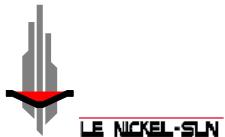




**USINE DE DONIAMBO NOUMEA  
VERSE A SCORIES**

Ref : MECATER/SLN/20/MAE/A/2011



**SYNTHESE ANNUELLE DES MISSIONS D'AUDIT  
ANNEE 2010**

Indice	Date	Rédigé par	Vérifié par	Approuvé par
A	05/04/2011	Mohamed Ali ESSAYEB	Ghassen JAMELEDDINE	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

<b>1. CONTEXTE ET OBJET</b>	<b>1</b>
<b>2. ETAT ACTUEL DE LA VERSE ET TRAVAUX REALISES EN 2010</b>	<b>1</b>
<b>3. TRAVAUX PROGRAMMES POUR L'ANNEE 2011</b>	<b>3</b>
3.1. Construction du réseau de drainage enterré dans la partie Sud de la verse	3
3.2. Endigage de la zone maritime	4
3.3. Aménagement de l'embouchure du canal Nord	5
3.4. Divers chantiers de mise en conformité	6
3.5. Réseau d'auscultation	6
3.6. Végétalisation de la verse	6
<b>4. PHASAGE DU STOCKAGE POUR L'ANNEE 2011</b>	<b>8</b>
<b>5. ANALYSE DES RESULTATS D'AUSCULTATION GEOTECHNIQUE</b>	<b>8</b>
5.1. Les capteurs de pressions interstitielles enterrés « CPI »	9
5.2. Les piézomètres	11
5.3. Les inclinomètres	11
<b>6. ANALYSE DES MESURES DE LA QUALITE DE L'EAU</b>	<b>12</b>
<b>7. CONCLUSION ET PRINCIPALES RECOMMANDATIONS</b>	<b>21</b>

## 1. CONTEXTE ET OBJET

Dans le cadre du suivi de la construction de la verste à scories VàS, usine de Doniambo, MECATER a assuré durant l'année 2010 des missions mensuelles d'audit. Chaque mission a été conclue par un compte rendu factuel transmis à la SLN

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 verste.

## 2. ETAT ACTUEL DE LA VERSTE ET TRAVAUX REALISES EN 2010

*Levé Topographique de la VàS, 17 Février 2011, DIME, SLN*

Actuellement, l'emprise de la verste à scories s'étend sur une surface de l'ordre de 67 ha. Suite aux travaux d'endigage programmés en 2011, l'emprise sera de l'ordre de 80 ha.

Les travaux de stockage de scorie réalisés durant l'année 2010 se sont concentrés principalement au droit des zones suivantes :

- Zone de l'ancien canal Nord
- Plateforme située dans la partie Nord de la verste
- Flancs Nord et Ouest de la partie Nord de la verste

Le comblement de l'ancien canal aménagé en drain central a été réalisé conformément à la méthodologie définie par MECATER. Les travaux de mise en verste au droit de cette zone ont été mis en stand-by depuis le mois de Juin 2010 pour permettre la consolidation des vases molles existants au niveau de l'assise. Aucune anomalie significative n'a été constatée au cours des travaux.

Des chantiers de mise en conformité de la verste avec le projet ultime ont été réalisés notamment au droit des flancs Nord et Ouest de la partie Nord de la verste.

Les travaux de confinement du stock historique de scories sodiques ont été achevés en Mars 2010 et ce conformément au projet détaillé réalisé par MECATER, *Cf. Photo 1*. Le stockage des scories calcosodiques produites par l'usine se fait actuellement selon un concept « zéro lixiviat » développé par MECATER. Suite au succès de l'exécution d'un stockage en alvéole expérimentale, d'autres alvéoles (4 en tout) ont été réalisées selon un schéma dessiné par DIME en s'inspirant du concept proposé par MECATER mais avec quelques modifications. A ce propos, nous tenons à préciser que les scories sont fragmentées au Casse-fonte à l'air libre, ce qui représente une source potentielle de développement de lixiviats ; *Cf. Photo 2*.

Concernant les ouvrages de drainage de la verste ultime, aucun aménagement n'a été réalisé en 2010. Les futurs travaux (drains 100 et 101) sont programmés au cours du 1<sup>er</sup> semestre 2011.



**Photo 1 : Tas des scories sodiques en date de mars 2011**



**Photo 2 : Alvéoles réalisés pour le confinement des scories calcosodiques**

Un chantier de végétalisation des talus (+10 à +15 NGNC) a été entamé en novembre 2010. Il couvre une surface d'environ 0,5 ha située entre les drains 107 à 108. Un semi hydraulique associé à des plantations, sur banquette et en partie basse du talus, ont été réalisés début 2011. Ainsi, le couvert végétal commence à se développer de façon remarquable ; *Cf. Photo 3*



**Photo 3 : Vue du chantier de végétalisation**

A l'état actuel, la plateforme sommitale de la verve n'est pas régulière et se trouve à des altitudes variables même si son état global s'est nettement amélioré par rapport aux années précédentes :

- Dans la partie Sud : la plateforme centrale présente une cote moyenne proche de +22 NGNC, la zone Ouest varie de + 10 à +15 NGNC, la zone Sud est à environ +5 NGNC notamment au droit de l'ancien chantier MENAOUER.
- Dans la partie Nord : la plateforme centrale se situe à environ +18 NGNC, la zone Ouest atteint + 20 NGNC par endroits, la zone Nord varie de +15 à +18 NGNC.
- Dans la partie Est : la zone du Casse-fonte est à +4 NGNC. Le tas de scories sodiques culmine à environ +12 NGNC. Le mur Antibruit se trouve +14 NGNC.
- L'emprise de l'ancien canal Nord se situe à la côte + 13 NGNC hormis l'embouchure qui est encore à la côte +8 NGNC.

Enfin, concernant le réseau d'auscultation, deux nouveaux instruments ont été posés. Il s'agit du piézomètre PZ11 et de l'inclinomètre INC11. L'installation de l'inclinomètre INC21 est programmée pour la fin du 1<sup>er</sup> semestre 2011. D'autres travaux de corrections et/ou améliorations ont été réalisés sur le réseau déjà en place, nous citons le remplacement des sondes de mesures piézométriques et la connexion des capteurs de pression interstitielle CPI à la central Nord, etc...

### **3. TRAVAUX PROGRAMMÉS POUR L'ANNEE 2011**

Les travaux programmés pour l'année 2011 sont les suivants :

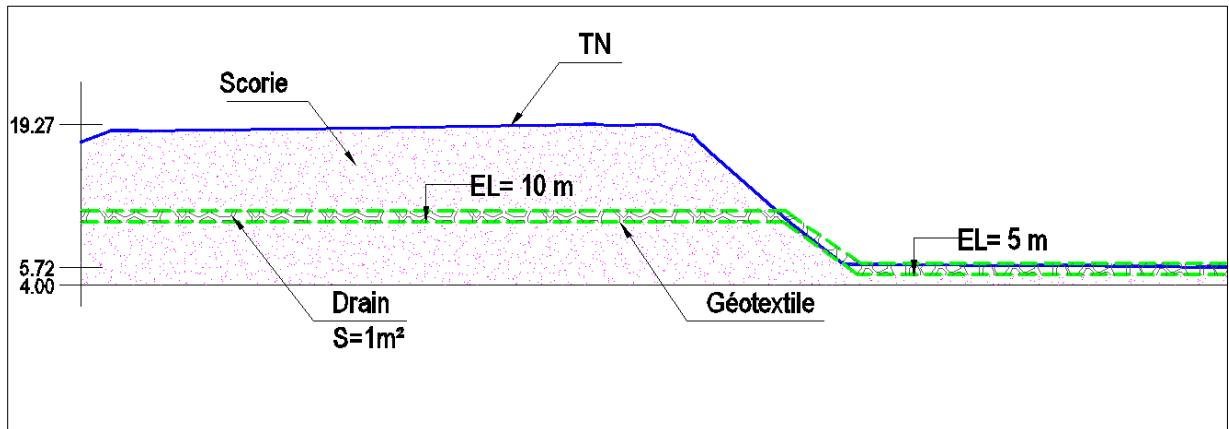
- Construction du réseau de drainage enterré dans la partie Sud de la verve
- Endigage de la zone maritime
- Aménagement de l'embouchure du canal Nord
- Divers chantiers de mise en conformité
- Réseau d'auscultation
- Végétalisation de la verve

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

Conformément à ce qui a été proposé l'année dernière dans le cadre de la synthèse annuelle des missions d'audit de l'année 2009, nous retenons l'adaptation de la conception des drains de la partie Sud de la verve ce qui consiste à adopter un profil à deux niveaux (+10 NGNC à l'amont et + 5NGNC à l'aval), Cf. Figure 1.

