



**USINE DE DONIAMBO - NOUMEA  
VERSE A SCORIES**



Ref : Mecater/SLN/28/GJ/A/2012



**SYNTHESE ANNUELLE DES MISSIONS D'AUDIT 2011**

Indice	Date	Rédigé par	Vérifié par	Approuvé par
A	29/05/2012	Ghassen JAMELLEDDINE Khoubeib GHARBI	Samir ENNOUR	Samir ENNOUR

**MECATER Ingénierie SARL CA / 75 000 DT MF 101 5913 V/A/M/000 ;  
Sise Rue Dag Hammerjold 8050 Hammamet TUNISIE  
Tel : 00 216 72 265 655 Fax : 00 216 72 283 279  
Web : [www.mecater.com](http://www.mecater.com)**

## SOMMAIRE

---

1.	CONTEXTE ET OBJET	1
2.	ETAT ACTUEL DE LA VERSE ET TRAVAUX REALISES EN 2011	1
3.	TRAVAUX PROGRAMMES POUR L'ANNEE 2012	6
3.1.	Construction du réseau de drainage enterré dans la partie Sud de la verse	6
3.2.	Construction des descentes d'eau	8
4.	PHASAGE DU STOCKAGE POUR L'ANNEE 2012	9
5.	ANALYSE DES RESULTATS D'AUSCULTATION GEOTECHNIQUE	12
5.1.	Capteurs de pressions interstitielles enterrés « CPI »	12
5.2.	Les piézomètres	13
5.3.	Les inclinomètres	14
6.	Analyse des Mesures de la qualité de l'eau	14
6.1.	Analyse de la qualité des eaux du piézomètre situé à proximité de l'ancienne décharge	14
6.2.	Analyse de la qualité des eaux des piézomètres situés aux alentours du tas historique	15
7.	CONCLUSION ET PRINCIPALES RECOMMANDATIONS	29

## LISTE DES FIGURES

---

Figure 1 :	Vue 3D de la digue de préchargement	2
Figure 2 :	Zone de stockage de scories de fusion durant l'année 2011	4
Figure 3 :	Vue 3D de l'état actuel de la verse à scories	5
Figure 4 :	Coupe type du drain	6
Figure 5 :	Profil en long du drain débouchant sur le talus aval de la piste périphérique	7
Figure 6 :	Profil en long du drain débouchant dans le caniveau aménagé le long de la piste périphérique	7
Figure 7 :	Coupe type de la descente d'eau principale	8
Figure 8 :	Délimitation de la nouvelle aire de stockage des produits de dragage	10
Figure 9 :	Planning prévisionnel relatif à l'exploitation de la verse à scorie	11
Figure 10 :	Implantation du dispositif d'auscultation au niveau de la verse à scorie	18
Figure 11 :	Evolution du niveau d'eau des CPI n°1, 2, 3 et 4 « Année 2011 »	19
Figure 12 :	Profils des inclinomètres DBO INC21, A-Axis et DBO INC21, B-Axis	20
Figure 13 :	Profils des inclinomètres DO INC41, A-Axis et DO INC41, B-Axis	21
Figure 14 :	Profils des inclinomètres DO INC51, A-Axis et DO INC51, B-Axis	22
Figure 15 :	Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 21	23
Figure 16 :	Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 41	23
Figure 17 :	Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 51	24
Figure 18 :	Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 61	24

## LISTE DES TABLEAUX

---

Tableau 1 : Etat du réseau d'auscultation de la VAS au 24 février 2012 .....	12
Tableau 2 : Résultats d'analyses d'eau dans le piézomètre PZ 21 .....	15
Tableau 3 : Résultats d'analyses d'eau dans le piézomètre PZ 61 .....	15
Tableau 4 : Résultats d'analyses d'eau dans le piézomètre P1 .....	16
Tableau 5 : Résultats d'analyses d'eau dans le piézomètre P2 .....	16
Tableau 6 : Résultats d'analyses d'eau dans le piézomètre P3 .....	16
Tableau 7 : Résultats d'analyses d'eau dans le piézomètre P4 .....	17

## **1. CONTEXTE ET OBJET**

Dans le cadre du suivi de la construction de la verse à scorie, MECATER a assuré durant l'année 2011 des missions mensuelles d'audit. Chaque mission a été conclue par un compte rendu.

Au cours de l'année 2011, GOLDER NC a assuré les relevés et les mesures du réseau de surveillance géotechnique composé d'inclinomètres, piézomètres et de cellules de pression interstitielle.

Nous présentons dans ce qui suit la synthèse annuelle des missions d'audit avec une analyse des résultats d'auscultation géotechnique ainsi que des recommandations pour l'amélioration de la qualité d'exécution de travaux de construction de la verse.

## **2. ETAT ACTUEL DE LA VERSE ET TRAVAUX REALISES EN 2011**

Actuellement, l'emprise de la verse à scorie s'étend sur une surface de l'ordre de 67 ha. Suite aux travaux d'endiguage qui sont programmés en 2012, l'emprise sera de l'ordre de 80 ha.

Les travaux de stockage de scorie réalisés durant l'année 2011 se sont concentrés principalement au niveau de (CF figure N°1) :

- La plateforme centrale de la zone Nord
- Drain central
- Zone Nord
- Zone Ouest (en continuité avec le drain central)

Le comblement se poursuit selon la procédure définie par MECATER. Aucune anomalie significative n'a été constatée au cours de ces travaux, les quelques loupés dans la séquence de comblement ont été rapidement corrigés ( finition de la partie Ouest du talus Nord et le rattrapage des niveaux bas de la route périphérique Nord).

Des corrections de la pente du talus Nord de la verse ont été réalisées de façon à se mettre en conformité avec le projet ultime de la verse (talus +10/+15 et +15/+20 NGNC et création des banquettes +15 et +20 NGNC, entre les drains 107 et 110).

Actuellement, la mise en verse se poursuit au Nord de la verse, au droit de la plateforme centrale, mais aussi au niveau de l'ancien canal Nord (drain central de la verse).



Vers fin 2011, les travaux de végétalisation des talus de la verse ont repris après avoir été en stand-by. La terre végétale a été répandue sur les talus de la zone Nord, entre les drains 108 et 111, jusqu'au talus +10/+15 NGNC ainsi que sur la banquette +15 NGNC.

Conformément aux recommandations MECATER, la zone couvrant l'emprise de la future descente d'eau projetée (D1) n'a pas été concernée par les travaux d'épandage de la terre végétale.

Dans le but de contrôler le fluage de l'assise composée de vase molle, il a été recommandé de démarrer l'endigage par un préchargement de la zone d'ancrage du futur talus de la verse.

Ce préchargement concernant une bande faisant 300 m de longueur sur 35 m de largeur a été réalisé en début de l'année 2011.

Un levé bathymétrique de la zone a été réalisé en fin de chantier et a permis de démontrer :

- L'absence de poinçonnement de la scorie dans la vase
- Le merlon construit est stable
- L'absence de dispersion de la scorie
- Le volume déplacé à terre correspond au volume de scorie mesuré dans l'eau avec un coefficient de foisonnement de 1,1.

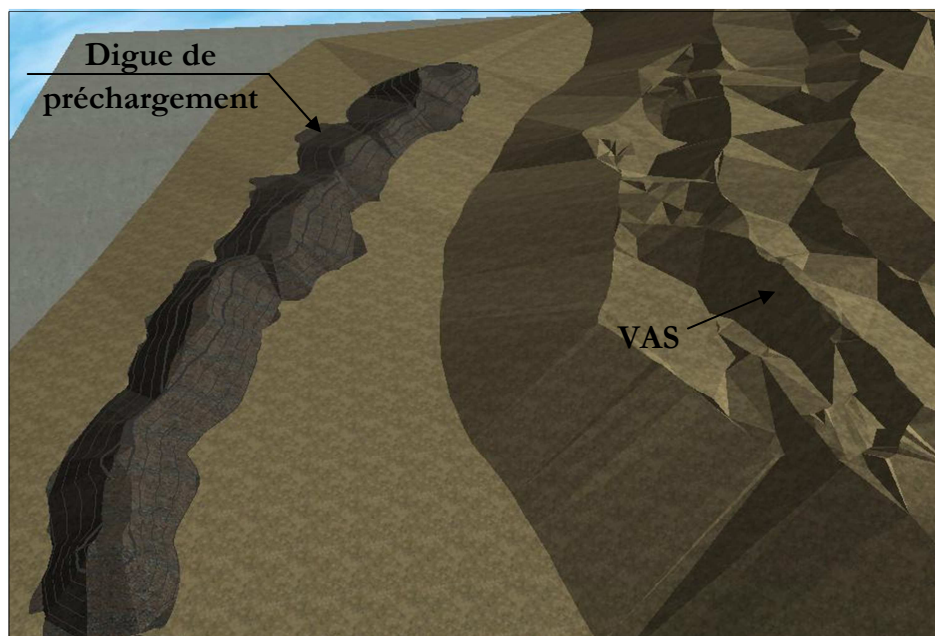


Figure 1 : Vue 3D de la digue de préchargement

Afin d'étaler au plus vite l'emprise actuelle de stockage, nous recommandons de démarrer le stockage des scories de fusion dans la zone maritime après la finalisation de la plateforme de stockage des produits de dragage soit vers mi 2013.

