



**SYNTHÈSE ANNUELLE DES MISSIONS DE SUIVI  
DE LA VAS POUR L'ANNÉE 2013**

22 NOV. 2017



CE18-3160-81-510

Indice	Date	Rédigé par	Vérifié par	Approuvé par
A	14/08/2014	Khoubeib GHARBI	Ghassen JAMELLEDDINE	Samir ENNOUR

## SOMMAIRE

<b>1. CONTEXTE ET OBJET</b>	<b>- 3 -</b>
<b>2. ETAT ACTUEL DE LA VERSE ET TRAVAUX REALISES DE MAI 2013 A JUIN 2014</b>	<b>- 3 -</b>
<b>2.2. Travaux réalisés entre mai 2013 et juin 2014</b>	<b>- 6 -</b>
2.2.1. Endigage de la zone maritime	- 6 -
2.2.2. Construction des drains Est et Sud-Est	- 9 -
2.2.3. Reprofilage du flanc Est et du talus « Casse Fonte »	- 14 -
<b>3. TRAVAUX PROGRAMMES POUR LA PERIODE 2014-2015 :</b>	<b>17</b>
3.1. Reprofilage des talus de la verse	17
3.2. Construction des descentes d'eau	17
<b>4. PHASAGE DU STOCKAGE POUR LE DEUXIEME SEMESTRE 2014 ET L'ANNEE 2015</b>	<b>18</b>
4.1. Rehaussement de la zone « Menaouer »	18
4.2. Endigage de la zone maritime	18
<b>5. ANALYSE DES RESULTATS D'INSTRUMENTATION GEOTECHNIQUE</b>	<b>20</b>
5.1. Capteurs de pressions interstitielles enterrés « CPI »	21
5.2. Piézomètres	23
5.3. Inclinomètres	23
<b>6. ANALYSE DES MESURES DE LA QUALITE DES EAUX</b>	<b>24</b>
6.1. Analyse de la qualité des eaux du piézomètre situé à proximité de l'ancienne décharge	24
6.2. Analyse de la qualité des eaux des piézomètres situés aux alentours du tas historique	24
<b>7. CONCLUSION ET PRINCIPALES RECOMMANDATIONS</b>	<b>- 27 -</b>

## LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1 : Projet ultime optimisé de la VAS</i>	<i>- 4 -</i>
<i>Figure 2 : Carte des iso-valeurs de rehaussement entre mai 2013 et juin 2014</i>	<i>- 5 -</i>
<i>Figure 3: Vue 3D de la VAS en juin 2014</i>	<i>- 5 -</i>
<i>Figure 4 : Vue des jetées de la zone d'endigage maritime en juillet 2014</i>	<i>- 7 -</i>
<i>Figure 5 : Plan des jetées d'endigage de la zone maritime proposé par l'exploitant</i>	<i>- 7 -</i>
<i>Figure 6 : Phasage des travaux d'endigage maritime proposé par MECATER en 2009</i>	<i>- 8 -</i>
<i>Figure 7 : Implantation du dispositif de sous drainage de la verse à scories</i>	<i>- 9 -</i>
<i>Figure 8 : Terrassement de l'emprise du drain 100</i>	<i>- 13 -</i>
<i>Figure 9 : Construction du drain 100</i>	<i>- 13 -</i>
<i>Figure 10 : Vue du drain 100 en cours de construction</i>	<i>- 13 -</i>
<i>Figure 11 : Recouvrement du drain 100 par du géotextile</i>	<i>- 13 -</i>
<i>Figure 12 : Fermeture du drain 100 par du géotextile</i>	<i>- 13 -</i>
<i>Figure 13 : Vue du drain 100 à la fin d'exécution</i>	<i>- 13 -</i>
<i>Figure 14 : Terrassement du drain 101</i>	<i>- 14 -</i>
<i>Figure 15 : Pose de géotextile au fond du drain 101</i>	<i>- 14 -</i>
<i>Figure 16 : Remplissage du drain 101 en Bessemer</i>	<i>- 14 -</i>
<i>Figure 17 : Vue du drain 101</i>	<i>- 14 -</i>
<i>Figure 18 : Vue dans l'axe de la banquette du talus Est</i>	<i>- 15 -</i>
<i>Figure 19 : Vue du talus « Casse Fonte » depuis la rue Papeete</i>	<i>- 15 -</i>

Figure 20 : Vue de l'atelier « Casse Fonte » à partir de la plateforme sommitale .....	- 16 -
Figure 21 : Vue de la banquette de la zone « Casse Fonte » en juillet 2014.....	- 16 -
Figure 22 : Coupe type de la descente d'eau principale en enrochements .....	18
Figure 23 : Implantation du dispositif d'instrumentation de la verse à scories .....	20
Figure 24 : Coupe type d'une CPI en forage.....	22
Figure 25 : Evolution du niveau d'eau dans les CPI de la VAS entre juin 2013 et juin 2014.....	- 29 -
Figure 26 : Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 11 .....	- 29 -
Figure 27 : Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 21 .....	- 30 -
Figure 28 : Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 41 .....	- 30 -
Figure 29 : Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 51 .....	- 31 -
Figure 30 : Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 61 .....	- 31 -
Figure 31 : Profil inclinométrique INC21 .....	- 32 -
Figure 32 : Profil inclinométrique INC41 .....	- 32 -
Figure 33 : Profil inclinométrique INC51 .....	- 33 -
Figure 34 : Courbe d'évolution du pH mesuré dans le PZ21 entre 2010 et 2013.....	- 33 -
Figure 35 : Courbe d'évolution des éléments chimiques mesurés dans le PZ21 entre 2010 et 2013.....	- 34 -
Figure 36 : Evolution du pH dans les cinq piézomètres entre 2010 et 2013.....	- 34 -
Figure 37 : Evolution du Chrome dans les cinq piézomètres entre 2010 et 2013 .....	- 34 -
Figure 38 : Evolution du Chrome hexavalent dans les cinq piézomètres entre 2010 et 2013 .....	- 35 -
Figure 39 : Evolution d'aluminium dans les cinq piézomètres entre 2010 et 2013.....	- 35 -
Figure 40 : Evolution du fer dans les cinq piézomètres entre 2010 et 2013.....	- 35 -
Figure 41 : Evolution du nickel dans les cinq piézomètres entre 2010 et 2013.....	- 36 -
Figure 42 : Evolution du zinc dans les cinq piézomètres entre 2010 et 2013.....	- 36 -

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Dimensions des jetées de la zone d'endiguage.....	- 6 -
Tableau 2 : Caractéristiques des drains et réalisation.....	- 10 -
Tableau 3 : Etat du réseau d'instrumentation de la VAS à juin 2014 .....	21
Tableau 4 : Résultats d'analyses d'eau dans le piézomètre PZ 21 en 2013 .....	24
Tableau 5 : Résultats d'analyses d'eau dans le piézomètre P1 .....	25
Tableau 6 : Résultats d'analyses d'eau dans le piézomètre P2 .....	25
Tableau 7 : Résultats d'analyses d'eau dans le piézomètre P3 .....	26
Tableau 8 : Résultats d'analyses d'eau dans le piézomètre P4.....	26
Tableau 9 : Résultats d'analyses d'eau dans le piézomètre PZ 61 .....	26

## **1. CONTEXTE ET OBJET**

Dans le cadre du projet de construction de la verse à scories de Doniambo, MECATER a assuré au cours de la période 2013-2014 des missions trimestrielles de suivi de la mise en œuvre de l'ouvrage.

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

La dernière synthèse annuelle établie par MECATER a couvert l'année 2012 et le premier semestre de l'année 2013 (Ref : Mecater/SLN/47/GJ/A/2013).

Nous présentons dans le présent rapport une synthèse des missions de suivi effectuées entre le deuxième trimestre 2013 et le premier trimestre 2014 avec une interprétation des résultats d'instrumentation géotechnique.

## **2. ETAT ACTUEL DE LA VERSE ET TRAVAUX REALISES DE MAI 2013 A JUIN 2014**

### **2.1. Etat actuel de la verse à scorie**

L'emprise de la VAS couvrait initialement une superficie de 80 ha. Durant l'année 2013, l'exploitant a repositionné la limite du talus Sud-Est de la verse induisant une réduction de l'emprise au sol de 8 ha. Ainsi, l'emprise actuelle de la verse à scorie serait proche de 72 ha. Suite à la modification de l'emprise, le tas historique ne fait plus partie du périmètre de la VAS (Cf. Figure 1).