Cette adaptation est imposée par la configuration topographique actuelle et vise la réduction des volumes des déblais nécessaires pour réaliser les drains. Elle concerne tous les drains de la zone Sud de la verve dont une partie se trouve sous une hauteur importante de scories.

Nous estimons que cette nouvelle configuration est acceptable vis-à-vis de l'efficacité du dispositif du drainage interne de la verve.



**Figure 1 : Adaptation du schéma conceptuel des drains de la partie Sud**

### 3.2. Endigage de la zone maritime

La conception de l'endigage de la zone maritime a été élaborée par MECATER dans le cadre du DE de la VàS en 2009.

Dans le but de contrôler le fluage de l'assise composée de vases molles, il a été prévu de démarrer l'endigage par un précharge de la zone d'ancrage du futur talus de la verve en créant une digue de démarrage immergée avec une arase à la côte -6 NGNC. Ce précharge se fera sur une bande faisant environ 300 m de longueur sur 35 m de largeur et située au Sud-ouest de l'embouchure de l'ancien canal Nord à la limite de la concession de la VàS.

Après divers échanges avec la SLN concernant la création de la digue de démarrage, trois variantes ont été proposées :

- Variante 1 : digue en scories de fusion
- Variante 2 : digue en scories Bessemer
- Variante 3 : digue en scories Bessemer avec pose d'un géotextile de séparation

Pour toutes ces variantes, la mise en place des scories est prévue par clapage ou par pelle hydraulique montée sur barge : l'opération consiste en un chargement des scories dans une barge munie d'un clapet de déchargement (fond ouvrant) puis un étalement des scories sur le fond marin sur une épaisseur contrôlée.

La conception, et le projet en totalité, a été repris ensuite par DIME, qui lors des consultations et suite à diverses discussions avec les entreprises postulantes, a pris la décision de remplacer le mode de mise en place des scories par un refoulement hydraulique : pompage de scories mélangées avec de l'eau dans un tuyau qui les achemine vers l'emprise du projet.

Ces travaux ont effectivement été entamés début 2011, avec des difficultés importantes dues notamment à un fond marin différent des prévisions (bathymétrie, épaisseur et consistance de la couche de vases

---

molles, ...). Compte tenu de la modification de la technique de mise en place, une mise à jour de l'étude de projet est très recommandée.

Par ailleurs, nous rappelons que le projet d'endigage permettra d'absorber environ 900 000 m<sup>3</sup> de scories de fusion. En plus de la digue de démarrage, les travaux comprennent le remblaiement de toute la zone pour l'extension de la VàS jusqu'à la limite de la concession, la protection des talus par des enrochements ou par des scories Bessmer et la plantation de mangrove et l'aménagement du dispositif d'assainissement et de la piste périphérique.

### **3.3. Aménagement de l'embouchure du canal Nord**

Conformément aux recommandations MECATER, l'ancien canal Nord a été aménagé en drain central enterré. Ces travaux ont été achevés début 2010. La zone située à l'aplomb de ce drain est en cours de comblement selon le phasage définie par MECATER. Elle se présente actuellement comme suit :

- Une plateforme centrale située à une cote moyenne +15 NGNC et correspondant à la fin de la phase 3.
- Une plateforme située à l'embouchure du canal à une cote proche de +8 NGNC
- Une plateforme correspondant au passage de la piste périphérique et située à la cote +5 NGNC

Ainsi, il est prévu d'aménager cette zone conformément au DE et au profil type des talus Nord de la verste et ce dans la continuité de ce qui a été fait entre les drains 107 et 109, soit :

- Une banquette à la cote + 5 NGNC sur une largeur de 6 m servant à corriger la pente du niveau sous-jacent.
- Une piste de roulage principale de 20 m de largeur calée à la cote +10 NGNC
- Une banquette drainante à + 15NGNC (largeur 2,6 m)
- Un talus intermédiaire de 5 m de haut avec une pente locale de 35° (entre les cotes +10 et +15 NGNC)

Nous tenons à rappeler que selon le DE, contrairement à la zone Nord, dans la zone Sud, la piste de roulage principale de 20 m de largeur est calée à la cote + 5NGNC.

Dans le cas où la SLN souhaite uniformiser les deux flancs Nord et Sud de la verste, en poursuivant la piste principale +10 NGNC et en aménageant la banquette à +5NGNC en piste secondaire périphérique pour l'ensemble de la verste, il est indispensable de réaliser une mise à jour du projet de la verste. Cette modification induit d'une part une perte de capacité de la verste et nécessite d'autre part un changement du dispositif d'assainissement avec une augmentation des linéaires des descentes d'eau en enrochements. En effet, dans le projet actuel, les descentes d'eau partaient directement de la piste principale pour rejoindre la mer. En cas de modification, les descentes d'eau passeront par les deux pistes avant de rejoindre la mer.

### **3.4. Divers chantiers de mise en conformité**

Dans la suite de ce qui a été entamé en 2010, nous recommandons de poursuivre les chantiers de mise en conformité. Les chantiers en cours concernent la zone allant du drain 108 au 112.

Ces travaux doivent permettre de respecter la coupe type des talus de la verve sur la partie Nord. Ils comprennent notamment le maintien d'une banquette de 2,6 m de large à la cote +15 NGNC.

L'examen du dernier levé topographique montre que la piste de roulage dans la partie Nord de la verve présente deux niveaux découpés par un talus dont la hauteur ne dépasse pas les 2 m. Nous recommandons de niveler la piste de roulage et de la caler à la cote +10 NGNC.

### **3.5. Réseau d'auscultation**

Le réseau d'instruments prévu pour l'auscultation de la VâS est en cours d'installation par phases qui dépendent de la cadence de construction de la verve. En 2010 deux équipements ont été installés (INC11 et PZ11).

L'INC21 est planifié pour les mois à venir. Sa position devra être décalée par rapport à celle prévue initialement à cause des différents problèmes rencontrés lors des travaux de forage (câbles, ferrailles, etc...)

Pour compléter le dispositif d'auscultation du pied du talus, il ne restera plus que la station n°3 composée des équipements (INC31 et PZ31). Ces derniers seront installés dès la fin des travaux d'endigage.

### **3.6. Végétalisation de la verve**

Des travaux de végétalisation de la verve à scories ont été lancés fin 2010. Ils ont démarré début 2011 avec les premières plantations et l'épandage d'une semi-hydraulique. Ces travaux ont concerné les talus situés au droit de la zone allant du drain 107 à 108.

Ces travaux se poursuivront en 2011 et intéresseront la zone allant du drain 108 à 111. Ils concerteront toujours le talus situé entre les cote +10 et +15 NGNC et la banquette intermédiaires située à la cote +15NGNC.