Cette disposition permet à la fois d'améliorer les conditions de consolidation de l'assise et de mettre en place les équipements de surveillance géotechnique.

A l'état actuel, la plateforme sommitale de la verse n'est pas régulière et se trouve à des altitudes variables (CF figure N°2) :

- Dans la partie Sud-Ouest, la plateforme sommitale se situe à la cote + 22 NGNC.
- Dans la partie Nord-Ouest, la plateforme sommitale se situe à une cote moyenne + 20 NGNC.
- Dans la partie Nord-Est, la plateforme sommitale se situe à la cote + 4 NGNC.
- Dans la partie Sud-Est, la plateforme sommitale présente des élévations variables, allant de la cote + 5 jusqu'à + 20 NGNC.
- Le canal Nord se situe à la cote +19 NGNC.

A la demande de SLN, MECATER est en train de réaliser la mise à jour du projet ultime de la verse en prenant en compte les contraintes d'exploitation et l'état actuel de la verse.

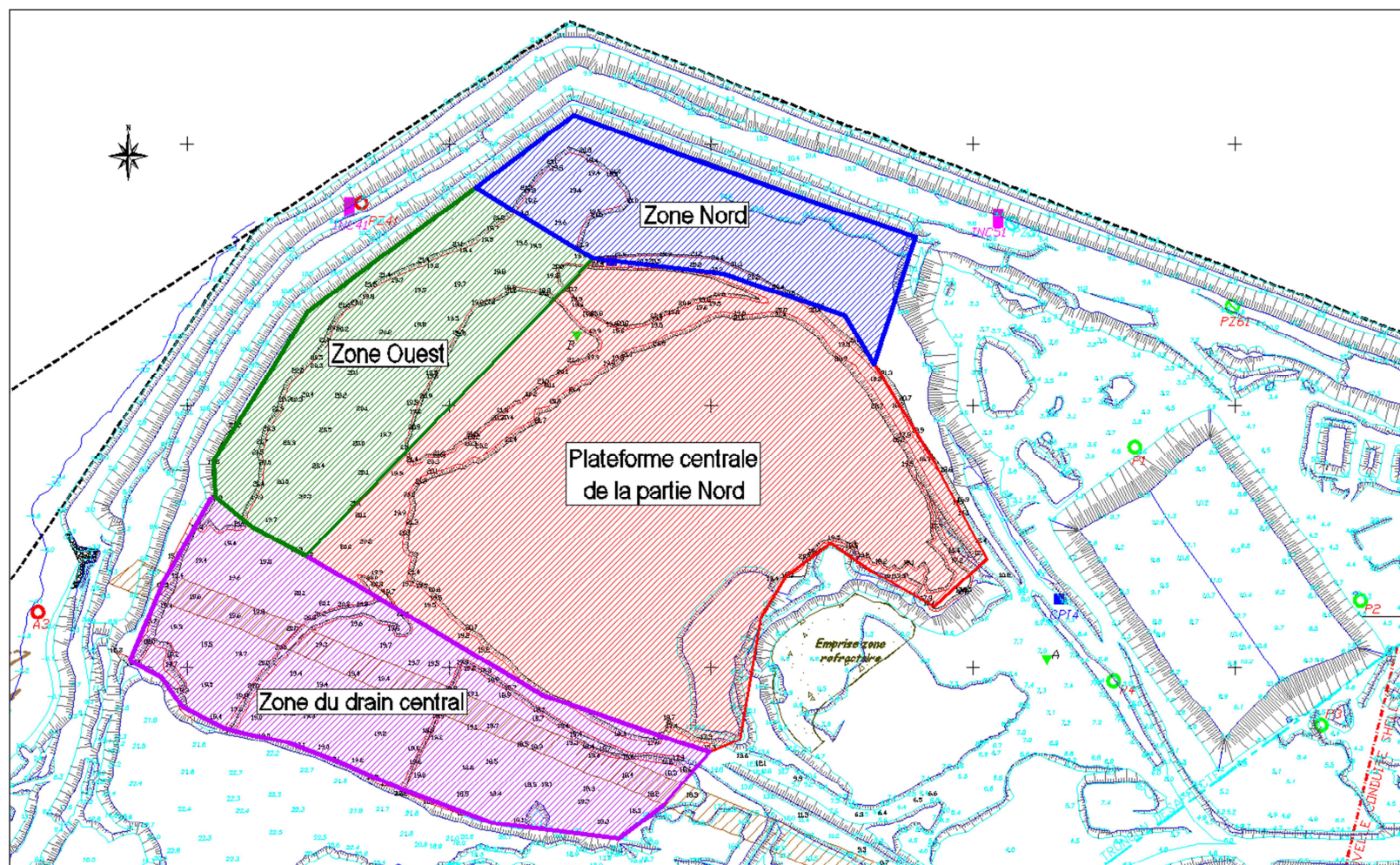


Figure 2 : Zone de stockage de scories de fusion durant l'année 2011



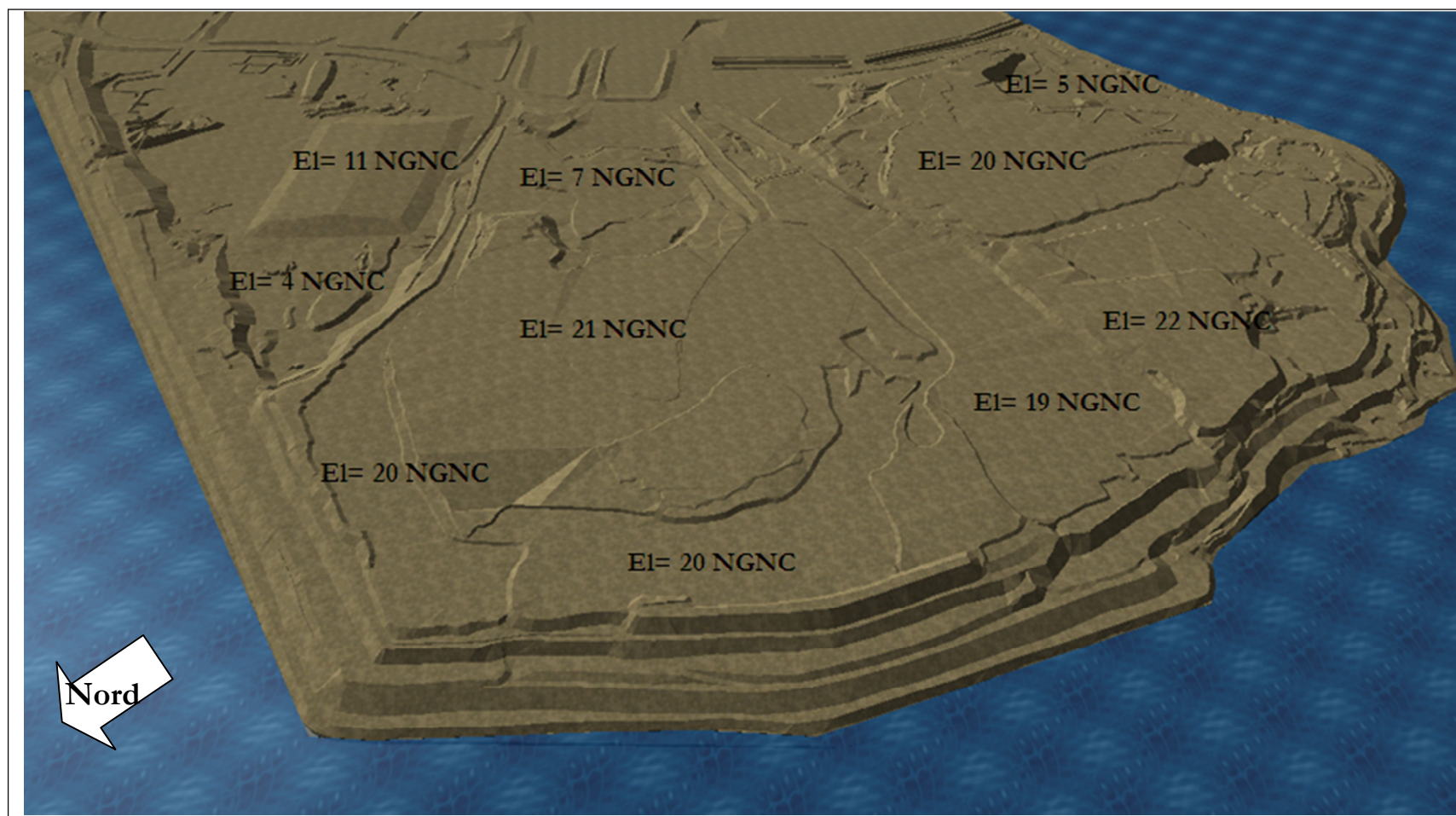


Figure 3 : Vue 3D de l'état actuel de la verse à scories

### 3. TRAVAUX PROGRAMMES POUR L'ANNEE 2012

Les travaux programmés pour l'année 2012 sont les suivants :

#### 3.1. Construction du réseau de drainage enterré dans la partie Sud de la verse

Selon les règles de l'art, la longueur minimale du drain doit être égale à  $\frac{2}{3}$  de la largeur à la base du talus ultime de la VAS.