En se référant à la dernière mise à jour topographique datant du mois de juin 2014, la capacité résiduelle de la VAS est proche de 16.6 millions de m<sup>3</sup> (Cf. Figure 1).

Le volume total de scories mis en verse entre le deuxième trimestre 2013 et le premier semestre 2014 avoisine les 900 000 mille m<sup>3</sup>. Le stockage des scories s'est concentré dans les zones suivantes (Cf. Figures 2 et 3) :

- La plateforme sommitale (sur une épaisseur maximale de 5 m)
- Le talus Nord-Est surplombant l'atelier « casse-fonte » (sur une épaisseur maximale de 4 m)
- La talus Sud (sur des épaisseurs variant de 4 à 9 m)
- La zone d'endigage maritime au Sud-Ouest de la verse (sur une épaisseur maximale de 10 m)
- Les zones de remblaiement des drains Sud et Est



Actuellement, la plateforme sommitale de la verse se situe globalement entre les cotes 20 et 26 NGNC à l'exception de la zone « Menaouer » où la cote de la verse est calée à la cote 5 NGNC (Cf. Figure N°3).

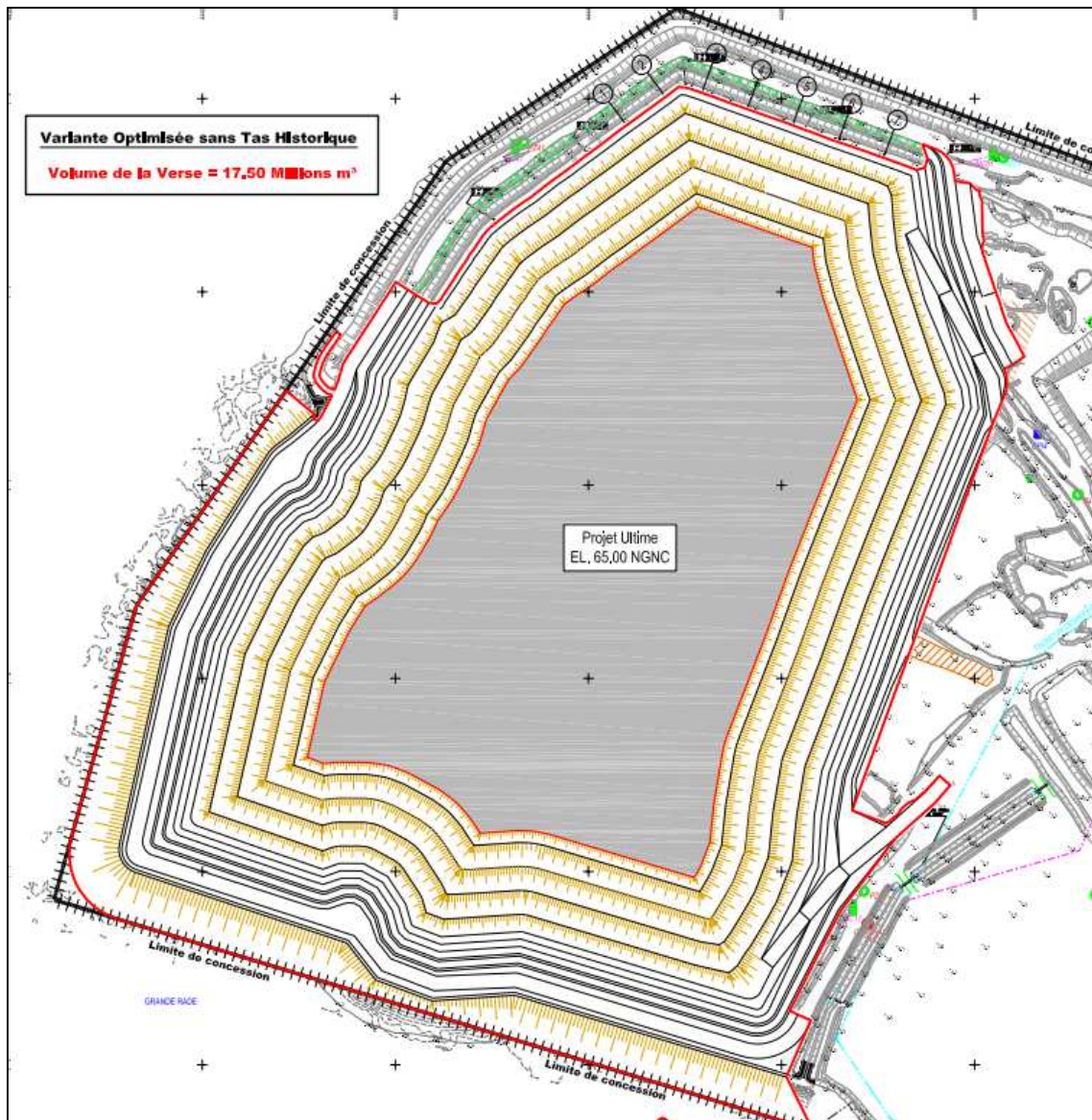


Figure 1 : Projet ultime optimisé de la VAS

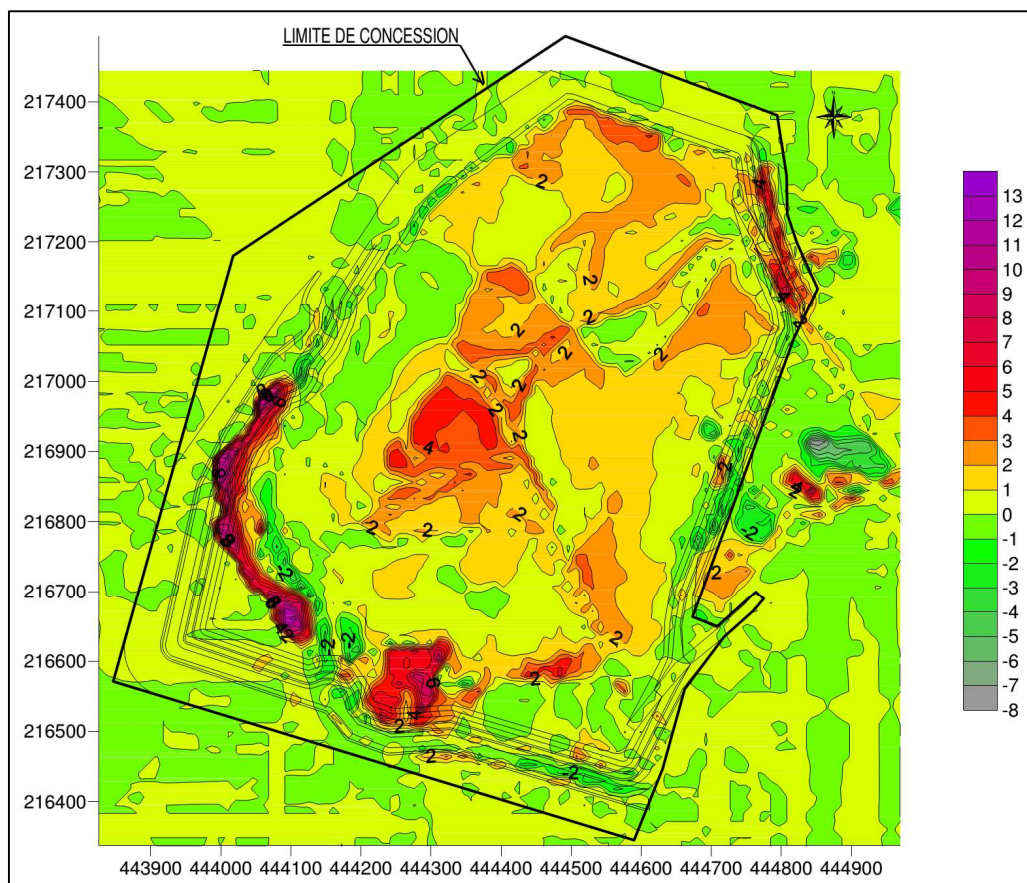


Figure 2 : Carte des iso-valeurs de rehaussement entre mai 2013 et juin 2014

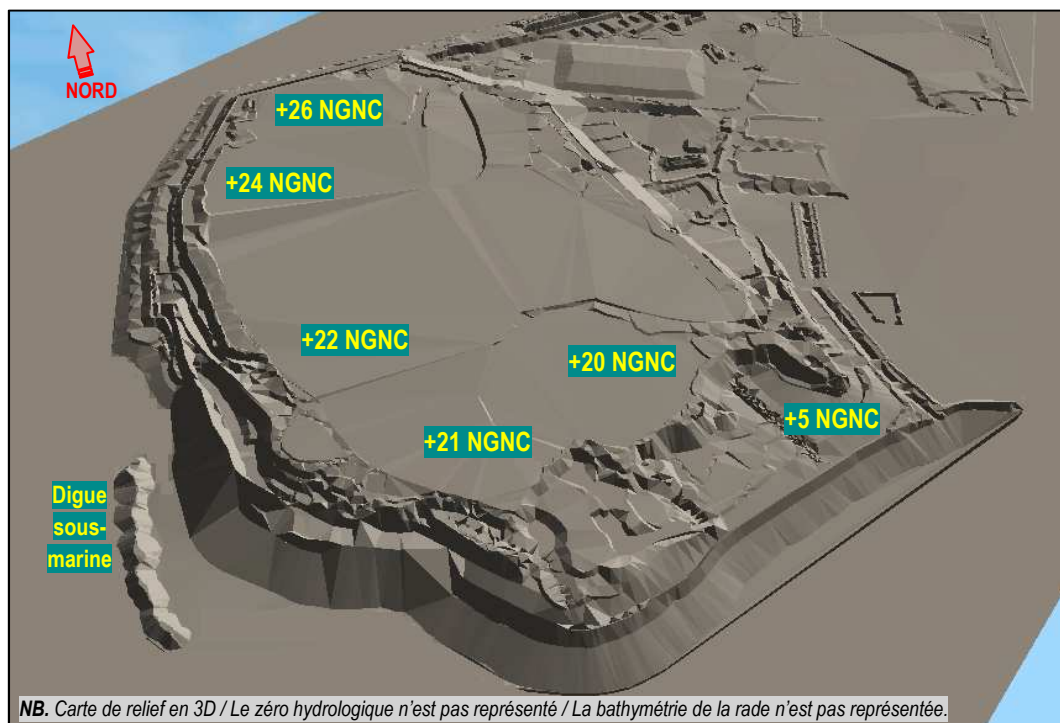


Figure 3: Vue 3D de la VAS en juin 2014

## 2.2. Travaux réalisés entre mai 2013 et juin 2014

### 2.2.1. Endigage de la zone maritime

Les travaux d'endigage de la zone maritime, située au niveau de l'extrémité Sud-Ouest de la verse, ont débuté fin 2013. A terme, ces travaux couvriront une surface proche de 8,5 ha et le volume total à endiguer jusqu'à atteindre la cote +2 m NGNC sera proche de 700 000 m<sup>3</sup>.

Le phasage des travaux d'endigage est le suivant :