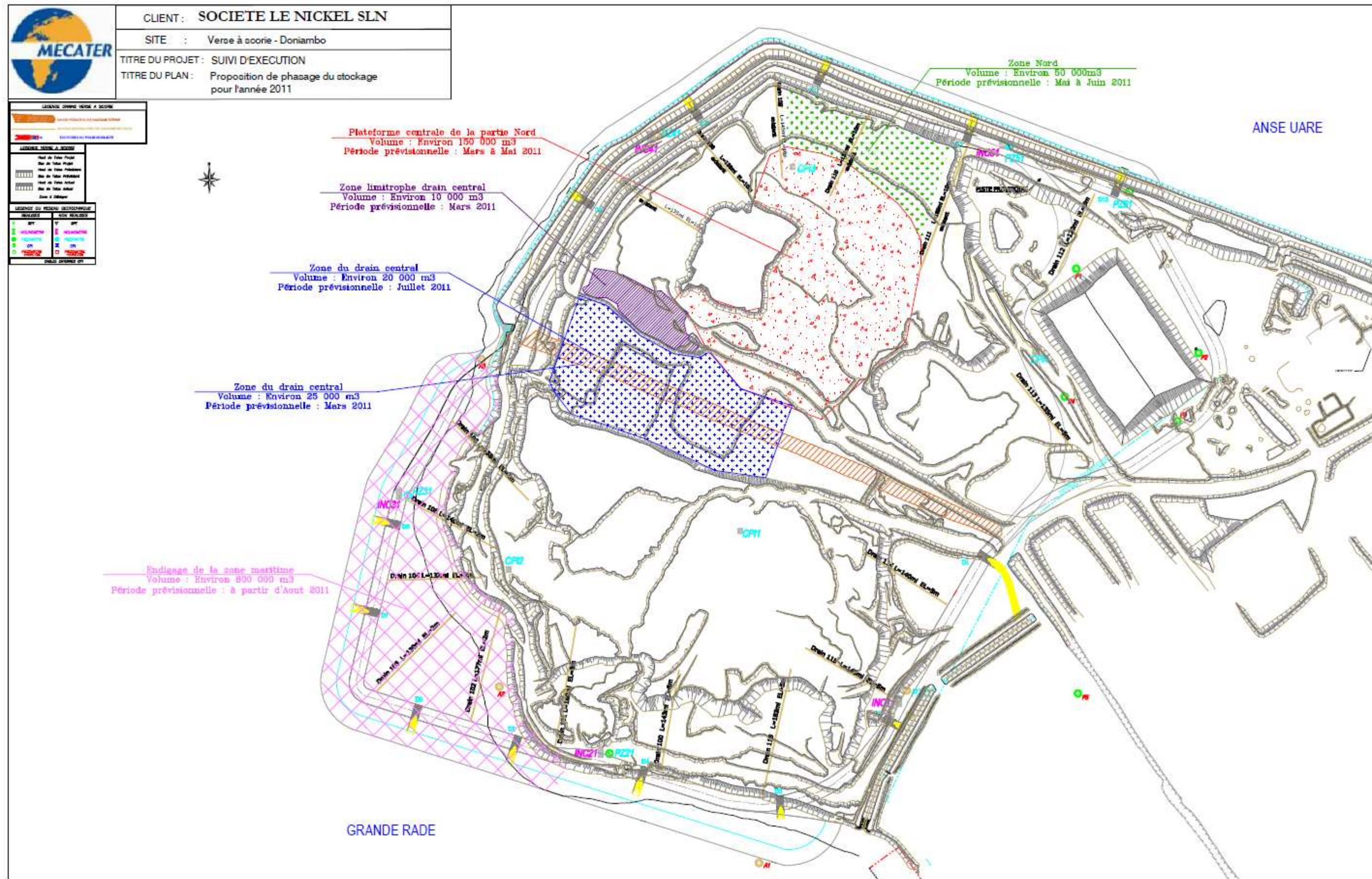


Figure 2 : Proposition stockage des scorées sur la verse VàS pour l'année 2011

#### 4. PHASAGE DU STOCKAGE POUR L'ANNEE 2011

Le phasage prévisionnel du stockage des scories de fusion produites durant l'année 2011 sera très dépendant de l'évolution des travaux d'endigage de la zone maritime qui, si tout va bien, seront le principal consommateur de la production de l'usine en scories, Cf. Tableau 1 & Figure 2.

Ce phasage est conforme aux spécifications techniques qui ont été définies dans le projet détaillé de la verse à savoir une limitation de stockage à 2 m/an sur les périphéries et à 5 m/an au niveau de la partie centrale.

**Tableau 1 : Phasage du stockage des scories pour l'année 2011**

Zone	Période (NGNC)	Volume (m <sup>3</sup> )
Emprise du drain central : mise en place d'une couche de scorie jusqu'à la cote +17 NGNC	Mars 2011	25 000
Zone périphérique du drain	Mars 2011	10 000
Plateforme Nord de la verse (<5 m/an)	Mars à Mai 2011	150 000
Périphérie Nord de la plateforme (<2m/an)	Mai à Juin 2011	50 000
Emprise du drain central : mise en place d'une couche de scorie jusqu'à la cote +18,5 NGNC	Juillet 2011	20 000
Zone d'endigage maritime	Aout 2011	800 000

#### 5. ANALYSE DES RESULTATS D'AUSCULTATION GEOTECHNIQUE

 *Figure 3 : Installation du dispositif d'auscultation au niveau de la VàS*

Le dispositif d'auscultation installé au niveau de la VàS comporte actuellement, Cf. Figure 3:

- 2 inclinomètres,
- 4 cellules de mesure des pressions interstitielles
- 5 piézomètres à tube ouvert.

Au cours de l'année 2010, le bureau GOLDER NC a assuré les relevés et les mesures du réseau de surveillance géotechnique à partir du mois de février 2010 succédant ainsi au LBTP.

**Tableau 2 : Etat du réseau d'auscultation de la VAS au 1<sup>er</sup> janvier 2010**

<b>Instruments</b>		<b>Profondeur</b> (m)	<b>Entreprise</b> <b>travaux</b>	<b>Date 1<sup>ères</sup></b> <b>mesures</b>
<b>Piézomètres</b>	PZ11	10,2	4,304	LBTP
	PZ21	15	6,23	Wallis Label
	PZ41	19	8,15	Wallis Label
	PZ51	17,5	9,28	Wallis Label
	PZ61	18,3	9,84	Wallis Label
<b>Inclinomètres</b>	INC11	36	2,963	Wallis Label
	INC41	30	8,15	Wallis Label
	INC51	27,5	9,30	Wallis Label
<b>CPI</b>	CPI 1	35,5	-15,46	Wallis Label
	CPI 2	33,5	-16,60	Wallis Label
	CPI 3	23	-11,29	Wallis Label
	CPI 4	20,5	-12,79	Wallis Label

Comme indiqué ci-dessus, la station n°1 composé de l'INC11 et du PZ11 a été installée début 2011. Actuellement nous ne disposons pas de mesures au droit de ces instruments et il faudra attendre quelques mois pour disposer des mesures représentatives. L'INC21 sera opérationnel très prochainement.

Les résultats détaillés des mesures sont présentés dans les rapports mensuels de GOLDER NC «Suivi de l'instrumentation de la verre à scories de Doniambo ».

### **5.1. Les capteurs de pressions interstitielles enterrés « CPI »**

L'analyse des résultats des mesures des pressions d'eau dans les CPI (cellules de mesure de pressions interstitielles) enterrées dans l'assise argileuse montre une évolution normale marquée par peu de variations sauf pour la CPI2, Cf. Figure 4.

Le tableau ci-dessous résume les résultats des mesures du niveau d'eau dans les CPI durant l'année 2010.