En admettant, une hauteur ultime de 60 m et une pente intégratrice de  $22^\circ$ , la longueur minimale des drains sera égale à 100 m. Afin de respecter l'aspect sécuritaire, nous avons majoré cette longueur de 20%, ainsi la nouvelle longueur du drain sera fixée à 120 m.

Vu l'existence des falaises dans l'emprise des futurs drains et dans le but d'optimiser les travaux de terrassement, nous tolérons la construction des drains en escalier. L'exploitant doit respecter les deux contraintes suivantes :

- La cote maximale pour la pose des drains est fixée à +15 NGNC.
- Les drains doivent déboucher soit dans le caniveau aménagé le long de la piste périphérique soit sur le talus aval de la piste périphérique

Dans le projet initial, les drains étaient composés par du galet de rivière et présentaient une section de  $1 \text{ m}^2$ .

Suite à la demande de la SLN, nous avons substitué les galets de rivière par de la scorie bessemer. Afin d'assurer la même débitance, nous avons doublé les sections des drains. Ainsi, les drains feront  $2 \text{ m}^2$  de section et seront entourés par du géotextile.

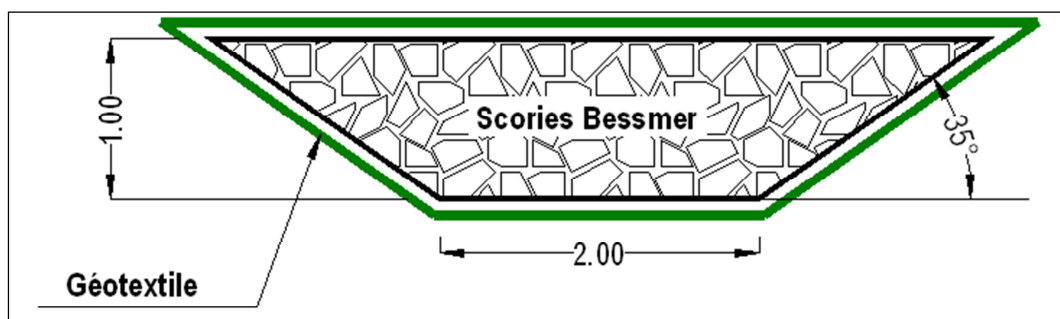


Figure 4 : Coupe type du drain

Pour l'année 2012, nous recommandons de construire les drains 100, 101, 114, 115 et 116.

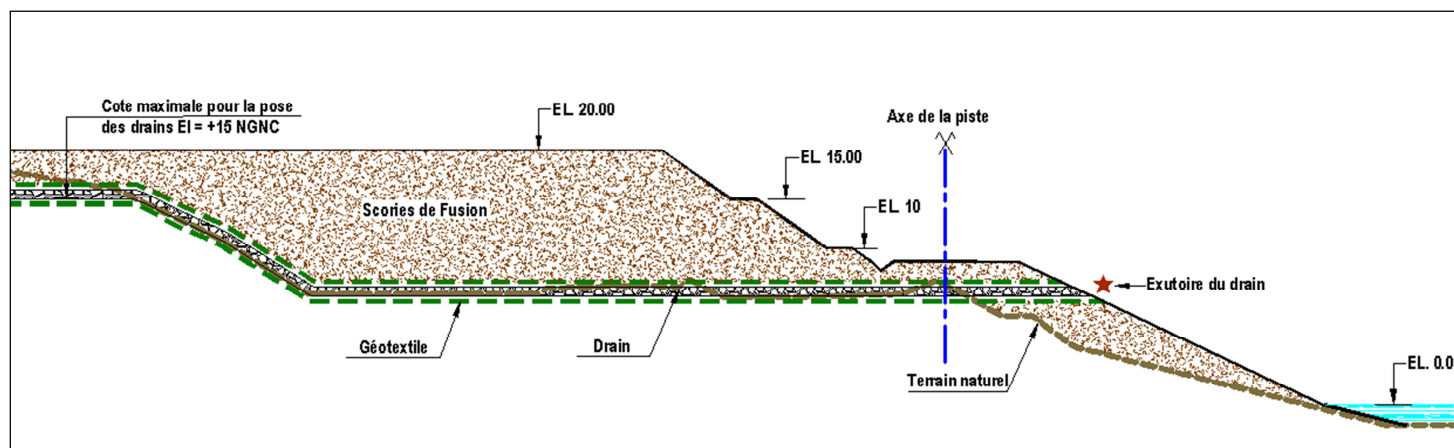


Figure 5 : Profil en long du drain débouchant sur le talus aval de la piste périphérique

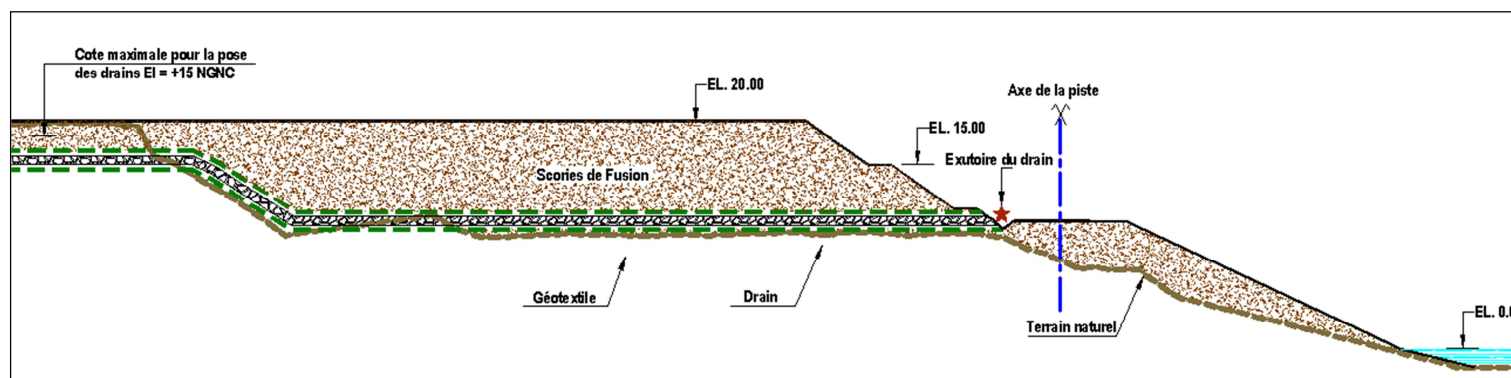


Figure 6 : Profil en long du drain débouchant dans le caniveau aménagé le long de la piste périphérique

### 3.2. Construction des descentes d'eau

Six descentes d'eau principales seront aménagées sur les talus libres de la verse. Ces descentes d'eau devront permettre de drainer la plateforme sommitale ultime et les banquettes drainantes.

Les descentes d'eau seront aménagées en escaliers avec des replats au niveau des banquettes drainantes.

La construction des descentes d'eau se fera par tronçons de dix mètres de hauteur. Ainsi, nous recommandons de construire la partie située entre la piste périphérique et la cote +20 NGNC des descentes d'eau N°1 et 2.

Les travaux de construction consistent en :

- Réalisation de l'entaille dans laquelle sera logée la descente en enrochements.
- Mise en place du géotextile de séparation à la base de l'entaille.
- Pose des blocs sur le géotextile, de préférence par pelle.
- Mise en place de blocs métriques à la base de la descente d'eau et ce en vue de créer un ancrage et de permettre la dissipation de l'énergie des écoulements.

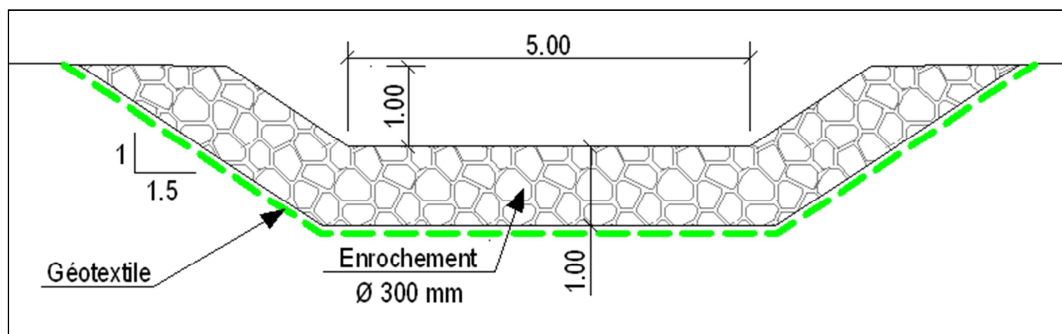


Figure 7 : Coupe type de la descente d'eau principale

#### 4. PHASAGE DU STOCKAGE POUR L'ANNEE 2012

Dans le cadre du développement du port de Nouméa, le PANC envisage le dragage des fonds marins, générant près de 1 millions de m<sup>3</sup> de rejet boueux et de stocker ces rejets dans la VAS.

