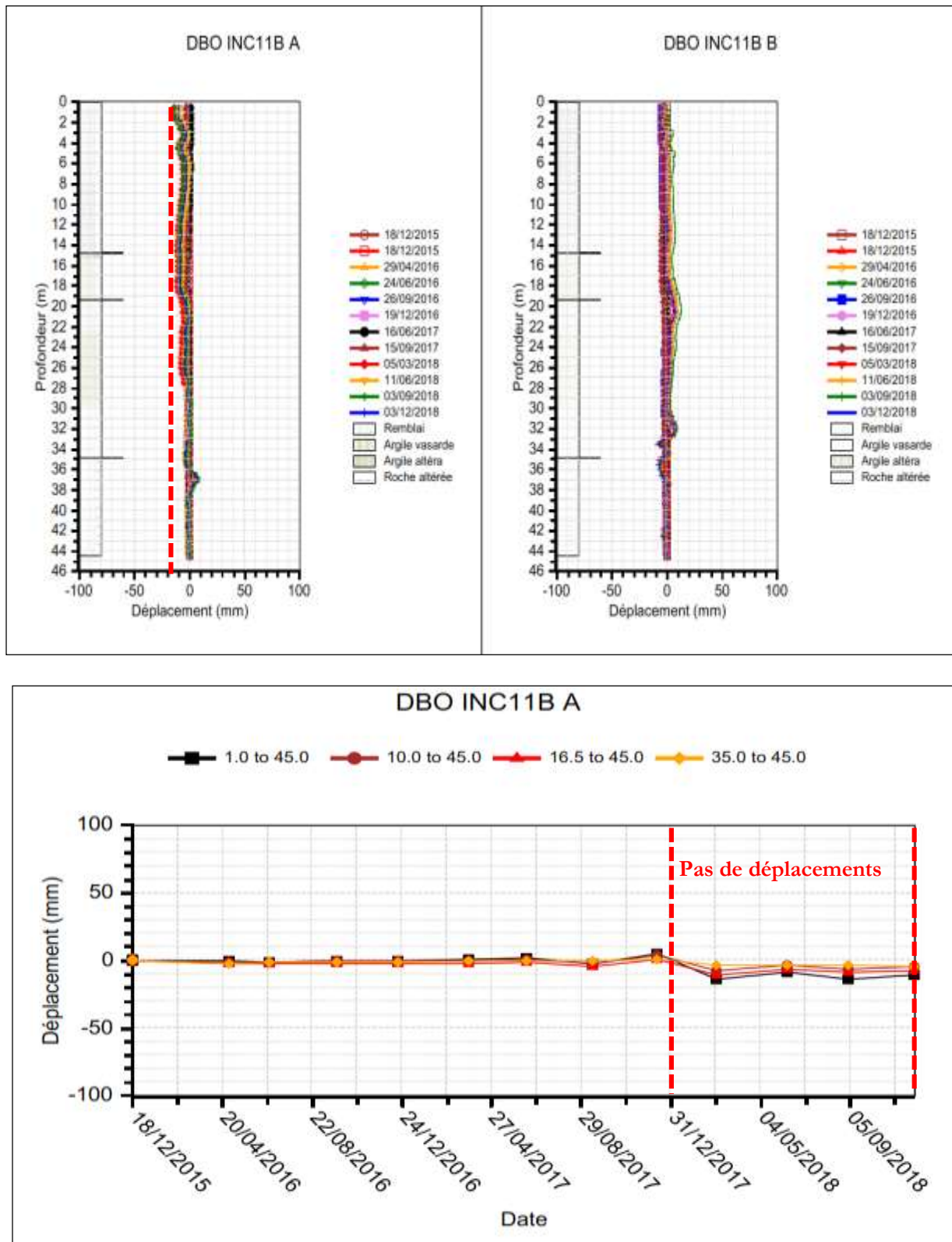


Figure 7 : Profil inclinométrique INC11B