**Tableau 3 : Niveaux d'eau mesurés dans les CPI en 2010**

<b>Instrument</b>	<b>Profondeur</b> (m)	<b>Epaisseur</b> <b>vases molles</b> (m)	<b>Niveau d'eau</b> (NGNC)	
			<b>Min</b>	<b>Max</b>
CPI 1	35,5	15,5	-0,4	-0,2
CPI 2	33,5	16	0	+0,2
CPI 3	23	12,5	-0,8	+0,2
CPI 4	20,5	6,5	-0,5	0

---

En comparant les niveaux d'eau mesurés dans les CPI aux fluctuations du niveau de la marée (-0,15 à +1,2 NGNC), nous pouvons conclure les pressions résiduelle de consolidation ne sont pas remarquables.

En effet, les différentes mesures réalisées dans les quatre cellules de pression interstitielle confirment que les surpressions liées au chargement de l'assise vaseuse restent très faibles et non détectables. Nous considérons que les niveaux mesurés dans les CPI coïncident globalement avec le niveau moyen de la mer.

La CPI2 montre toujours des niveaux d'eau présentant des fluctuations anormales qui ne semblent pas avoir de lien avec les variations de pressions de consolidations. Nous essaierons de caler l'évolution de la CPI avec la pluviométrie enregistrée sur le site et les fluctuations du niveau de la mer (marées)., le cas échéant, nous attribuons ces fluctuations à un disfonctionnement de la CPI et nous recommandons de réaliser un diagnostic de l'équipement et de procéder, le cas échéant à son remplacement en profitant des travaux d'endigage en cours.

L'analyse de l'évolution des mesures dans les CPI montre que :

- La CPI3 a enregistré un ressaut de 0,20 m enregistrée lors de la mesure réalisée le 27/09/2010. Ce ressaut peut être expliqué par la mise en verse des stériles au droit de la zone de la CPI3. En effet, seule la zone de la CPI3 a été impactée par les activités de montage de la VàS en 2010. Aucun roulage n'a été fait sur la partie Sud de la verse (CPI1 & 2) et la zone de la CPI4 n'a connu aucune activité depuis quelques années.
- L'ensemble des CPI semble sensibles à la pluviométrie. Compte tenu des niveaux d'eau enregistrés durant l'année 2010 qui était une année « sèche » comparée aux précédentes, nous remarquons une montée du niveau d'eau d'environ 0,50 m enregistrée le 16/01/2011, soit au lendemain de la dépression tropicale forte Vania qui était accompagnée par des pluies importantes (400 mm enregistrés en 24 h entre les journées des 14 & 15/01/2011).

Cette évolution confirme à la fois le bon fonctionnement du dispositif de mesure et montre un comportement normal de l'assise sous l'effet du chargement par la scorie.

## 5.2. Les piézomètres

☞ *Figure 5: Relevé piézométrique du PZ21*

☞ *Figure 6: Relevé piézométrique du PZ61*

L'évolution du niveau d'eau au droit des différents piézomètres est tout à fait normale avec peu de variations. Le niveau de la nappe est quasiment constant et se situe à une côte moyenne de , Cf. Figures 5 et 6 :

- + 0,8 NGNC pour le PZ21.
- + 0,2 NGNC pour le PZ41.
- + 0,4 NGNC pour le PZ51.
- + 0,3 NGNC pour le PZ61.

On remarque sur les levés que le piézomètre PZ21 montre un peu plus de fluctuation ( $\pm 0,5$  m par rapport à la valeur moyenne contre  $\pm 0,2$  m pour les autres piézomètres).

Les mesures réalisées en 2010 ne montrent pas de variations saisonnières du niveau de la nappe en relation avec la pluviométrie.

Concernant la réponse des piézomètres vis-à-vis de l'événement Vania, tous les piézomètres ont enregistré une rehausse qui était légère sauf pour le PZ61 au droit duquel on a mesuré une montée du niveau de l'eau de plus d'un mètre. Le niveau est revenu à la normale le lendemain.

Sur un autre plan, diverses discussions ont été menées en 2010 entre la SLN, GOLDER NC et le fournisseur Australien des sondes SWS (Schlumberger Water Services) et ont abouti à la décision du remplacement des sondes en place du type « Minidiver » par des « Ceradiver ». Les nouvelles sondes sont plus résistantes et mieux adaptées au milieu marin.

Enfin, le piézomètre PZ11 a été mis en place le 21/12/2010 et a été également équipé d'une sonde «Ceradiver».

## 5.3. Les inclinomètres

☞ *Figure 7: Profils de l'inclinomètre INC4*

☞ *Figure 8: Profils de l'inclinomètre INC5*

L'interprétation des mesures de déplacements réalisées au droit des deux inclinomètres en service INC41 et INC51 montre que les déplacements horizontaux restent faibles (Cf. Figures 7 et 8).

Le profil vertical des déplacements est régulier de haut en bas et ne présente pas de signes de cisaillement au niveau des interfaces.

Nous notons certaines discordances entre les mesures réalisées par GOLDER NC et ceux du LBTP, ces discordances restent peu remarquables vu les faible amplitudes de déplacements mesurés

Au vu de ces mesures, nous nous estimons que le comportement de la VàS est conforme aux prévisions et ne présente aucune anomalie apparente.

Nous tenons à rappeler que l'inclinomètre INC41 ne présente pas un ancrage suffisant au niveau du substratum (2,5 m seulement). Ainsi, les déplacements réels seraient légèrement sous-estimés.

Par ailleurs, nous notons que l'INC11 a été installé début 2011 et nous recommandons d'installer l'INC21 situé au Sud de la verve le plus rapidement possible pour compléter le réseau en attendant les travaux d'endigage pour lancer la mise en place de l'INC31.

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

Les tableaux 4 et 5 ci-dessous récapitulent respectivement les résultats d'analyses réalisées en 2010 dans les deux piézomètres PZ21 et PZ61.

Afin d'étudier l'évolution des différentes concentrations en éléments chimiques, nous avons comparé les résultats d'analyses effectuées en 2010 à ceux obtenus en 2009 et à la référence 2007 (date de la 1<sup>ère</sup> mesure).

L'analyse des résultats ne montre pas d'augmentation significative des éléments chimiques polluants. Certains de ces éléments sont, même en nette diminution.

Nous constatons que le PH dans le PZ61, est en cours de diminution lente mais demeure assez élevé, proche de 11. En effet ce piézomètre serait impacté par les lixiviats provenant du tas historique des scories sodiques qui se trouve à 120 m du piézomètre. Cependant, comme le tas vient d'être confiné entièrement en 2010, le PH doit normalement baisser dans les années à venir.

Cependant, nous constatons une légère augmentation du PH dans le PZ21 entre 2009 et 2010. Cette augmentation reste non significative en considérant l'exposition du piézomètre aux infiltrations des eaux de surface et en tenant compte de la basicité de l'eau de mer.