Afin d'aboutir à une aire de stockage couvrant une superficie de 30 ha, tout en minimisant les travaux de mouvements de terre, nous proposons d'atteindre vers mi-2013 une plateforme calée à la cote +20.9 NGNC. La délimitation de la nouvelle aire de stockage est présentée dans la figure n°8.

Le volume total de scorie de fusion nécessaire pour aboutir à la cote +20.9 NGNC est proche de 911 000 m<sup>3</sup>.

En considérant une production mensuelle de 70 000 m<sup>3</sup> de scorie de fusion, la durée de stockage nécessaire pour aplanir la plateforme de la verse à scorie est de l'ordre de 13 mois.

La séquence de stockage des scories de fusion pour les prochains mois est la suivante :

**Phase n°1 :** Stockage des scories dans la zone Est située actuellement à la cote moyenne 7 NGNC jusqu'à atteindre la cote 10 NGNC. Le volume total de scorie à mettre en place pendant cette phase est égale à 85 700 m<sup>3</sup>. La durée de réalisation de cette phase est égale à 1,2 mois.

**Phase n°2 :** Stockage des scories au niveau de la zone Sud de la verse jusqu'à atteindre la cote 20.9 NGNC. La quantité de matériaux à mettre en place est égale à 120 000 m<sup>3</sup> soit une durée de 1,7 mois.

**Phase n°3 :** Stockage des scories au niveau du drain central jusqu'à atteindre la cote 20.9 NGNC. La quantité de matériaux à mettre en place est égale à 118 000 m<sup>3</sup> soit une durée de 1,7 mois.

**Phase n°4 :** Stockage des scories dans la zone Est de la cote +10 à la cote +15 NGNC. La quantité de matériaux à mettre en place est égale à 206 500 m<sup>3</sup> soit une durée proche de 3 mois.



**Phase n°5 :** Stockage des scories dans la zone Nord jusqu'à atteindre la cote 20.9 NGNC. Le volume total de scorie à mettre en place pendant cette phase est égale à 160 500 m<sup>3</sup>. La durée de réalisation de cette phase est égale à 2,3 mois.

**Phase n°6 :** Stockage des scories dans la zone Est de la cote +15 à la cote +20.9 NGNC. La quantité de matériaux à mettre en place est égale à 220 300 m<sup>3</sup>. La durée de réalisation de cette phase est égale à 3,2 mois.

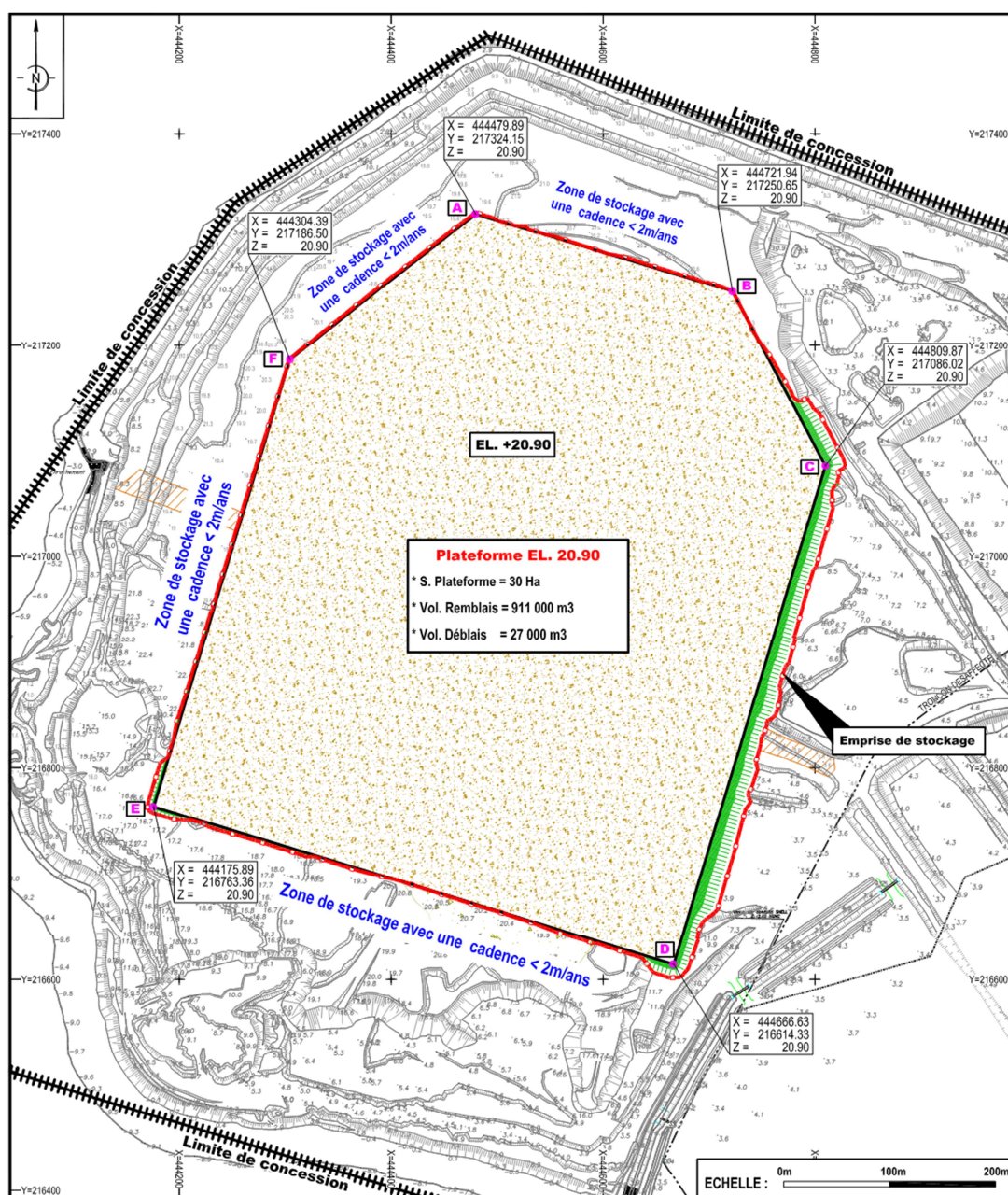


Figure 8 : Délimitation de la nouvelle aire de stockage des produits de dragage

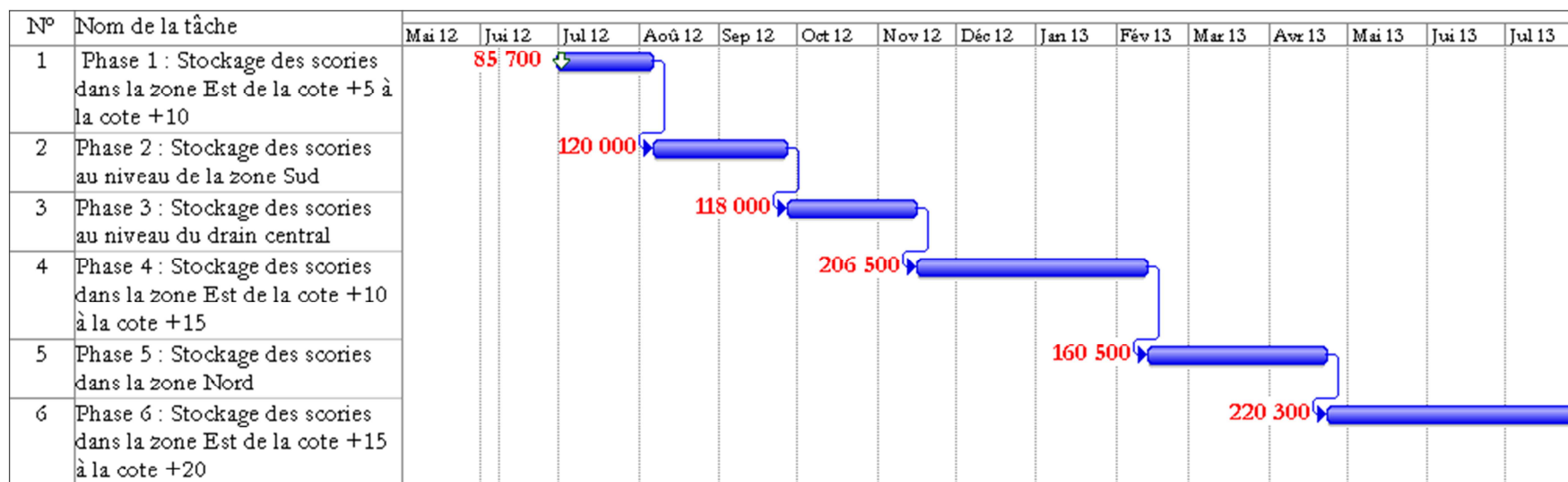


Figure 9 : Planning prévisionnel relatif à l'exploitation de la verse à scorie

## 5. ANALYSE DES RESULTATS D'AUSCULTATION GEOTECHNIQUE

Le dispositif d'auscultation installé au niveau de la verse à scorie comporte actuellement : 4 inclinomètres, 4 cellules de mesure des pressions interstitielles et 5 piézomètres à tube ouvert.