- Etape N°1 : Une digue de démarrage par clapage a été réalisée sur la limite Ouest de la zone à endiguer sur une longueur de 250 m. La cote de sa crête varie entre -2 m et -4 m NGNC.
- Etape N°2 : Une piste d'accès a été créée à la cote +2 NGNC pour l'acheminement des scories à la zone du projet.
- Etape N°3 : Des jetées en scories ont été réalisées pour permettre l'avancement du front de la verse vers la limite Sud-Ouest du projet (Cf. Figure 4, 5 et 6).

Le bureau MECATER avait initialement prévu de réaliser 8 jetées qui font 20 m de long et 10 m de large en veillant à garder un espacement de 80 m entre deux jetées (Cf. Ref : MECATER/SLN/14/SG/D/2008).

A la demande de l'exploitant, MECATER a donné un avis favorable quant à la proposition consistant en la construction de 5 jetées de 50 à 100 m de large (Cf. m-à-j topographique : topo U38411\_R\_maj\_verse170614).

Les jetées réalisées présentent les dimensions suivantes :

**Tableau 1 : Dimensions des jetées de la zone d'endigage**

	Longueur (m)	Largeur (m)	Cote supérieure	Etat
<b>Jetée N°1</b>	37	50	+3,0 m NGNC	Réalisée
<b>Jetée N°2</b>	34	60	+4,1 m NGNC	Réalisée
<b>Jetée N°3</b>	61	60	+3,6 m NGNC	Réalisée
<b>Jetée N°4</b>	174	100	+2 m NGNC (projet)	Non réalisée

- Etape N°4 : Remplissage de l'espace interjeté par bulls et camions à la cadence de production de l'usine.
- Etape N°5 : Répétition des étapes N° 3 et N°4 jusqu'à la cote +2 m NGNC.
- Etape N°6 : Rehaussement de la plateforme ainsi obtenue :



- de la cote + 2 m NGNC à la cote +10 NGNC, la cadence de stockage sera limitée à 2 m/ans.
- au-delà de la cote +10 m NGNC, l'épaisseur de la couche d'épandage des scories peut passer à 5 m.



Figure 4 : Vue des jetées de la zone d'endiguage maritime en juillet 2014

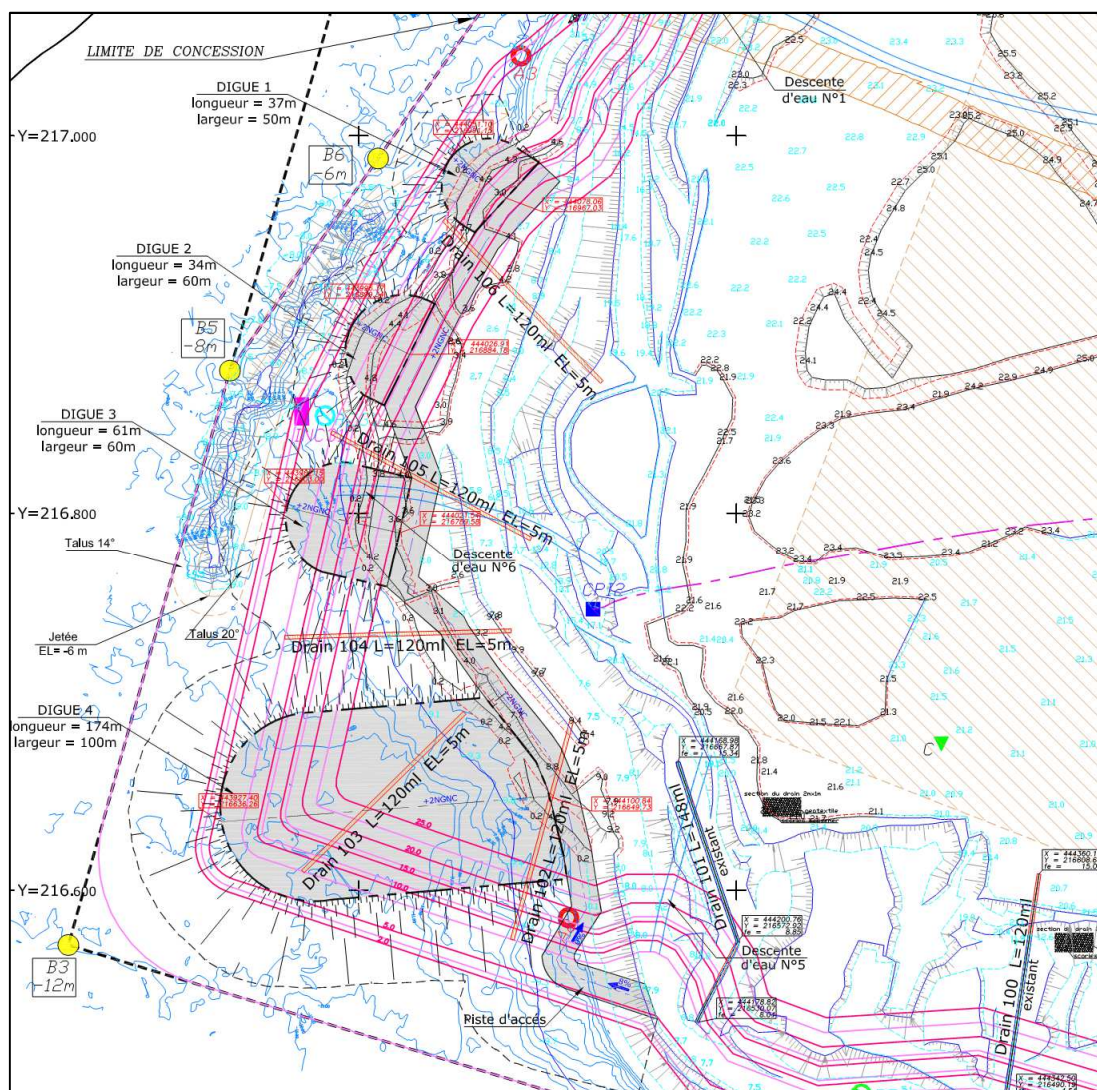


Figure 5 : Plan des jetées d'endiguage de la zone maritime proposé par l'exploitant