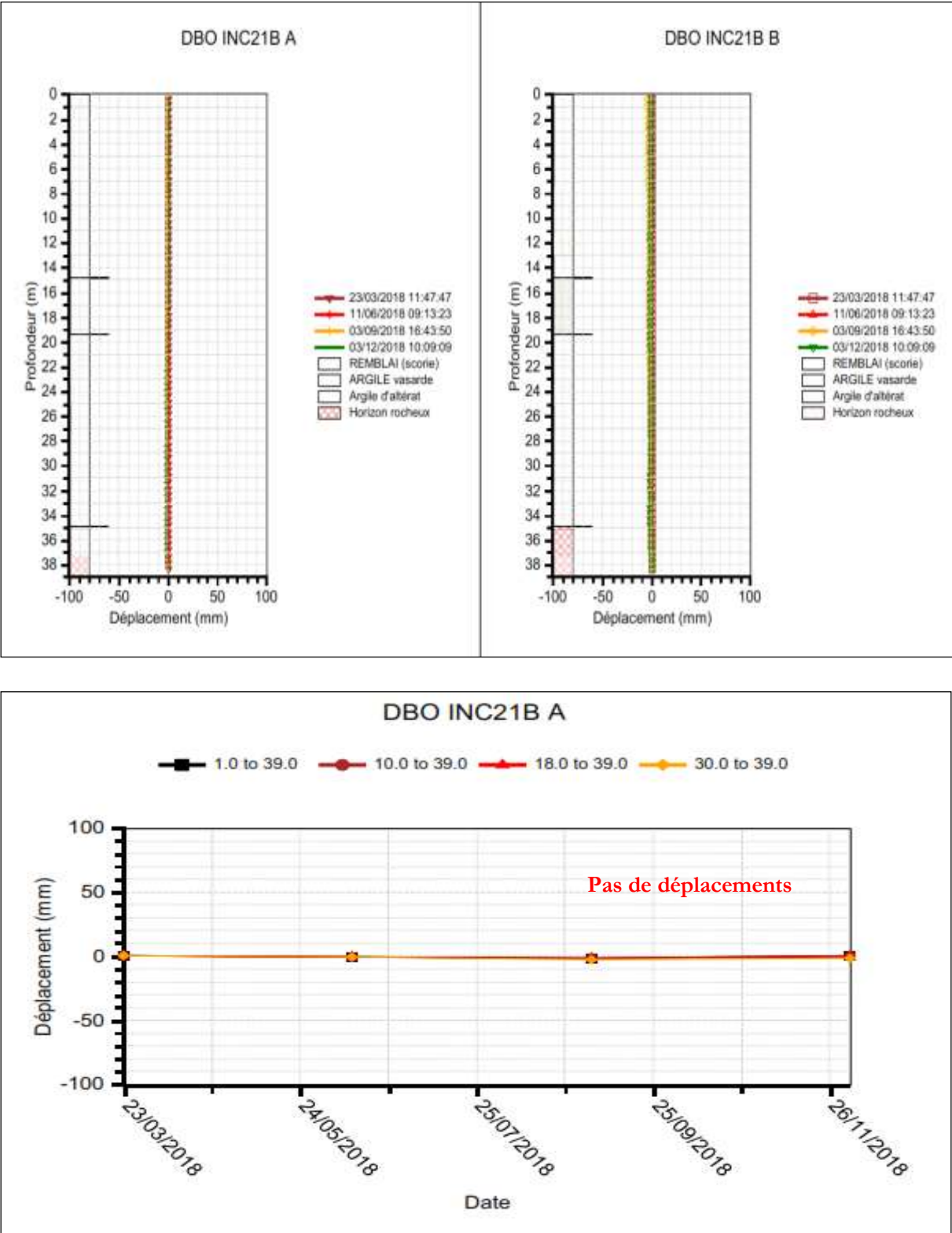


Figure 8 : Profil inclinométrique INC21B