Nous tenons à préciser que :

- La tête du tube inclinométrique INC11 a été endommagée par un engin ayant déplacé le pneu de protection (tube PVC complètement plié et rainures abimées).
- Le sommet du tube piézométrique PZ11 a été recouvert d'un volume de terre.

Ainsi, nous recommandons de remplacer l'inclinomètre INC11 et de réparer le piézomètre PZ11.

**Tableau 1 : Etat du réseau d'auscultation de la VAS au 24 février 2012**

Instrument	X (m)	Y (m)	Profondeur (m)	Etat au mois de février 2012
INC11	444 673.81	216 562.52	36.00	<u>Tube endommagé</u>
INC21	444 449.63	216 459.80	36.00	En fonctionnement
INC41	444 332.94	217 355.11	30.00	En fonctionnement
INC51	444 819.08	217 343.64	27.50	En fonctionnement
CPI1	444 450.14	216 802.57	35.50	En fonctionnement
CPI2	444 124.11	216 748.77	33.50	En fonctionnement
CPI3	444 524.09	217 310.68	23.00	En fonctionnement
CPI4	444 866.02	217 052.64	20.50	En fonctionnement
PZ11	444 685.38	216 579.62	10.20	<u>Accès bloqué</u>
PZ21	444 249.65	216 503.44	15.00	En fonctionnement
PZ41	444 333.10	217 355.27	19.00	En fonctionnement
PZ51	444 829.92	217 339.45	17.50	En fonctionnement
PZ61	444 997.55	217 275.54	18.30	En fonctionnement

Les résultats détaillés de l'auscultation sont présentés dans les rapports mensuels de GOLDER NC « Suivi de l'instrumentation de la Verse à Scories de Doniambo ».

### 5.1. Capteurs de pressions interstitielles enterrés « CPI »

L'analyse des résultats des mesures des pressions d'eau dans les CPI (les cellules de mesures de pressions interstitielles) enterrés dans l'assise argileuse montre que :

Le CPI 1 est enterré sous une hauteur totale de 35.50 m (scorie de fusion + scorie Bessemer + assise). Il est situé à 15.5 m en dessous du toit de la couche de vase. Le niveau d'eau mesuré dans le CPI 1 fluctue de -0.32 NGNC à +0.05 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.

Le CPI 2 est enterré sous une hauteur totale (scorie de fusion + scorie Bessemer + assise) de 33.5 m. Il est située à 16 m en dessous du toit de la couche de vase. Le CPI2 montre toujours des niveaux d'eau présentant des fluctuations anormales qui ne semblent pas avoir de lien avec les variations de la pression de consolidation.

Le CPI 3 est enterré sous une épaisseur totale de 23 m (scorie de fusion + scorie Bessemer + assise). Il est situé à 12.5 m en dessous du toit de la couche de vase. Le niveau d'eau mesuré dans la CPI 3 varie entre les cotes 0 et +0.32. 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.

Le CPI 4 est enterré sous une hauteur totale de 20.5 m (scorie + assise). Il est située à 6.5 m en dessous du toit de la couche de vase. Le niveau d'eau mesuré dans la CPI 4 fluctue de -0.56 à -0.48 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.

Ainsi, les différentes mesures réalisées dans les quatre cellules de pression interstitielle montrent 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.

## **5.2. Les piézomètres**

Les relevés piézométriques réalisés dans les piézomètres de la Verse à Scories montrent que le niveau de la nappe est quasiment constant et se situe à une cote moyenne de :

- + 0,8 NGNC pour le PZ21.
- + 0,3 NGNC pour le PZ41.
- + 0,32 NGNC pour le PZ51.
- + 0,18 NGNC pour le PZ61.

Les fluctuations du niveau piézométrique par rapport au niveau moyen varient de  $\pm 0,4$  à  $\pm 0,6$ .

Les mesures piézométriques de 2011 ne montrent pas de variations saisonnières du niveau de la nappe en relation avec la pluviométrie.

### **5.3. Les inclinomètres**

Les déplacements horizontaux cumulés en tête des inclinomètres sont de l'ordre de :

- 15 cm pour l'INC21
- 1 cm pour l'INC41
- 2 cm pour l'INC51

Nous tenons à préciser que les déplacements mesurés au niveau de l'inclinomètre INC21 nous semblent erronées. En effet, un déplacement de 7 cm au bout d'un mois au niveau d'une zone qui ne contient aucune activité de stockage est peu vraisemblable.

Par ailleurs, le profil vertical des déplacements des inclinomètres INC41 et 51 est régulier de haut en bas et ne présente pas de signes de cisaillement au niveau des interfaces.

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

Enfin, nous recommandons de remplacer l'inclinomètre INC11.

## **6. ANALYSE DES MESURES DE LA QUALITÉ DE L'EAU**

### **6.1. Analyse de la qualité des eaux du piézomètre situé à proximité de l'ancienne décharge**

Afin d'étudier l'évolution des concentrations en différents éléments, nous avons comparé les résultats des analyses effectuées en 2011 par rapport à la première année de mesure à savoir 2007 ; Cf. Tableau N° 2.

Cette comparaison montre que les éléments suivis sont en nette diminution.

Cependant, nous constatons une légère augmentation du pH dans le PZ21. Cette augmentation reste non significative.

**Tableau 2 : Résultats d'analyses d'eau dans le piézomètre PZ 21**

	2007	avr.-11	juin-11	sept.-11	déc.-11	Tendance / référence 2007
pH	7,68	8,4	8,64	8,48	8,64	↗
Chrome hexavalent (mg/l)	0,02	0,1	0,01	0,01	0,01	↘
Aluminium (mg/l)	0,12	0,05	0,05	0,05	0,05	↘
Chrome (mg/l)	0,02	0,009	0,012	0,011	0,011	↘
Fer (mg/l)	0,27	0,11	0,07	0,07	0,08	↘
Nickel (mg/l)	0,03	0,017	0,008	0,006	0,008	↘
Zinc (mg/l)	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	↘

## 6.2. Analyse de la qualité des eaux des piézomètres situés aux alentours du tas historique

Cinq piézomètres ont été installés aux alentours du tas historique de scories sodiques (P1, P2, P3, P4 et PZ61).

Afin d'étudier l'évolution des concentrations en différents éléments, nous avons comparé les résultats des analyses effectuées en 2011 par rapport à la première année de mesure à savoir 2010 ; Cf. Tableau N°3.

Cette comparaison montre:

- Une nette diminution du pH
- Une augmentation du nickel et du fer (à l'exception du piézomètre PZ61)
- Une stabilisation du zinc
- Une légère diminution du chrome hexavalent et de l'Aluminium (mg/l)

**Tableau 3 : Résultats d'analyses d'eau dans le piézomètre PZ 61**

Date de prélèvement	2007	déc-10	avr-11	juin-11	sept-11	Tendance / référence 2007
pH	12.3	10,68	10,5	10,48	10,31	↘
Chrome hexavalent (mg/l)	<0.02	< 0,01	0,016	< 0,01	< 0,01	↘
Aluminium (mg/l)	0.4	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	↘
Chrome (mg/l)	0.133	0,012	0,015	0,016	0,022	↘
Fer (mg/l)	3.49	0,08	0,09	0,14	0,17	↘
Nickel (mg/l)	0.109	0,037	0,019	0,012	0,017	↘
Zinc (mg/l)	0.28	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	=



**Tableau 4 : Résultats d'analyses d'eau dans le piézomètre P1**

Date de prélèvement	avr-10	juin-10	sept-10	déc-10	juin-11	sept-11	Tendance / référence 2010
pH	12,83	10,95	11,28	11,96	11,3	11,03	↘
Chrome (mg/l)	0,012	0,005	0,011	0,05	0,009	0,404	↘
Chrome hexavalent (mg/l)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,107	< 0,01	↘
Aluminium (mg/l)	0,17	< 0,05	0,51	0,08	< 0,05	2,74	↘
Fer (mg/l)	0,58	0,07	0,21	0,67	0,33	22,2	↗
Nickel (mg/l)	0,242	0,115	0,324	0,051	0,166	0,589	↗
Zinc (mg/l)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,1	=