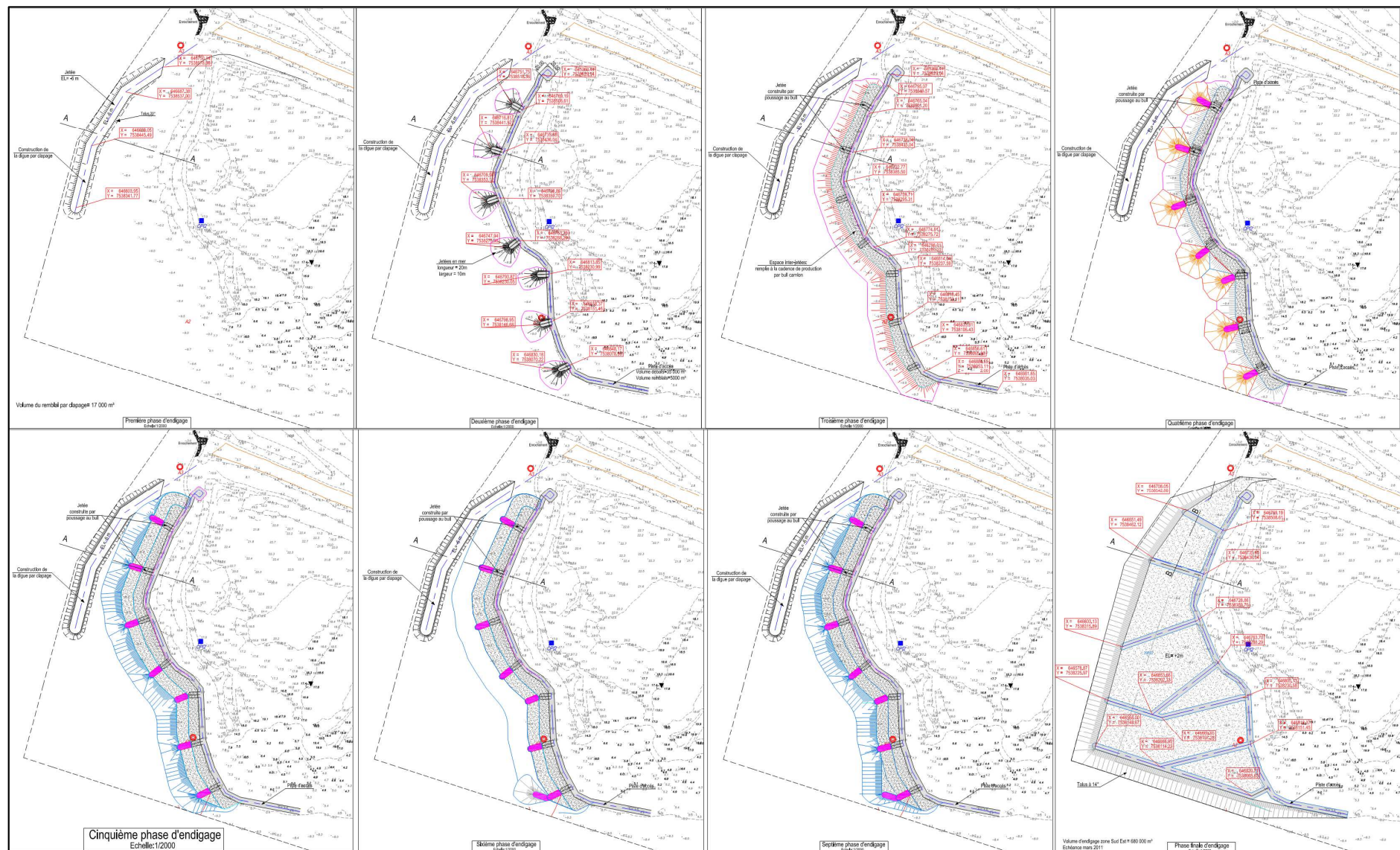


Figure 6 : Phasage des travaux d'endiguement maritime proposé par MECATER en 2009



### 2.2.2. Construction des drains Est et Sud-Est

En tout, seize drains en scories Bessemer (numérotés de 100 à 115) sont à mettre en place sous les talus de la verse. Ces drains servent à drainer les sous écoulements en cas d'une montée accidentelle du niveau d'eau sous le talus de la verse. Les caractéristiques de ces derniers sont récapitulées dans le tableau 2.

Actuellement, onze drains sont construits (Cf. Figures 7 à 17).

- Les drains 107, 108, 109, 110 et 111 ont été réalisés depuis 2008
- Les drains 100, 101, 112, 113, 114 et 115 ont été réalisés en 2013

Les drains 102, 103, 104, 105 et 106 prévus sous le talus Sud-Ouest de la verse seront réalisés après l'endiguage de la zone maritime (Cf. Figure N°7).

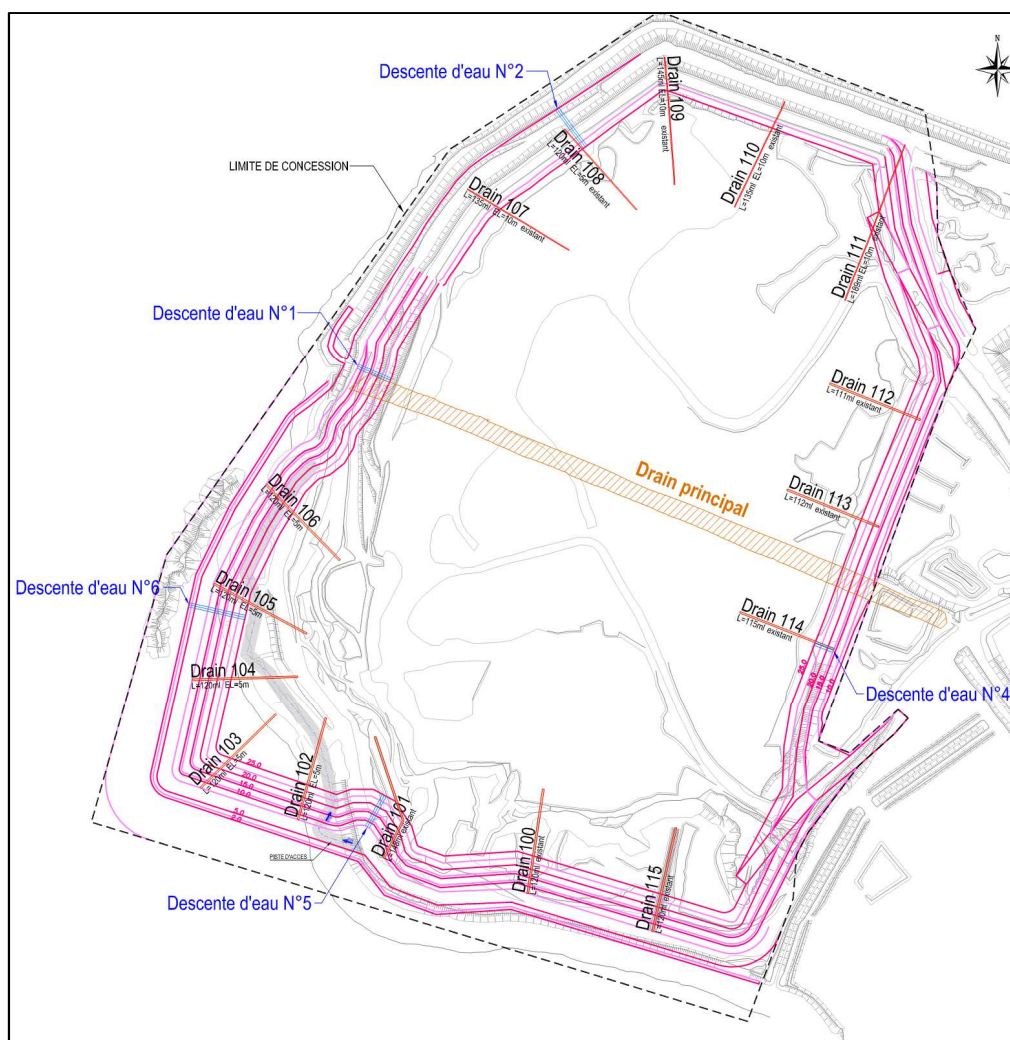
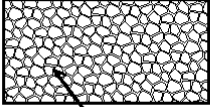
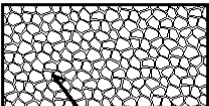
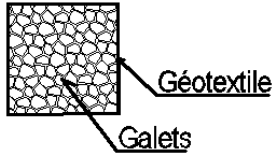
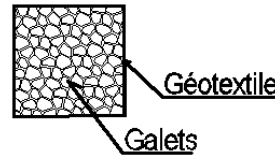
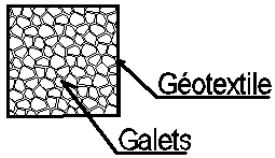
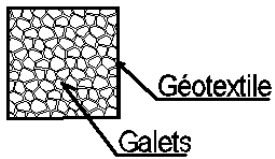
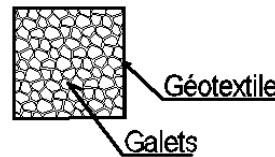
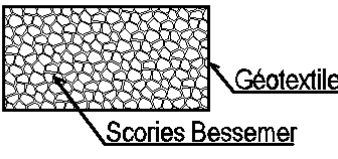