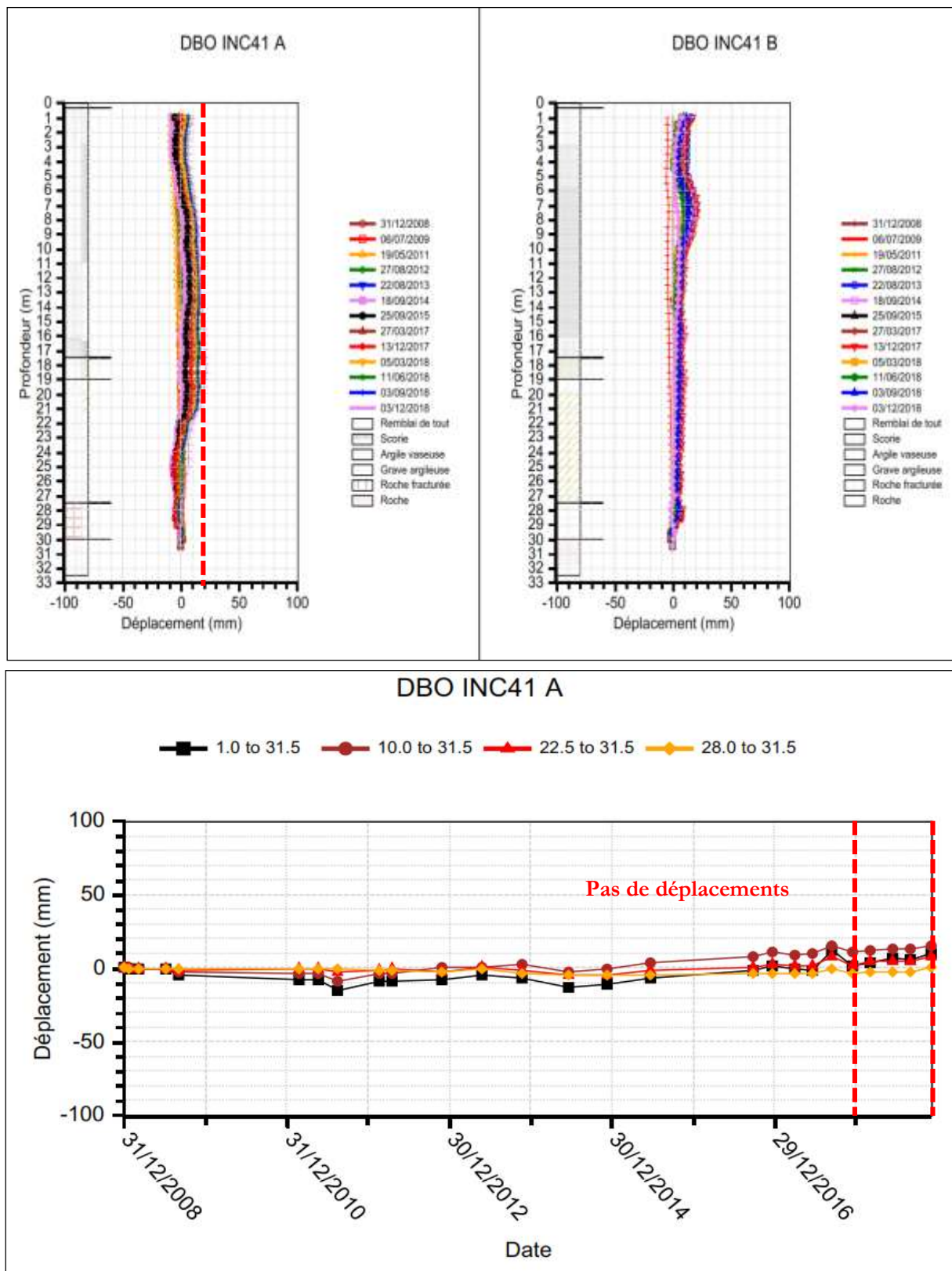


Figure 9 : Profil inclinométrique INC41