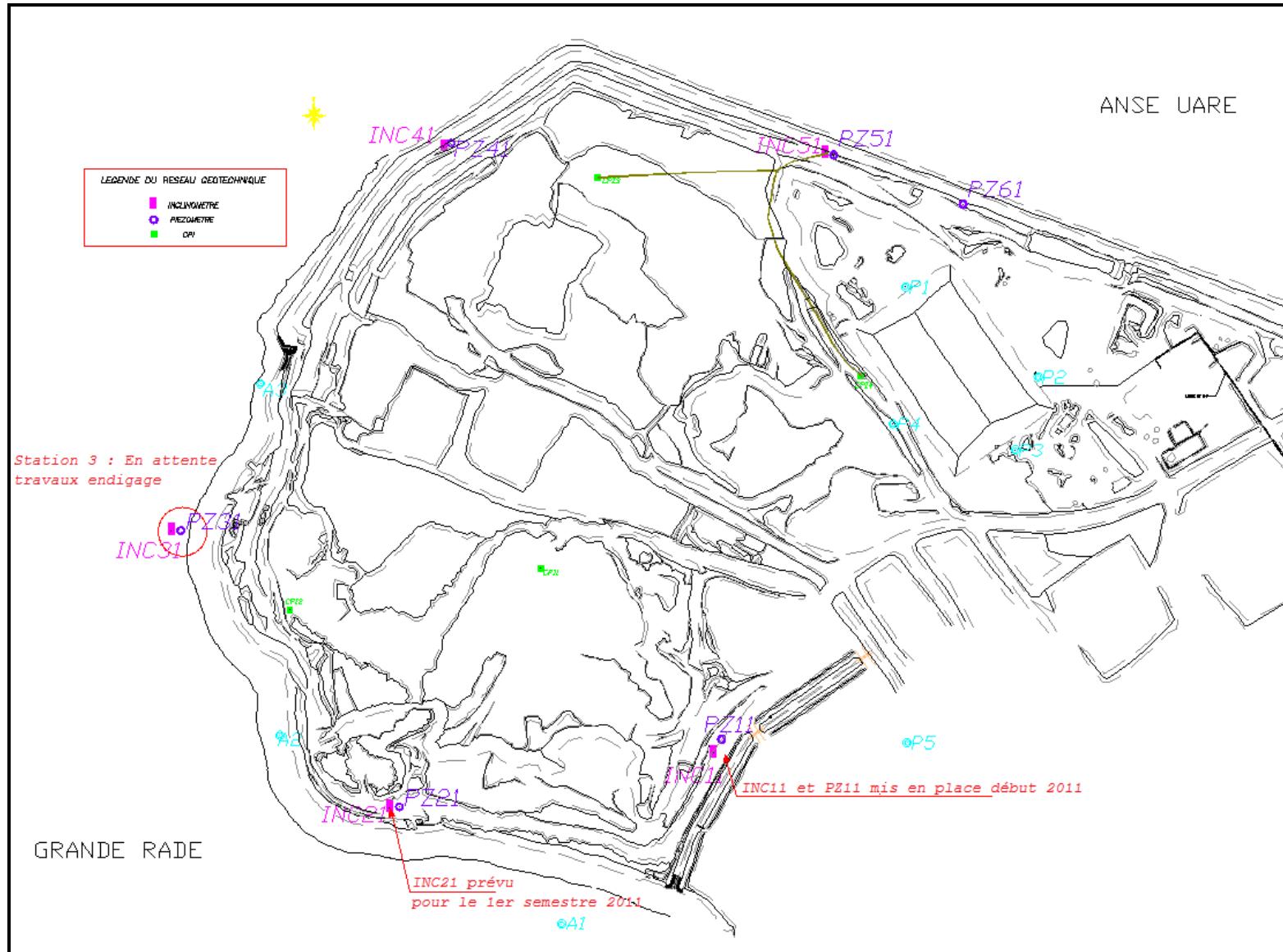
Enfin, nous rappelons que la fréquence des analyses des eaux souterraines (prélèvements dans les piézomètres PZ21 et PZ61) et des eaux de surface (prélèvements au niveau des 4 points A0 à A3) doit être mensuelle. En 2010 les mesures ont été réalisées à une fréquence trimestrielle.

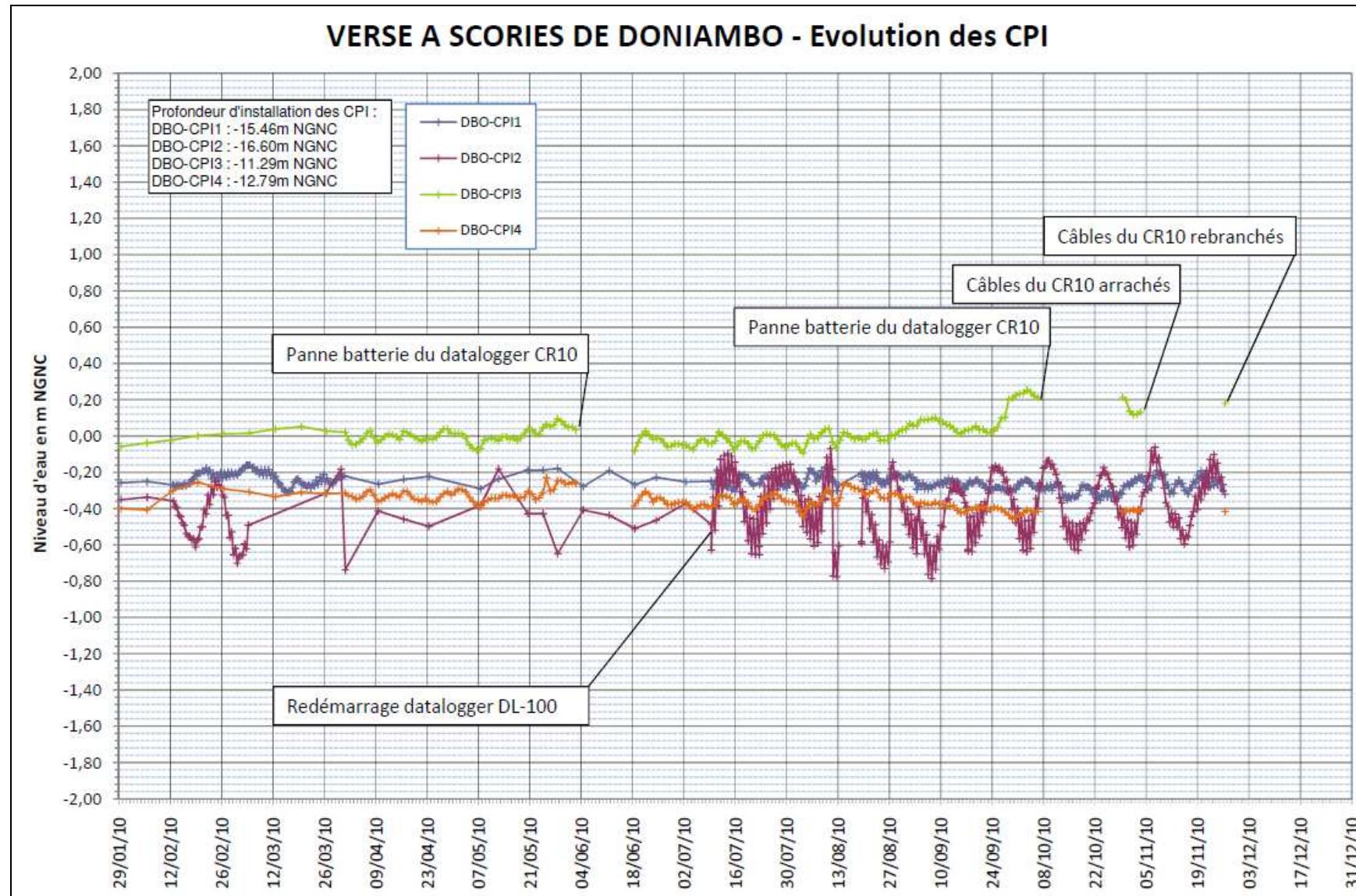
Tableau 4 : Résultats d'analyses d'eau dans le piézomètre PZ21