**Tableau 5 : Résultats d'analyses d'eau dans le piézomètre P2**

Date de prélèvement	avr-10	juin-10	sept-10	déc-10	avr-11	juin-11	sept-11	Tendance / référence 2010
pH	9,52	9,03	9,03	8,85	9,39	9,45	9,32	↘
Chrome (mg/l)	0,005	0,055	0,116	0,049	0,112	0,051	0,074	↗
Chrome hexavalent (mg/l)	< 0,1	< 0,01	0,089	0,022	0,112	0,035	0,077	↘
Aluminium (mg/l)	< 0,05	0,08	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	↘
Fer (mg/l)	0,09	0,35	0,19	0,17	0,09	0,24	0,09	↗
Nickel (mg/l)	0,01	0,022	0,025	0,012	0,016	0,02	0,012	↗
Zinc (mg/l)	0,22	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	=

**Tableau 6 : Résultats d'analyses d'eau dans le piézomètre P3**

Date de prélèvement	avr-10	juin-10	sept-10	déc-10	avr-11	juin-11	sept-11	Tendance / référence 2010
pH	9,75	9,13	8,8	9,2	9,34	9,38	9,23	↘
Chrome (mg/l)	0,192	0,25	0,059	0,162	0,103	0,313	0,124	↘
Chrome hexavalent (mg/l)	0,172	0,166	0,028	0,161	0,103	0,329	0,126	↘
Aluminium (mg/l)	< 0,05	0,15	0,07	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	↘
Fer (mg/l)	0,02	0,86	0,37	0,09	0,24	0,15	0,15	↗
Nickel (mg/l)	0,005	0,082	0,034	0,014	0,035	0,018	0,02	↗
Zinc (mg/l)	0,21	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	=

**Tableau 7 : Résultats d'analyses d'eau dans le piézomètre P4**

Date de prélèvement	avr-10	juin-10	sept-10	déc-10	juin-11	sept-11	Tendance / référence 2010
pH	10,89	9,48	10,33	10,53	10,57	10,55	↘
Chrome (mg/l)	0,011	0,118	0,047	0,13	0,099	0,027	↗
Chrome hexavalent (mg/l)	< 0,01	0,1	< 0,01	0,118	0,133	< 0,01	↘
Aluminium (mg/l)	< 0,05	0,33	< 0,05	0,33	0,1	< 0,05	
Fer (mg/l)	0,59	0,06	< 0,01	5,85	1,69	0,13	↗
Nickel (mg/l)	0,138	0,039	0,134	0,74	0,276	0,175	↗
Zinc (mg/l)	0,2	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	=



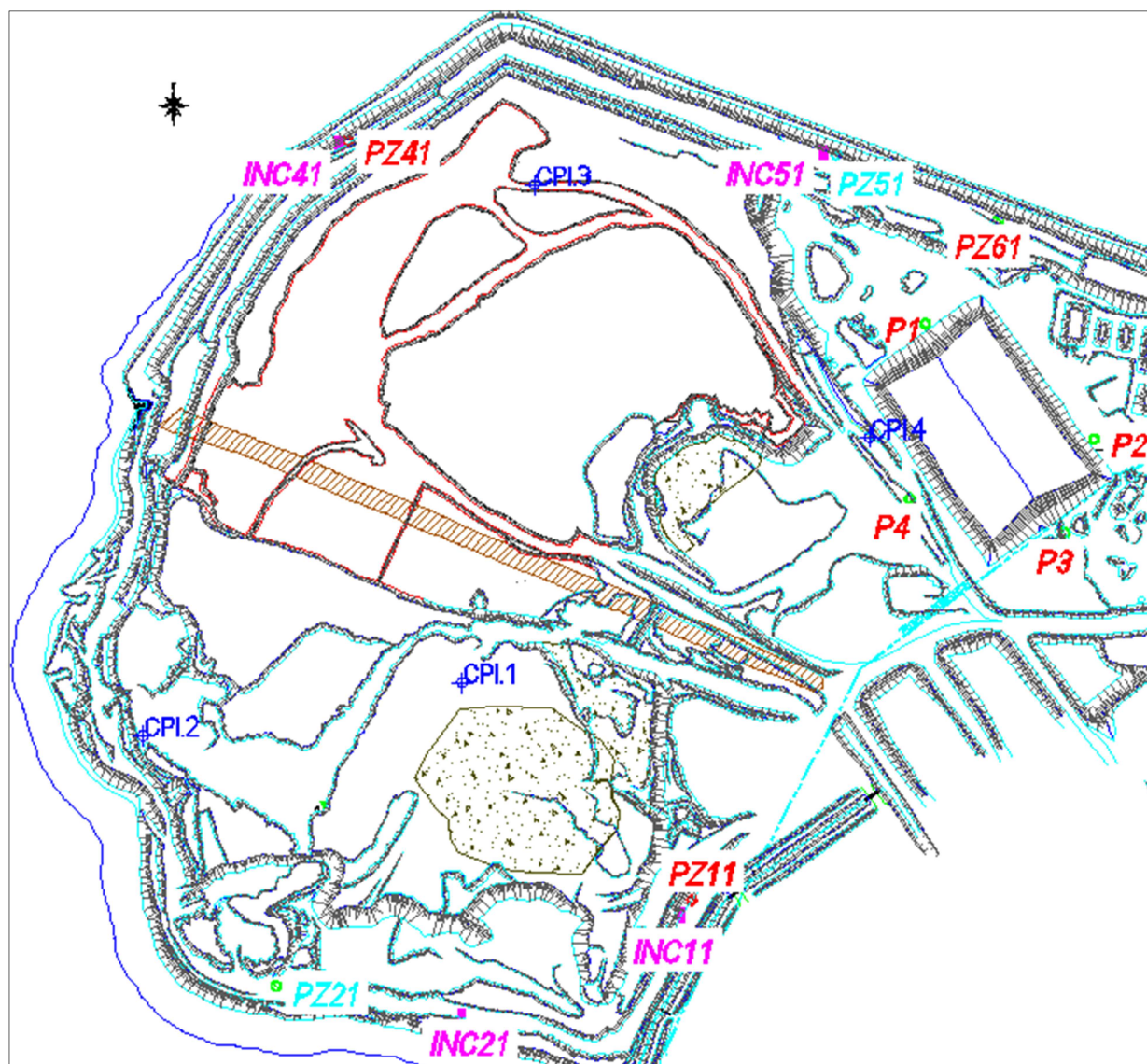


Figure 10 : Implantation du dispositif d'auscultation au niveau de la verse à scorie