Figure 7 : Implantation du dispositif de sous drainage de la verse à scories

Tableau 2 : Caractéristiques des drains et réalisation

N° Drain	Coordonnées (m NGNC)		Linéaire (m)	Section	Réalisation
Drain 100	Amont	X= 444360,19	L = 120	<p>Section du drain 2mx1m</p>  <p>Géotextile</p> <p>Scories Bessemer</p>	Réalisé en 2013
		Y= 216608,65			
		Z= 15,09			
	Aval	X= 444342,50			
		Y= 216490,19			
		Z= 4,51			
Drain 101	Amont	X= 444168,99	L = 148	<p>Section du drain 2mx1m</p>  <p>Géotextile</p> <p>Scories Bessemer</p>	Réalisé en 2013
		Y= 216667,87			
		Z= 15,34			
	Centre	X= 444200,76			
		Y= 216572,92			
		Z= 8,85			
	Aval	X= 444178,82			
		Y= 216530,07			
		Z= 8,04			
Drain 102	EL = 5 m		L = 120	—	A réaliser après l'endigage de la zone maritime
Drain 103	EL = 5 m		L = 120	—	A réaliser après l'endigage de la zone maritime
Drain 104	EL = 5 m		L = 120	—	A réaliser après l'endigage de la zone maritime
Drain 105	EL = 5 m		L = 120	—	A réaliser après l'endigage de la zone maritime

<b>Drain 106</b>	EL = 5 m		L = 120	—	A réaliser après l'endigage de la zone maritime
<b>Drain 107</b>	Amont	X= 444389,36	L = 135	Section du drain 1mx1m 	Réalisé depuis 2008
		Y= 217222,66			
		Z= 10,00			
	Aval	X= 444273,91			
		Y= 217291,88			
		Z= 10,00			
<b>Drain 108</b>	Amont	X= 444466,28	L = 135	Section du drain 1mx1m 	Réalisé depuis 2008
		Y= 217268,35			
		Z= 10,00			
	Aval	X= 444384,19			
		Y= 217360,06			
		Z= 10,00			
<b>Drain 109</b>	Amont	X= 444509,36	L = 145	Section du drain 1mx1m 	Réalisé depuis 2008
		Y= 217296,98			
		Z= 10,00			
	Aval	X= 444498,19			
		Y= 217441,57			
		Z= 10,00			
<b>Drain 110</b>	Amont	X= 444577,72	L = 135	Section du drain 1mx1m 	Réalisé depuis 2008
		Y= 217271,61			
		Z= 10,00			
	Aval	X= 444634,74			
		Y= 217390,96			
		Z= 10,00			
<b>Drain 111</b>	Amont	X= 444703,22	L = 189	Section du drain 1mx1m 	Réalisé depuis 2008
		Y= 217165,59			
		Z= 10,00			
	Aval	X= 444771,31			
		Y= 217342,14			
		Z= 10,00			
<b>Drain 112</b>	Amont	X= 444685,96	L = 111	Section du drain 2mx1m 	Réalisé en 2013
		Y= 217070,13			
		Z= 16,84			
	Aval	X= 444788,96			
		Y= 217028,95			
		Z= 11,28			

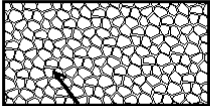
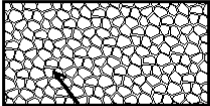
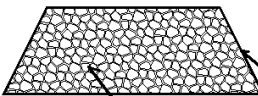
<b>Drain 113</b>	Amont	X= 444637,42	L = 112	<p>Section du drain 2mx1m</p>  <p>Géotextile</p> <p>Scories Bessemer</p>	Réalisé en 2013
		Y= 216949,49			
		Z= 16,46			
	Aval	X= 444741,69			
		Y= 216907,51			
		Z= 9,14			
<b>Drain 114</b>	Amont	X= 444583,81	L = 115	<p>Section du drain 2mx1m</p>  <p>Géotextile</p> <p>Scories Bessemer</p>	Réalisé en 2013
		Y= 216810,62			
		Z= 17,28			
	Aval	X= 444690,60			
		Y= 216768,51			
		Z= 7,08			
<b>Drain 115</b>	Amont	X= 444510,97	L = 120	<p>Section du drain 2mx1m</p>  <p>Géotextile</p> <p>Scories Bessemer</p>	Réalisé en 2013
		Y= 216564,78			
		Z= 6,93			
	Aval	X= 444484,50			
		Y= 216446,82			
		Z= 4,38			





Figure 8 : Terrassement de l'emprise du drain 100



Figure 9 : Construction du drain 100



Figure 10 : Vue du drain 100 en cours de construction



Figure 11 : Recouvrement du drain 100 par du géotextile



Figure 12 : Fermeture du drain 100 par du géotextile



Figure 13 : Vue du drain 100 à la fin d'exécution



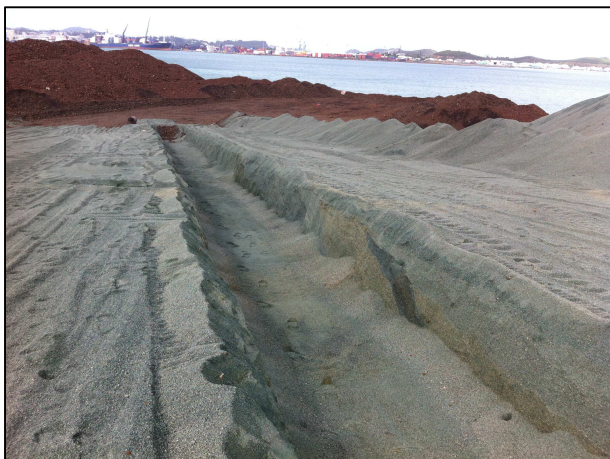


Figure 14 : Terrassement du drain 101



Figure 15 : Pose de géotextile au fond du drain 101



Figure 16 : Remplissage du drain 101 en Bessemer



Figure 17 : Vue du drain 101

### 2.2.3. Reprofilage du flanc Est et du talus « Casse Fonte »

Le flanc Est de la VAS a été reprofilé par la création d'une banquette intermédiaire entre les rampes d'accès Nord et Sud calée à la cote moyenne 9 NGNC. Le point haut de la dite banquette sera situé au niveau de l'exutoire du drain 112 à la cote 12 NGNC et le point bas sera situé au niveau de l'exutoire du drain 114 à la cote 8 NGNC. Actuellement, la largeur moyenne de cette banquette est de 5 m (Cf. Figure 18).

Le talus situé en amont de la zone « Casse Fonte » est en cours de reprofilage par la création d'une banquette calée actuellement à la cote moyenne 10 NGNC dont la largeur est proche de 5 m (Cf. Figures 19, 20 et 21).



Figure 18 : Vue dans l'axe de la banquette du talus Est



Figure 19 : Vue du talus « Casse Fonte » depuis la rue Papeete





Figure 20 : Vue de l'atelier « Casse Fonte » à partir de la plateforme sommitale



Figure 21 : Vue de la banquette de la zone « Casse Fonte » en juillet 2014

### **3. TRAVAUX PROGRAMMES POUR LA PERIODE 2014-2015 :**

#### **3.1. Reprofilage des talus de la verse**

Le reprofilage des talus Est et du Nord-Est surplombant l'atelier « Casse Fonte » se poursuivra durant la période 2014/2015.