Paramètre	Unité	PZ 21					VCI à Usage non sensible
		Référence 2007	Septembre 2009	Décembre 2010	Tendance / référence	Tendance 2010/2009	
PH	-	7,68	6,1	8,11	↗	↗	-
Sulfate	mg/l	-	-	-	-	-	-
Chrome VI	mg/l	<0,02	<0,01	0,01	↘	=	-
Chrome	mg/l	0,02	0,014	<0,012	↘	↘	<b>0,25</b>
Aluminium	mg/l	0,12	<0,05	0,05	↘	=	<b>1</b>
Fer	mg/l	0,27	0,1	<0,08	↘	-	-
Nickel	mg/l	0,03	0,009	<0,006	↘	↘	<b>0,1</b>
Plomb	mg/l	0,01	-	0,005	↘	-	<b>0,125</b>
Zinc	mg/l	<0,04	<0,02	0,02	↘	=	<b>6</b>
Mercure	µg/l	0,05	-	0,25	↘	-	<b>5</b>

Tableau 5 : Résultats d'analyses d'eau dans le piézomètre PZ61

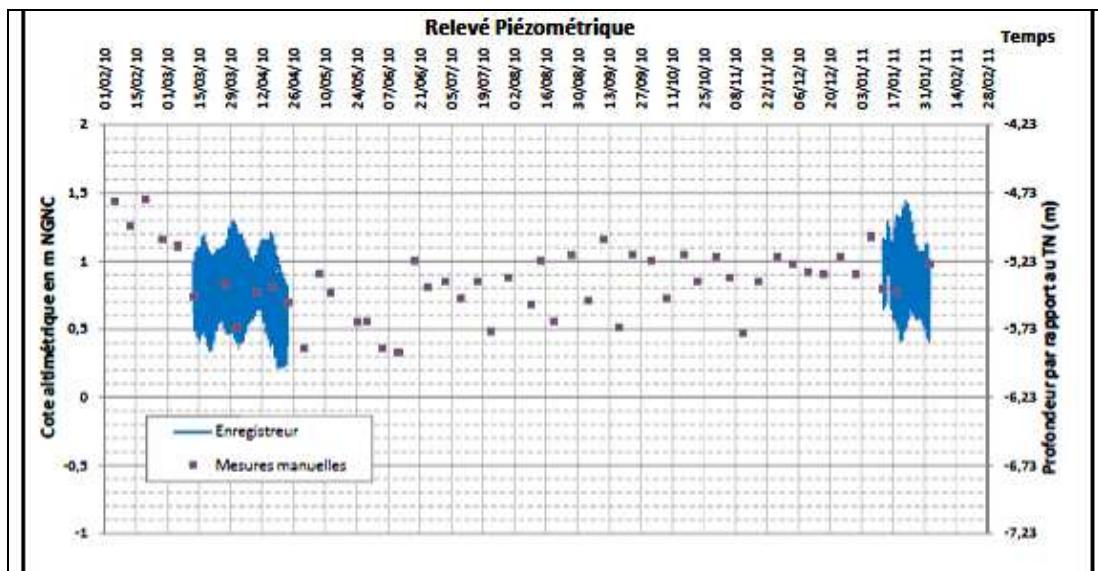
Paramètre	Unité	PZ 61					VCI à Usage non sensible
		Référence 2007	Septembre 2009	Décembre 2010	Tendance / référence	Tendance 2010/2009	
PH	-	12,3	11,1	10,68	↘	↘	-
Sulfate	mg/l	2 880	5 930	6 330	↗	↗	-
Chrome VI	mg/l	<0,02	<0,01	<0,01	↘	=	-
Chrome	mg/l	0,133	0,015	0,012	↘	↘	<b>0,25</b>
Aluminium	mg/l	0,4	<0,05	0,05	↗	↗	<b>1</b>
Fer	mg/l	3,49	0,07	0,08	↘	↗	-
Nickel	mg/l	0,109	0,013	0,037	↘	↗	<b>0,1</b>
Zinc	mg/l	0,28	<0,02	0,02	↘	↗	<b>6</b>





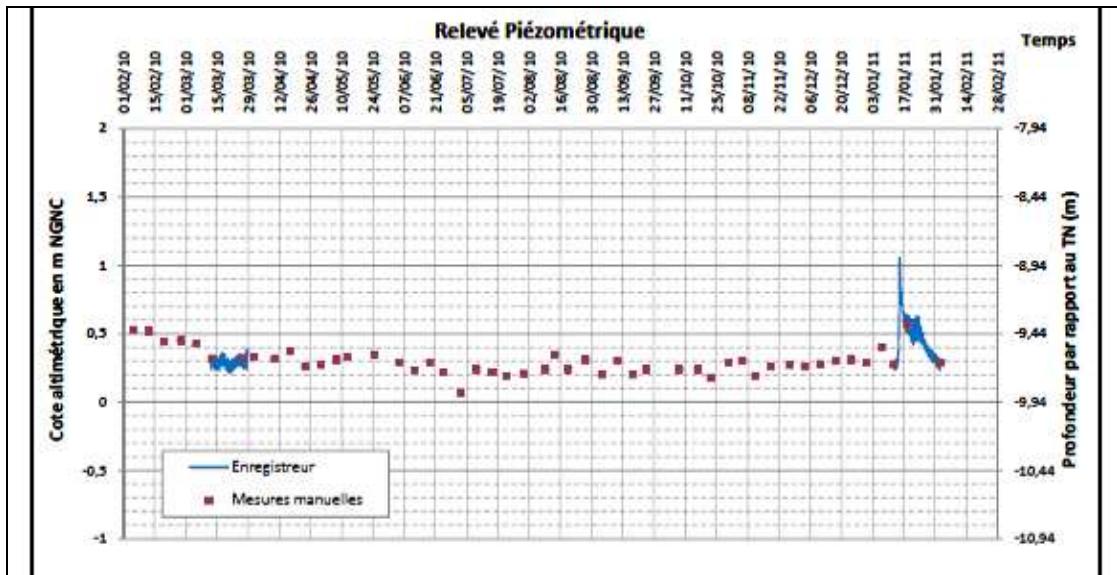
**Figure 4 : Evolution du niveau d'eau dans les CPI n°1, 2, 3 & 4 « Année 2010 »**

(Origine : Mémorandum technique, GOLDER NC, 097301008-031-M-Rev0-Instrumentation Doniambo Janvier 2011, 08/02/2011)