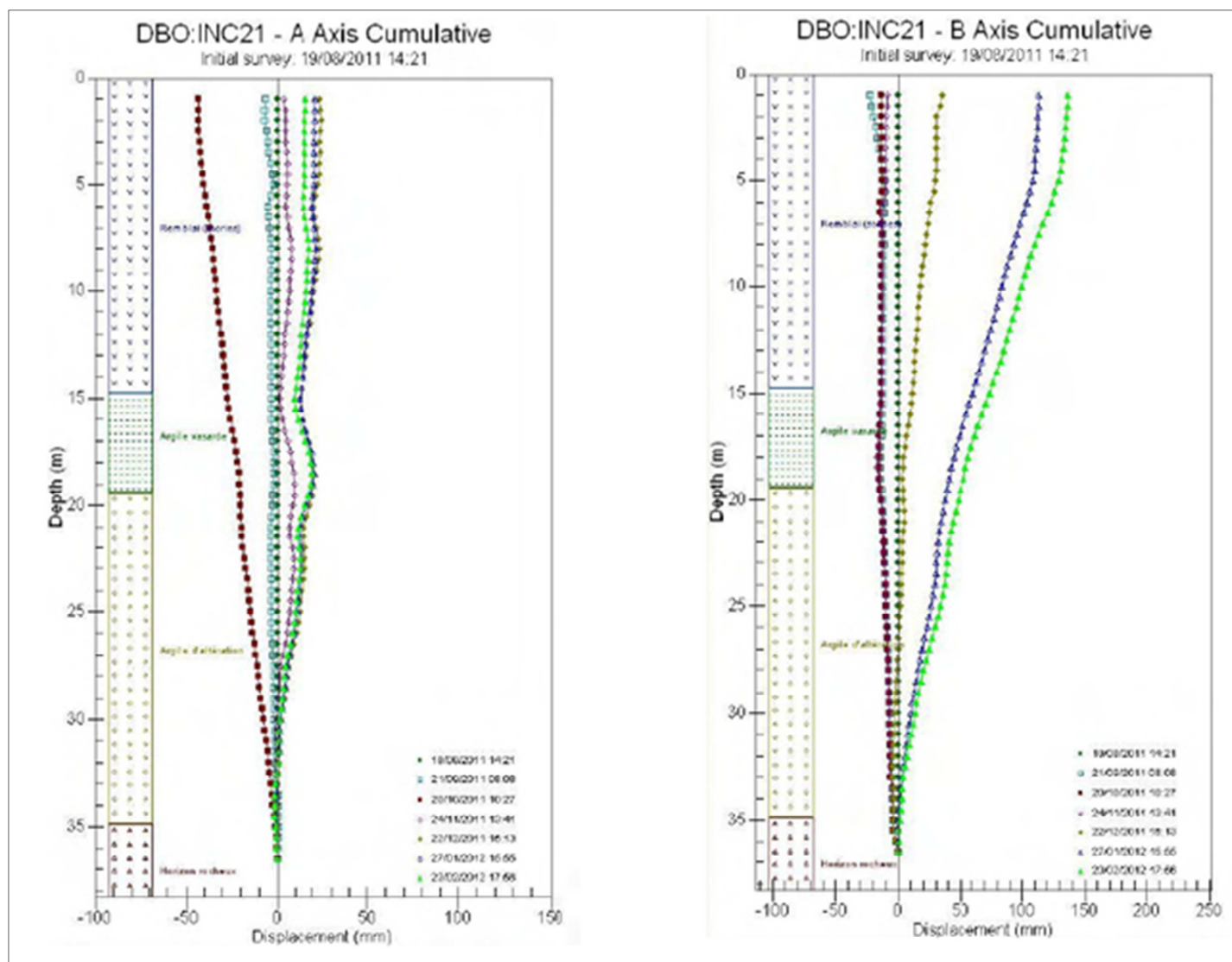


Figure 12: Profils des inclinomètres DBO INC21, A-Axis et DBO INC21, B-Axis

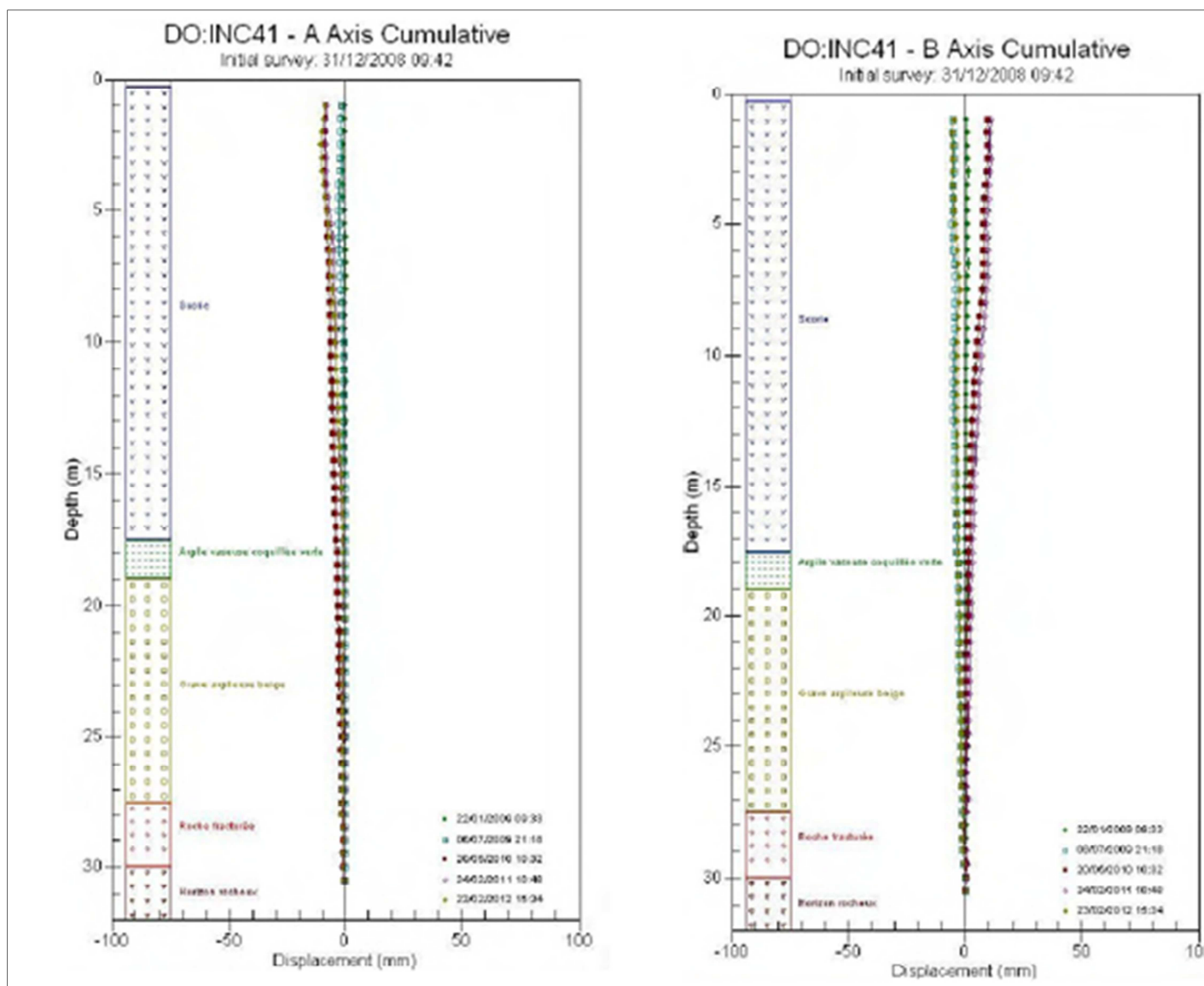


Figure 13 : Profils des inclinomètres DO INC41, A-Axis et DO INC41, B-Axis

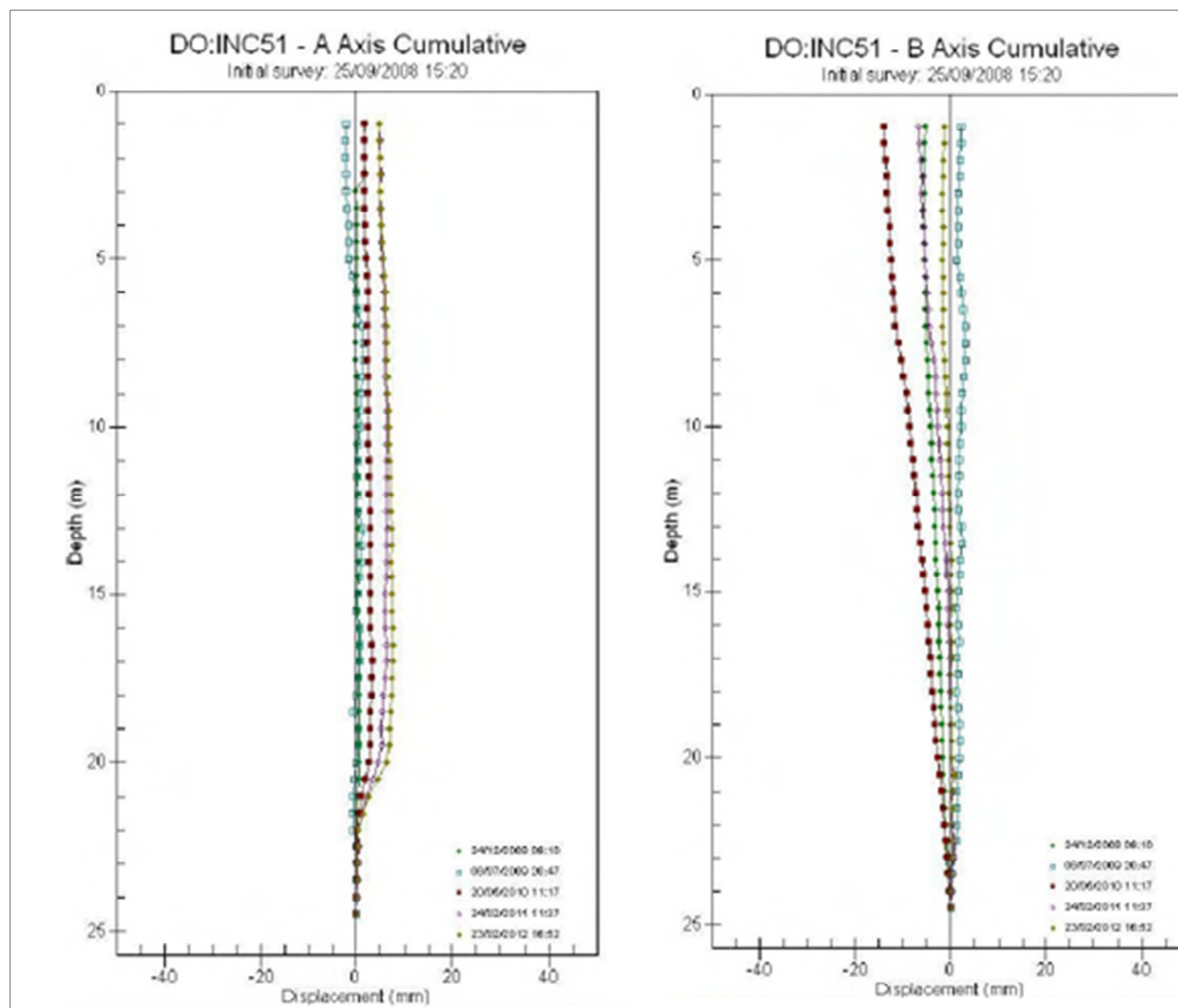


Figure 14 : Profils des inclinomètres DO INC51, A-Axis et DO INC51, B-Axis





## Chek list des différentes opérations de contrôle de la construction de la verse

Chek list des différentes opérations de contrôle de la construction de la verse				
1. Contrôle d'exécution des travaux		Spécifications APD	Réalisation	Commentaires MECATER
1.1	Réalisation du drain principal et comblement du canal Nord.	Aménagement d'une tranchée drainante composée de refus d'usine et entourée de géotextile dans l'emprise du canal Nord (Section : 18 m², cote proche de +0).	Aménagement du drain achevé Le stérile a été remplacé par des galets de rivière	Conforme au projet
1.2	Aménagement des drains périphériques sous les talus	Tranchées drainantes enterrées sous les talus de la verse. Elles sont composées de scories bessemer et entourées de géotextile (Section 2m², cote variable).	Côté Nord : 5 drains sont réalisés : 107 à 111 Coté sud : la réalisation des drains 100, 101, 114, 115 et 116 est programmée pour 2012.	Partie enterrée conforme au projet  Nécessité d'aménager les exutoires des drains.
1.3	Aménagement de la banquette périphérique de sécurité	<b>Banquette périphérique côté Nord:</b> Largeur = 8 m à + 4 NGNC Largeur = 12 m à + 10 NGNC talus aval 22°.  <b>Banquette périphérique côté Sud :</b> Largeur =20 m à + 5 NGNC talus aval 14°.	<u>Côté Nord</u> : Les corrections du talus Nord de la VAS ont été réalisées.  <u>Côté Sud</u> : non achevé à cause du retard d'endiguage de la zone maritime.	Réalisation conforme au projet.
1.4	Construction des talus de la verse	<b>Pente intégratrice = 22°</b> Sous Niveau : h = 5 m, pente = 35°, Largeur banquette = 2.6 m  Niveau : h =10 m, pente = 30°, Largeur banquette = 7m.	Le premier sous niveau coté Nord est réalisé avec une pente proche de 27° sur 5 m de hauteur.	Réalisation non conforme.  Pas de risque sur la stabilité, mais perte de capacité.



1.5	Aménagement des descentes d'eau et des pistes drainantes	6 descentes d'eau en enrochements (du pied jusqu'à la crête ultime de la verse).	Descente d'eau N°1 et 2 à construire durant l'année 2012	
1.6	Végétalisation des talus et protection du pied de la verse	Semis et plantations sur les niveaux et les banquettes	Des travaux de végétalisation des talus de la zone Nord, entre les drains 108 et 111, ont été réalisés. Ces travaux ont touché les talus +10/+15 NGNC ainsi que la banquette +15 NGNC.	
1.7	Endiguement de la zone maritime	Endigage de l'ensemble de l'emprise de la verse (zone maritime)	La digue de pré chargement a été construite	Conforme au projet  L'endigage de la zone maritime démarrera vers mi 2013
1.8	Réalisation du mur anti-bruit	Réalisation d'un merlon de scorie de 10 m de haut en bordure Nord du site. Ce merlon s'étend vers l'Est à partir de l'extrémité Nord Est du pied de la verse.	Travaux réalisés	Conforme au projet
1.9	Traitement de l'ancienne décharge	Enlèvement des dépôts périphériques et des flottants puis comblement de la dépression.  <i>Dossier vie</i> : Rapport de synthèse fermeture (SLN) + rapport d'étude simplifiée des risques A2EP).	Les travaux sont réalisés  Le dossier vie est disponible et comporte les éléments cités ci contre	Conforme au projet
1.10	Confinement de la scorie sodique	Aménagement d'un complexe drainant en périphérie du stock avec des tranchées de collecte du lixiviat à sa base.  Remodelage et mise en place d'une couverture étanche sur l'ensemble du stock. Réalisation d'une étude simplifiée de risque (classement en site banalisable).	Les travaux sont finalisés	Conforme au projet

2. Contrôle de surveillance géotechnique et environnementale		Spécifications APD	Réalisation	Commentaires MECATER
2.1	Contrôle des déformations	<p>Installation de 5 inclinomètres (spec MECATER) :</p> <p>Banquette Nord + 10 NGNC : INC51, INC41.</p> <p>Banquette Sud : INC21, INC11, INC 31.</p> <p><i>Relevés inclinométriques trimestriels</i></p>	<p>Quatre inclinomètres réalisés (INC11, INC21, INC41 et INC51)</p> <p><i>Relevé inclinométriques réalisé avec une fréquence mensuelle</i></p>	<p>L'inclinomètre INC41, présente un défaut d'ancrage à la base, mais ne nécessite pas de reprise.</p> <p>L'inclinomètre INC11 est endommagé. Il est indispensable de le remplacer.</p> <p>Fréquence des mesures inclinométriques conforme.</p>