#### **3.2. Construction des descentes d'eau**

Suite à la modification de l'emprise de la VAS, cinq descentes d'eau principales (contre 6 initialement prévues) seront aménagées sur les talus libres de la verse (Cf. Figure 7). Ces descentes d'eau devront permettre de drainer la plateforme sommitale ultime et les banquettes drainantes.

Les descentes d'eau seront aménagées en escalier avec des replats au niveau des banquettes drainantes. Elles auront une pente intégratrice maximale de 18°.

La construction des descentes d'eau se fera par tronçon 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 dont l'emprise est terrassée (en l'occurrence les descentes N°1, 2 et 4).

Les travaux de construction des descentes d'eau consistent à :

- Réaliser une entaille dans laquelle sera logée la descente d'eau ;
- Mettre en place du géotextile de séparation à la base de l'entaille ;
- Poser les enrochements sur le géotextile, de préférence à la pelle rétro (Cf. Figure 22) ;
- Mettre en place de blocs métriques à la base de la descente d'eau afin de créer un ancrage et de permettre la dissipation de l'énergie des écoulements.

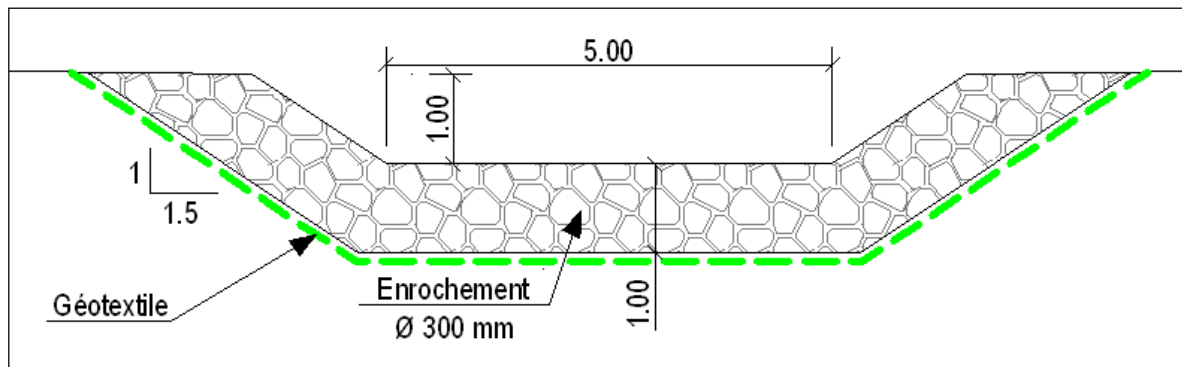


Figure 22 : Coupe type de la descente d'eau principale en enrochements

#### 4. PHASAGE DU STOCKAGE POUR LE DEUXIEME SEMESTRE 2014 ET L'ANNEE 2015

Nous présentons dans ce qui suit une séquence de stockage des scories à partir du deuxième semestre de l'année 2014 qui ne tient pas compte du projet de refoulement des rejets de dragage.

##### 4.1. Rehaussement de la zone « Menaouer »

Nous recommandons de rehausser progressivement la zone « Menaouer ». En limitant la cadence de stockage à 5 m/ans, la zone « Menaouer » offre une capacité de stockage proche de 180 000 m<sup>3</sup> soit 2,5 mois de stockage.

##### 4.2. Endigage de la zone maritime

Afin de couvrir rapidement la totalité de la surface dédiée à la verse, nous recommandons de concentrer l'activité de stockage des scories de fusion sur la zone maritime. Cette action permettra également d'améliorer les conditions de consolidation de l'assise et de mettre en place les équipements de surveillance géotechnique.

La zone d'endigage est située au niveau des extrémités Sud et Sud-Ouest de la verse. Cette zone couvre une surface proche de 11 ha. Le fond marin est situé à une cote moyenne calée à la cote – 8 NGNC.

Le stockage en zone maritime se fera en continu jusqu'à atteindre la cote +2 NGNC, soit 2 m au-dessus du niveau de la mer.



Vu le rythme important de stockage, il est probable que des mouvements de fluage de l'assise vaseuse se produisent en amont du pied de la couche d'épandage.

Ce phénomène a d'ailleurs été observé en juin 2014 sur quelques talus de jetées d'endigage en mer récemment mises en place. Une expertise est en cours d'élaboration par MECATER pour analyser ce phénomène et donner les recommandations pour la suite des travaux d'endigage.

Nous recommandons de continuer le suivi du front d'endigage et du fond vaseux avec une surveillance périodique de l'avancement de l'endigage, un contrôle visuel des crêtes de talus et des levés bathymétriques du fond marin.

Le volume total à endiguer jusqu'à atteindre la cote +2 NGNC est proche de 700 000 m<sup>3</sup>. Ce volume est réparti comme suit :

- 650 000 m<sup>3</sup> dans la zone Sud-Ouest
- 50 000 m<sup>3</sup> dans la zone Sud

Après avoir atteint la cote +2 m NGNC dans la zone d'endigage, les rehaussements annuels se feront avec une cadence limitée à 5 m/an.

## 5. 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 23).

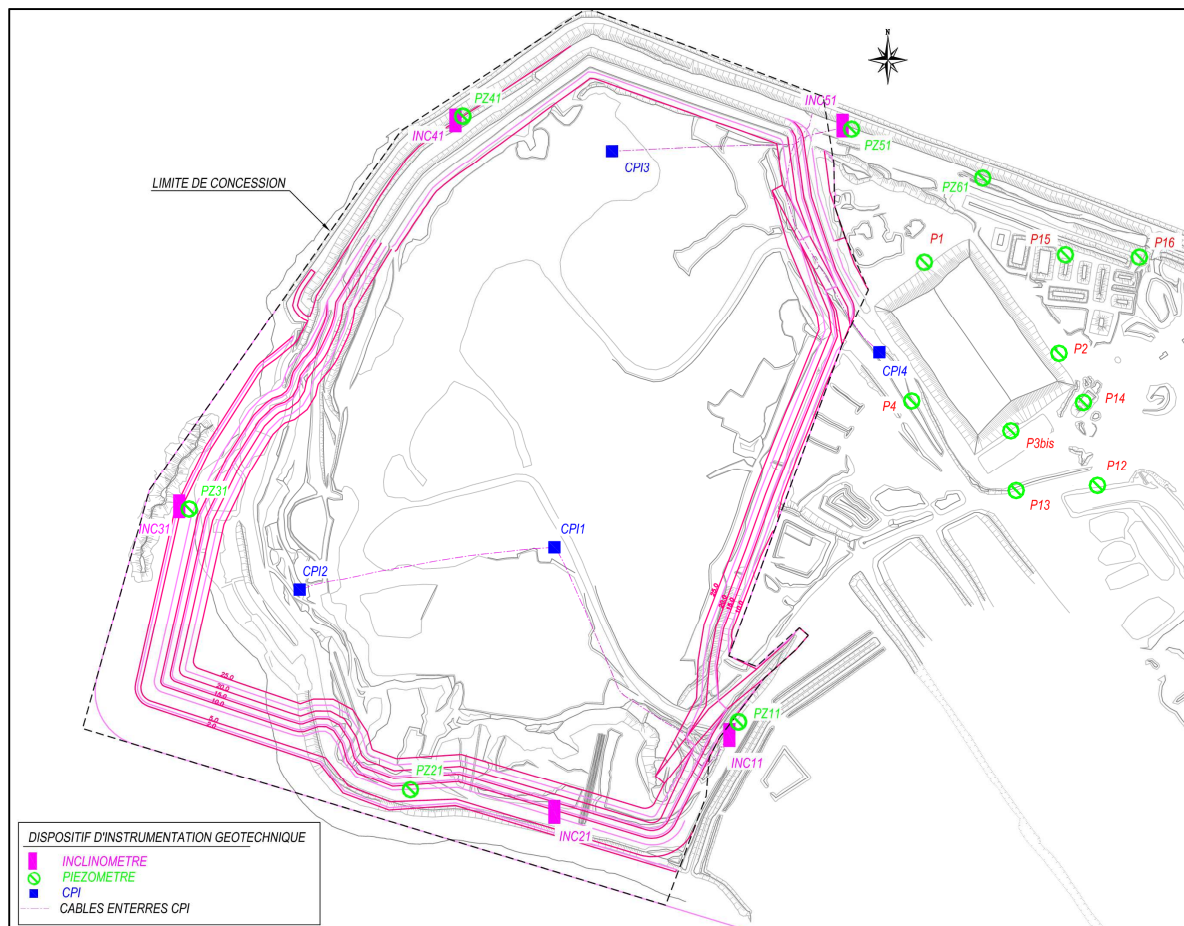


Figure 23 : Implantation du dispositif d'instrumentation de la verse à scories

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). L'installation du nouvel inclinomètre est programmée pour le deuxième semestre de l'année 2014.
- Les pressions interstitielles ne sont pas mesurées actuellement en raison de problèmes d'acquisition des boîtiers enregistreurs ou de sectionnement de câbles de connexion.