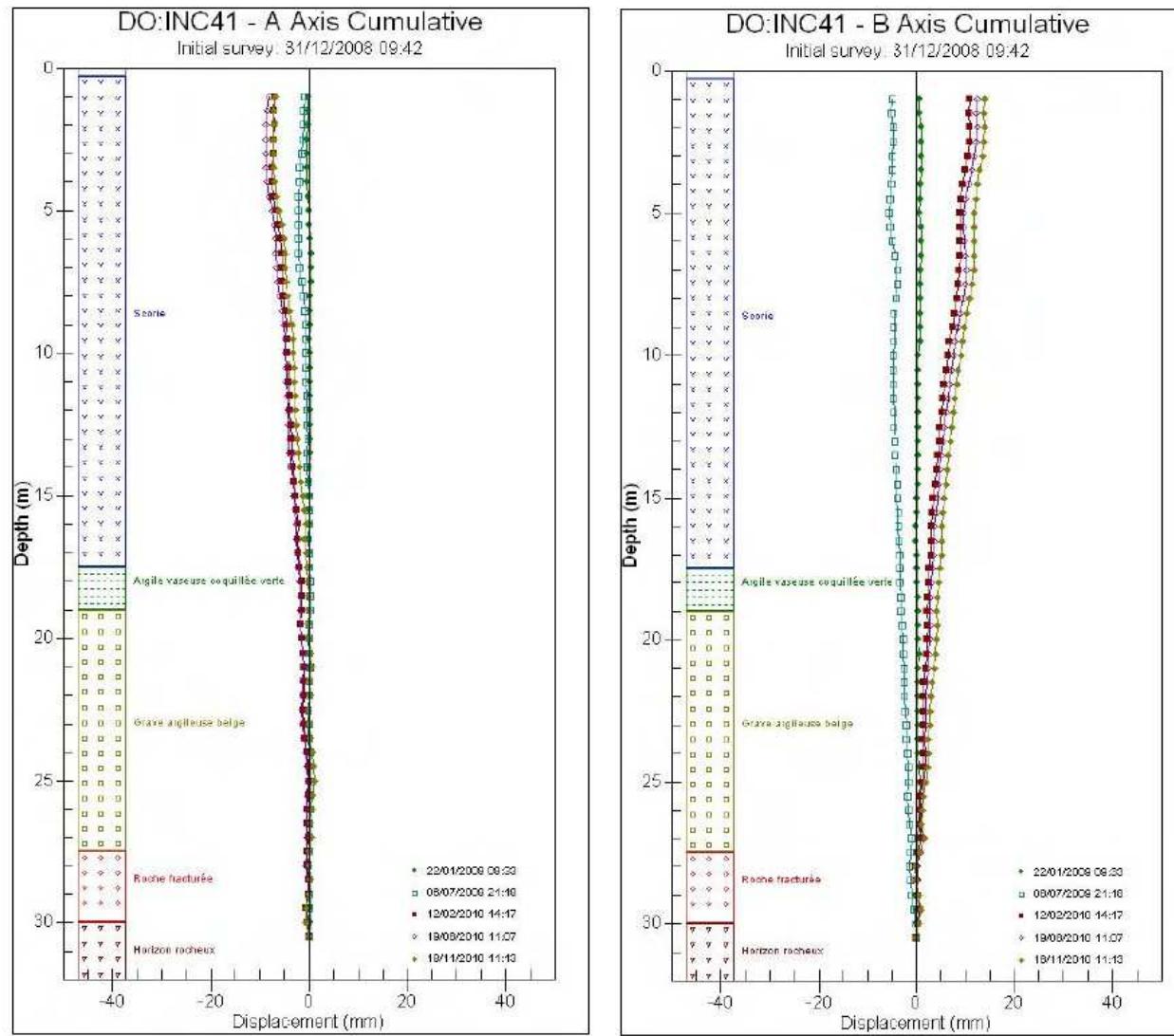
**Figure 5: Relevé piézométrique du PZ21**

(Origine : Mémorandum technique, GOLDER NC, 097301008-031-M-Rev0-Instrumentation  
Doniambo Janvier 2011, 08/02/2011)

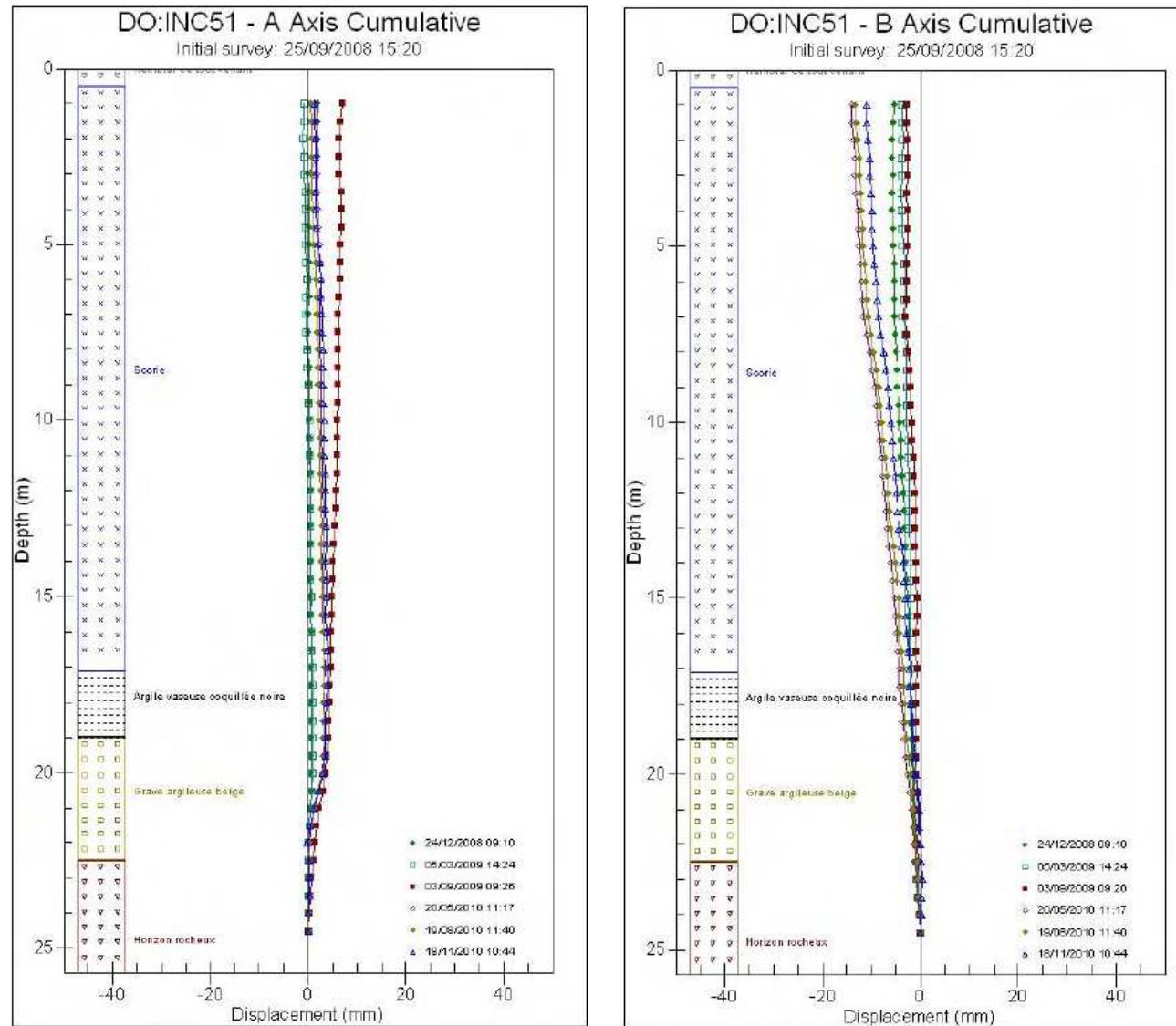


**Figure 6 : Relevé piézométrique du PZ61**

(Origine : Mémorandum technique, GOLDER NC, 097301008-031-M-Rev0-Instrumentation  
Doniambo Janvier 2011, 08/02/2011)



**Figure 7: Profils de l'inclinomètre INC41 (Gauche = Axe principal, Droite = Axe transversal) (Origine : Mémorandum technique, GOLDER NC, 097301008-026-M-Rev0-Instrumentation Doniambo Novembre 2010, 03/12/2010)**



**Figure 8 : Profils de l'inclinomètre INC51 (Gauche = Axe principal, Droite = Axe transversal)**

(Origine : Mémorandum technique, GOLDER NC, 097301008-026-M-Rev0-Instrumentation Doniambo Novembre 2010, 03/12/2010)