2.2	Contrôle des sous pressions d'eau sous la verse	<p>Installation de 4 CPI (1, 2, 3 et 4) enterrées dans l'assise et de 6 piézomètres à tubes ouverts :</p> <p><i>Relevés quotidiens des CPI</i></p> <p>Banquette Nord + 10 NGNC : PZ51, PZ41et PZ61.</p> <p>Banquette Sud + 5 NGNC : PZ21, PZ11, PZ31.</p> <p><i>Relevés piézométriques trimestriels</i></p>	<p>Les quatre CPI ont été installés</p> <p>CPI1 et CPI2 ont chacun une centrale d'acquisition qui se situe à l'emplacement de l'INC11.</p> <p>CPI3 et CPI4 sont tous 2 reliés à une centrale d'acquisition située à proximité de l'INC51.</p> <p><i>Relevé des CPI réalisé avec une fréquence mensuelle</i></p> <p>5 piézomètres sur 6 ont été réalisés</p> <p>PZ31 à installer à la fin des travaux d'endiguage.</p> <p><i>Relevé piézométrique réalisé avec une fréquence mensuelle</i></p>	<p>Installation conforme aux règles de l'art. Fonctionnement normal.</p> <p>Le sommet du tube piézométrique PZ11 a été recouvert d'un volume de terre. Il est indispensable de dégager la tête du piézomètre.</p> <p>Fréquence de relevés des CPI conforme.</p> <p>Fréquence des mesures piézométriques conforme.</p>
2.3	Mesure de la pluviométrie	Installation d'un pluviomètre automatique à auget.	Installation opérationnelle	Installation conforme aux règles de l'art. Fonctionnement normal.

2.4	Contrôle de la cadence de stockage	Levés topographiques mensuels et vérification de la vitesse de la rehausse en différents points de la verse (vitesse limite de rehausse 2 m/an en périphérie et 5 m/an dans la partie centrale de la verse).	Levé réalisé avec une fréquence bimestriel.	Cadence de stockage globalement respectée.  Fréquence des levés non conforme mais acceptable pour le moment
2.5	Contrôle des effluents des scories sodiques	Installation de 4 piézomètres de 15 m de profondeur autour du stock de scorie sodique selon la spécification MECATER.	Travaux réalisés Mesures en cours	Réalisation conforme aux règles de l'art.
2.6	Contrôle des effluents de l'ancienne décharge	Aménagement de 4 points de prélèvements mensuels en mer : A0, A1, A2 et A3.  Equipement spécifiques pour prélèvements d'eau dans les piézomètres : PZ31 et PZ21.  Cadence de prélèvement mensuelle.	Cadence mensuelle	Le PZ31 ne peut être installé qu'après l'endiguage de la zone maritime.
2.7	Instrumentation du canal de rejet	Equipements pour mesures en continu (Débit, PH et Tmm).  Aménagement des points de prélèvements d'eau.	Point E4 réalisé Echantillons et essais quotidiens	
2.8	Contrôle du bruit	Mesures des niveaux sonores relatifs à l'état initial.  Mesures de contrôle tous les trois ans	Etat initial réalisé.  Campagne de mesure réalisée en 2010	Pas de nuisance sonore significative à l'état actuel.  Légère augmentation $\cong 5\%$ pour la période diurne (6-21h) entre 2007 et 2010

## 7. CONCLUSION ET PRINCIPALES RECOMMANDATIONS

Suite aux visites mensuelles d'audit qui ont eu lieu durant l'année 2011, nous estimons que les travaux de construction de la verse à scorie se déroulent de façon conforme au projet. Les diverses visites mensuelles ont permis à l'auditeur de relever rapidement les dérives, de les signaler à l'exploitant et de pallier à ces dérives de façon à garantir une construction sécuritaire de la verse conformément au projet.

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

Suite à cette synthèse, nous rappelons dans ce qui suit les recommandations générales que nous avons formulé dans les paragraphes précédents :

**R1** : Remplacer l'inclinomètre INC 11 et réparer le piézomètre PZ11

**R2** : Anticiper la construction des descentes d'eau N°1 et 2.

**R3** : Anticiper la construction des drains 100, 101, 114, 115 et 116 et ce en respectant la nouvelle conception à savoir un profil en escalier.

**R4** : Continuer les travaux de nivellement de la piste de roulage au pied du talus Nord de la verse.

**R5** : Poursuivre les efforts en matière de végétalisation des talus de la verse.

**R6** : Dégager les exutoires des drains 107 à 111, afin d'assurer les éventuels écoulements des eaux sortants.