**Tableau 3 : Etat du réseau d'instrumentation de la VAS à juin 2014**

Instrument	X (m)	Y (m)	Profondeur (m)	Commentaires
<b>INC11</b>	444 673.81	216 562.52	36.00	<b>Tube endommagé</b>
<b>INC21</b>	444 449.63	216 459.80	36.00	En fonctionnement / Mesures mensuelles
<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</b>	444 450.14	216 802.57	38	Boîtier HS – Mesures incohérentes depuis le 27/06/2013 → Vérifier la connexion des câbles lors de la prochaine campagne de mesure
<b>CPI2</b>	444 124.11	216 748.77	34.5	Boîtier HS – Mesures incohérentes depuis le 27/06/2013 → Vérifier la connexion des câbles lors de la prochaine campagne de mesure
<b>CPI3</b>	444 524.09	217 310.68	35	Câbles sectionnés → Refaire selon recommandations MECATER (Cf. Figure 24)
<b>CPI4</b>	444 866.02	217 052.64	22	Câbles sectionnés → Refaire selon recommandations MECATER (Cf. Figure 24)
<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

Les résultats détaillés des résultats d'instrumentation sont présentés dans les rapports mensuels de GOLDER NC « Auscultation 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 enterrés dans l'assise argileuse montre que :

**La CPI 1** est enterrée sous une hauteur totale de 38 m (scorie de fusion + scorie Bessemer + assise). Elle est située à 15.5 m en dessous du toit de la couche de vase.

Jusqu'au 27/06/2013, date de la dernière mesure cohérente, le niveau d'eau mesuré dans la CPI 1 fluctue de -0.2 NGNC à +0.00 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 enterré sous une hauteur totale de 34.5 m (scorie de fusion + scorie Bessemer + assise). Elle est située à 16 m en dessous du toit de la couche de vase.

La pression interstitielle dans la CPI 2 n'est pas mesurée depuis le 02/05/2012.

**La CPI 3** est enterré sous une épaisseur totale de 35 m (scorie de fusion + assise). Elle est située 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 +0.4 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 enterrée sous une hauteur totale de 22 m (scorie de fusion + assise). Elle 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 -0.22 à -0.58 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 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.

En juillet 2014, les connexions des CPI1 et 2 ont été rétablies. La prochaine campagne de mesure permettra de vérifier le bon fonctionnement des installations.

MECATER a transmis les spécifications techniques pour la réalisation de CPI en forage. Nous recommandons de refaire les CPI qui n'ont pas pu être réparées (Cf. Figure 24).

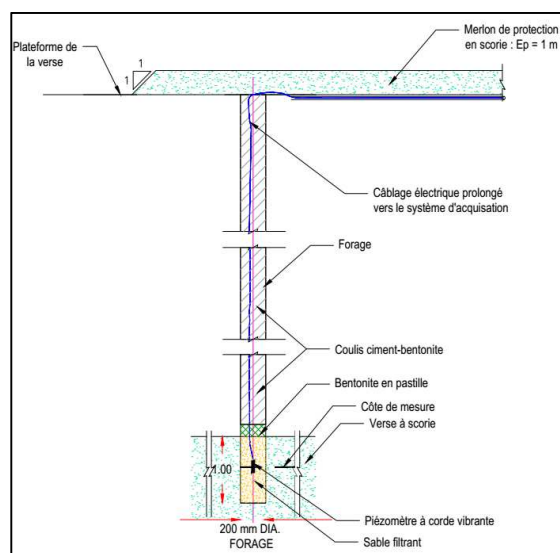


Figure 24 : Coupe type d'une CPI en forage

## 5.2. 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 :

- + 0,5 NGNC pour le PZ11.
- + 0,8 NGNC pour le PZ21.
- + 0,3 NGNC pour le PZ41.
- + 0,3 NGNC pour le PZ51.
- + 0,3 NGNC pour le PZ61.

Les fluctuations du niveau piézométrique par rapport au niveau moyen varient de  $\pm 0,2$  à  $\pm 0,5$ .

## 5.3. Inclinomètres

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

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

Les profils verticaux de déplacement des inclinomètres INC41 et INC51 sont réguliers de haut en bas et ne présentent pas de signes de cisaillement au niveau des interfaces.

Par ailleurs, nous rappelons que les déplacements mesurés au niveau de l'axe B de l'inclinomètre INC21 sont erronés. En effet, ils oscillent d'un mois à l'autre d'une manière inverse au sens du mouvement positif. Nous recommandons de faire un diagnostic de cet instrument afin de déterminer l'origine de son dysfonctionnement.

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



## 6. ANALYSE DES MESURES DE LA QUALITE DES EAUX

### 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 2013 par rapport à l'année de référence, à savoir 2007 (Cf. Tableaux 4 à 9).

Cette comparaison montre que les éléments suivis sont en nette diminution et les VCI respectives ne sont pas dépassées.

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

Finalement, nous constatons que certaines mesures sont erronées et nous recommandons d'améliorer la qualité des mesures.

**Tableau 4 : Résultats d'analyses d'eau dans le piézomètre PZ 21 en 2013**

	Avril-2007	Mars-13	Mai-13	Août-13	Nov-13	Tendance / référence 2007
pH	7,68	9,01	8,78	8,8	8,56	-
Chrome hexavalent (mg/l)	0,02	0,005	0,005	0,005	0,005	↘
Aluminium (mg/l)	0,12	0,044	0,001	0,023	0,001	↘
Chrome (mg/l)	0,02	0,002	0,004	0,001	0,012	↘
Fer (mg/l)	0,27	0,063	0,032	0,077	0,001	↘
Nickel (mg/l)	0,03	0,006	0,002	0,009	0,001	↘
Zinc (mg/l)	0,04	0,15	0,001	0,021	0,0025	↘

### 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 2013 par rapport à la première année de mesure à savoir 2007 (Cf. Tableaux N°3, 4, 5 et 6).

Cette comparaison montre :

- Une diminution du pH mais qui reste toutefois élevé
- Une stabilisation du zinc avec des valeurs mesurées très faibles et bien en dessous de la VCI
- Une stabilisation de l'aluminium
- Quelquefois pics d'accroissement ponctuels et aléatoires des éléments métalliques
- Les teneurs les plus importantes concernent le fer, le chrome et le nickel

**Tableau 5 : Résultats d'analyses d'eau dans le piézomètre P1**

Date de prélèvement	2007	Mars-13	Mai-13	Août-13	Nov-13	Tendance / référence 2007
pH	12,1	9,37	11,42	10,79	10,89	↘
Chrome (mg/l)	0,215	0,084	0,84	1,5	0,46	↘
Chrome hexavalent (mg/l)	0,02	0,005	0,005	0,01	0,005	↘
Aluminium (mg/l)	0,76	0,037	0,057	0,023	4,1	↘
Fer (mg/l)	4,1	0,063	13	0,034	18	↘
Nickel (mg/l)	0,122	0,008	4,5	0,003	2,9	↗
Zinc (mg/l)	0,21	0,0033	0,3	0,0019	0,15	↘

**Tableau 6 : Résultats d'analyses d'eau dans le piézomètre P2**

Date de prélèvement	2007	Mars-13	Mai-13	Août-13	Nov-13	Tendance / référence 2007
pH	11,8	9,57	9,29	9,13	9,45	↘
Chrome (mg/l)	0,05	0,15	0,054	0,18	0,32	↗
Chrome hexavalent (mg/l)	0,02	0,13	0,055	0,12	0,27	↗
Aluminium (mg/l)	0,05	0,039	0,001	0,46	0,001	↘
Fer (mg/l)	1,94	0,13	0,081	14	0,001	↘
Nickel (mg/l)	0,29	0,01	0,008	5,5	0,001	↘
Zinc (mg/l)	1,49	0,0042	0,0029	0,28	0,001	↘