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

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 m <sup>2</sup> , côte proche de +0).	Aménagement du drain achevé Le stérile a été remplacé par des galets de rivière Travaux de comblement de l'emprise en cours de finalisation.	Conforme au projet
1.2	Aménagement des drains périphériques sous les talus	Tranchées drainantes enterrées sous les talus de la verve. Elles sont composées de refus d'usine et entourées de géotextile (Section 1m <sup>2</sup> , côte +5 Sud et +10 Nord).	Côté Nord : les 5 drains sont réalisés 107 à 111), Côté sud : la réalisation des drains 100 et 116 est programmé pour 2011.	Partie enterrée conforme au projet
1.3	Aménagement de la banquette périphérique de sécurité	<b>Banquette périphérique côté Nord:</b> Largeur = 8 m à + 5 NGNC Largeur = 12 m à + 10 NGNC <b>Banquette périphérique côté Sud :</b> Largeur =20 m à + 5 NGNC talus aval 14°.	<u>Côté Nord</u> : Quelques corrections au droit de la banquette +10 NGNC. <u>Côté Sud</u> : non entamée à cause du retard d'endigage de la zone maritime.	Réalisation conforme au projet. Travaux de correction en cours Accélérer l'endigage de la zone maritime pour anticiper la stabilisation du pied de la verve.
1.4	Construction des talus de la verve	<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 = 7 m.	Le premier sous niveau côté Nord est réalisé avec une pente proche de 27° sur 5 m de hauteur. 1 <sup>er</sup> sous-niveau aménagé par endroits	Travaux de mise en conformité en cours
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 verve).	La construction n'a pas démarré Travaux programmée dans le phasage.	Pas d'urgence
1.6	Végétalisation des talus et protection du pied de la verve	Semis et plantations sur les niveaux et les banquettes	Essai réalisé avec succès, revégétalisation programmé au fur et à mesure de la construction des talus	1 <sup>er</sup> chantier entamé en 2010 Une partie des travaux est programmée en 2011
1.7	Endigage de la zone maritime	Endigage de l'ensemble de l'emprise de la verve (zone maritime)	Projet détaillé de l'endigage réalisé par MECATER Travaux entamés en 2011 Divers problèmes rencontrés liés à la modification de la technique d'endigage	Recommandation de revoir le design et la mise à jour de l'étude
1.8	Déplacement de la conduite Shell	Déviation du tracé actuel de la conduite vers la bordure de la verve.	Travaux réalisés	
1.9	Réalisation du mur anti-bruit	Réalisation d'un merlon de scorie de 10 m de haut en bordure Nord du site. Ce melon s'étend vers l'Est à partir de l'extrémité Nord-est du pied de la verve.	Travaux réalisés	Conforme au projet
1.10	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
1.11	Confinement des scories sodiques	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 achevés	Conforme au projet
1.12	Confinement des scories calcosodiques	Casse fonte sous-abri Confinement en alvéoles étanches (DEG)	3 alvéoles déjà réalisées en 2010	Casse font à l'air-libre entraînant un risque de génération de lixiviat

2. Contrôle de la surveillance géotechnique et environnementale		Spécifications APD	Réalisation	Commentaires MECATER
2.1	Contrôle des déformations	Installation de 5 inclinomètres (spec MECATER) : Banquette Nord + 10 NGNC : INC51, INC41. Banquette Sud : INC21, INC11, INC 31. <i>Relevés inclinométriques trimestriels</i>	Trois inclinomètres réalisés (INC11, INC41 et INC51) INC21 Travaux programmés en 2011.  <i>Relevé inclinométrique réalisé avec une fréquence trimestrielle</i>	L'inclinomètre INC41, présente un défaut d'ancrage à la base, mais ne nécessite pas de reprise. Nécessité d'accélérer la mise en place des inclino INC21, INC31 Fréquence des mesures inclinométriques conforme.
2.2	Contrôle des sous pressions d'eau sous la verve	Installation de 4 CPI (1, 2, 3 et 4) enterrées dans l'assise et de 6 piézomètres à tubes ouverts : <i>Relevés quotidien des CPI</i> Banquette Nord + 10 NGNC : PZ51, PZ41 et PZ61. Banquette Sud + 5 NGNC : PZ21, PZ11, PZ31. <i>Relevés piézométriques trimestriels</i>	Les quatre CPI ont été installées Une centrale d'acquisition a été installée fin décembre 2009 - début janvier 2010 au niveau de la banquette Nord (pour les CPI 3 et 4). Une protection et amélioration de l'accès à l'ensemble de l'instrumentation ont été effectuées à l'aide de pneus GC usagés.  <i>Relevé des CPI réalisé avec une fréquence mensuelle</i> 5 piézomètres sur 6 ont été installés PZ31 à installer à la fin des travaux d'endigage.  <i>Relevé piézométrique réalisé avec une fréquence mensuelle</i>	Installation conforme aux règles de l'art. Fonctionnement normal. Installation des sondes de mesure automatique dans les piézomètres réalisée comme convenu. Fréquence de relevés des CPI non conforme pour les CPI 1 et 2 → installation de la centrale sur dès que possible Pour les CPI 3 et 4 qui sont actuellement raccordés à la centrale l'acquisition, les mesures sont conformes à l'arrêté. Fréquence des mesures piézométriques conforme.
2.3	Mesure de la pluviométrie	Installation d'un pluviomètre automatique à auget.	Installation opérationnelle	
2.4	Contrôle de la cadence de stockage	Levés topographiques mensuels et vérification de la vitesse du rehaussement en différents points de la verve (vitesse limite du rehaussement : 2 m/an en périphérie et 5 m/an dans la partie centrale de la verve).	Levé réalisé avec une fréquence mensuel.	Cadence de stockage globalement respectée.
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.		Le PZ31 ne peut être installé qu'après l'endigage 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 ≈5% pour la période diurne (6-21h) entre 2007 et 2010

## 7. CONCLUSION ET PRINCIPALES RECOMMANDATIONS

D'après les différentes missions d'audits réalisés par l'ingénieur de MECATER et après examen de des résultats d'auscultation géotechniques en place, nous estimons que les travaux de construction de la verse à scorie se déroulent conformément au projet.

Les missions mensuelles sur site ont permis à l'auditeur de relever rapidement les dérives, 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 normalement et ne montre aucune anomalie de comportement de la verse ni de son assise. La cadence de rehaussement globale est lente et les déplacements dans l'assise sont faibles (quelques millimètres par an). Les phases de mise en place des instruments de surveillance sont réalisées en cohérence avec l'évolution de la construction de la verse.

Les résultats de l'analyse de la qualité des eaux ne montrent pas d'augmentation significative des éléments chimiques polluants. Certains de ces éléments sont, même en nette diminution.

Enfin, nous tenons à préciser que le PH dans le PZ61 est en cours de diminution. Ceci est lié normalement au confinement du tas historique des scories sodiques.

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

**R1** : Compléter l'installation du dispositif de surveillance géotechnique prévu dans la phase 1 à savoir les inclinomètres INC21 & INC31 et le piézomètre PZ31. Aussi, raccorder dès que possible les CPI 1 & 2 à la centrale d'acquisition Sud..

**R2** : Elargir au plus vite, l'emprise actuelle de stockage de façon à couvrir l'emprise ultime de la verse. Cette disposition permet à la fois d'améliorer les conditions de consolidation de l'assise notamment au niveau de la zone périphérique, de mettre en place les équipements de surveillance géotechnique et de démarrer la construction de la partie inférieure du talus ultime de la verse. Cet élargissement concerne évidemment l'endigage de la zone maritime mais aussi les zones comme celle du Casse-fonte, chantier Menaouer, flanc Est, etc.

**R3** : Accélérer les travaux d'endigage de la zone maritime afin d'anticiper la stabilisation du pied de la verse.

**R4** : Poursuivre les chantiers de mise en conformité des talus actuels de la verse avec le design présenté dans le DE.



---

**R5** : Accélérer l'aménagement de drains de la partie Sud de la verse (100, 101, 115 & 116) et ce en respectant la nouvelle conception à savoir un profil à deux niveaux (+10 NGNC à l'amont et +5NGNC à l'aval).

**R6** : Poursuivre les efforts en matière de végétalisation des talus de la verse.

**R7** : Niveler la piste de roulage au pied du talus Nord et la caler à la cote +10 NGNC.

**R8** : Respecter le phasage de stockage défini en commun accord entre la SLN et MECATER.