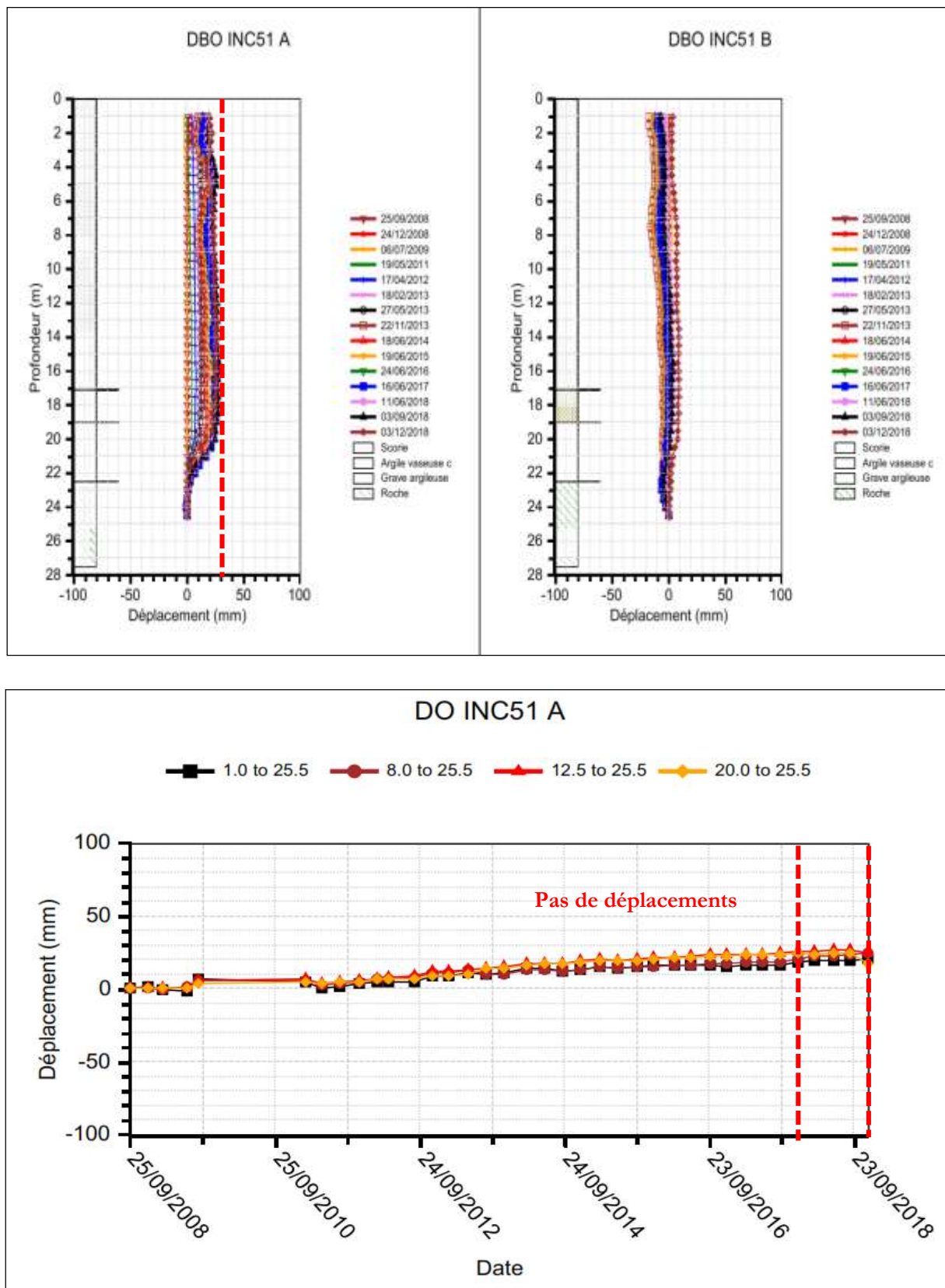


Figure 10 : Profil inclinométrique INC51