**Tableau 7 : Résultats d'analyses d'eau dans le piézomètre P3**

Date de prélèvement	2007	Mars-13	Mai-13	Août-13	Nov-13	Tendance / référence 2007
pH	12,4	9,35	9,09	9,17	9,35	↘
Chrome (mg/l)	0,05	0,26	0,14	0,33	0,3	↗
Chrome hexavalent (mg/l)	0,02	0,25	0,14	0,33	0,24	↗
Aluminium (mg/l)	0,34	0,029	0,001	0,021	0,001	↘
Fer (mg/l)	2,14	0,024	0,037	0,038	0,001	↘
Nickel (mg/l)	0,064	0,003	0,005	0,008	0,001	↘
Zinc (mg/l)	0,11	0,0036	0,0022	0,0019	0,001	↘

**Tableau 8 : Résultats d'analyses d'eau dans le piézomètre P4**

Date de prélèvement	2007	Mars-13	Mai-13	Août-13	Nov-13	Tendance / référence 2007
pH	12,4	-	10,46	10,55	10,46	↘
Chrome (mg/l)	0,05	-	0,042	0,043	0,044	↘
Chrome hexavalent (mg/l)	0,02	-	0,005	0,005	0,005	↘
Aluminium (mg/l)	0,05	-	0,001	0,004	0,001	↘
Fer (mg/l)	0,33		1,5	0,9	0,001	↗
Nickel (mg/l)	0,183	-	0,29	0,21	0,003	↗
Zinc (mg/l)	0,02	-	0,01	0,0073	0,0013	↘

**Tableau 9 : Résultats d'analyses d'eau dans le piézomètre PZ 61**

Date de prélèvement	2007	Mars-13	Mai-13	Août-13	Nov-13	Tendance / référence 2007
pH	12.3	10,72	10,67	10,4	9,98	↘
Chrome hexavalent (mg/l)	0.02	0.016	0,005	0,005	0,27	↘
Aluminium (mg/l)	0.4	0,01	0,001	0,027	0,001	↘
Chrome (mg/l)	0.133	0,019	0,036	0,037	0,3	↘
Fer (mg/l)	3.49	0,19	0,094	0,081	0,001	↘
Nickel (mg/l)	0.109	1	0,014	0,01	0,001	↘
Zinc (mg/l)	0.28	0,074	0,0015	0,0022	0,001	↘

## **7. CONCLUSION ET PRINCIPALES RECOMMANDATIONS**

Suite aux visites mensuelles de suivi qui ont eu lieu durant l'année 2013 et le premier semestre 2014, nous estimons que les travaux de construction de la verse à scorie se déroulent de façon conforme 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 faibles.

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

**R1** : Remplacer l'inclinomètre INC11 et les CPI défectueuses ;

**R2** : Anticiper la construction des descentes d'eau N°1, 2 et 4 ;

**R3** : Poursuivre les efforts en matière de végétalisation des talus de la verse ;

**R4** : Poursuivre le stockage des scories dans la zone d'endigage maritime.

## **ANNEXE**

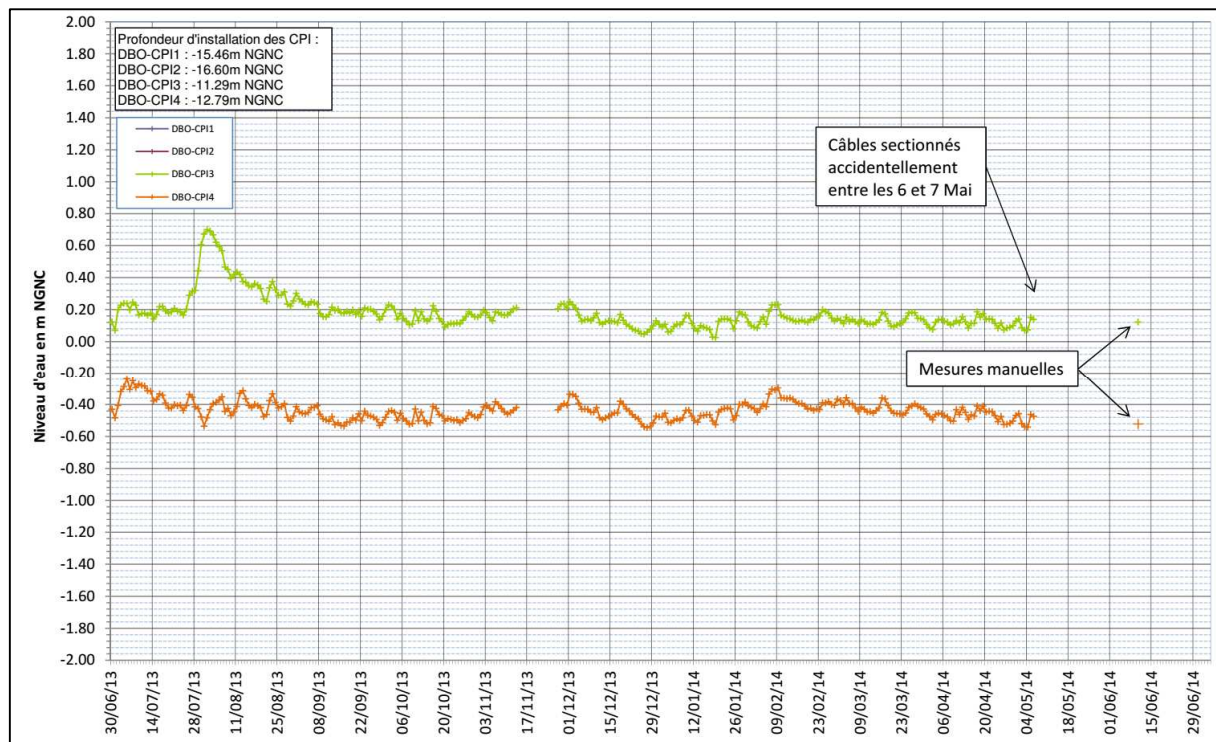


Figure 25 : Evolution du niveau d'eau dans les CPI de la VAS entre juin 2013 et juin 2014

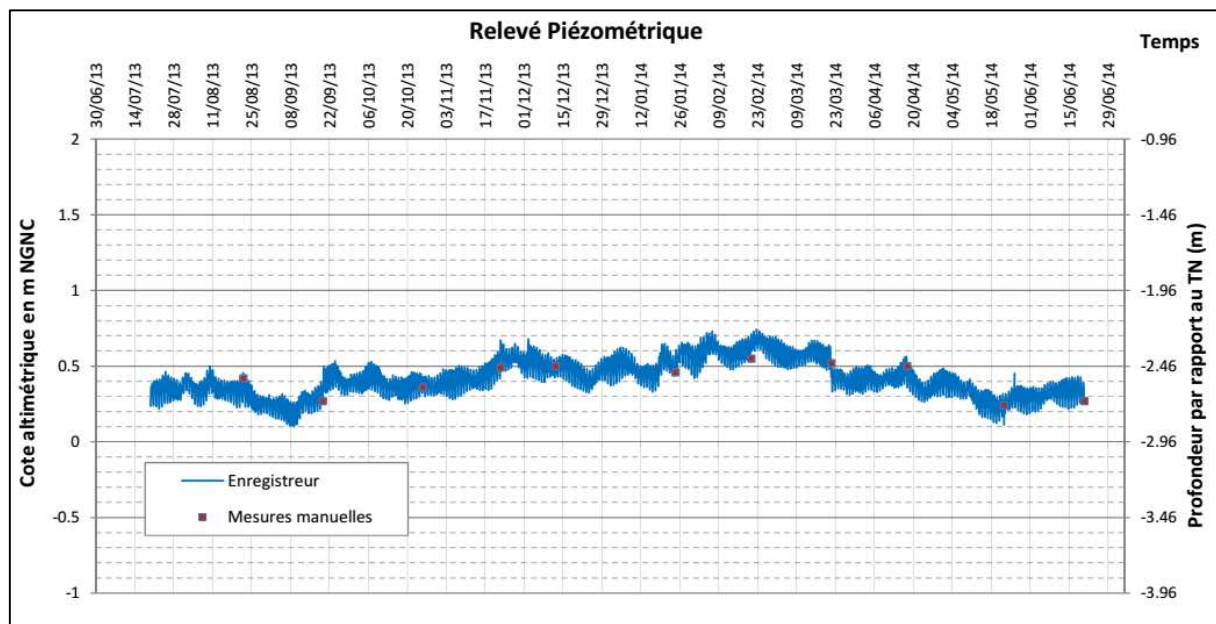


Figure 26 : Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 11



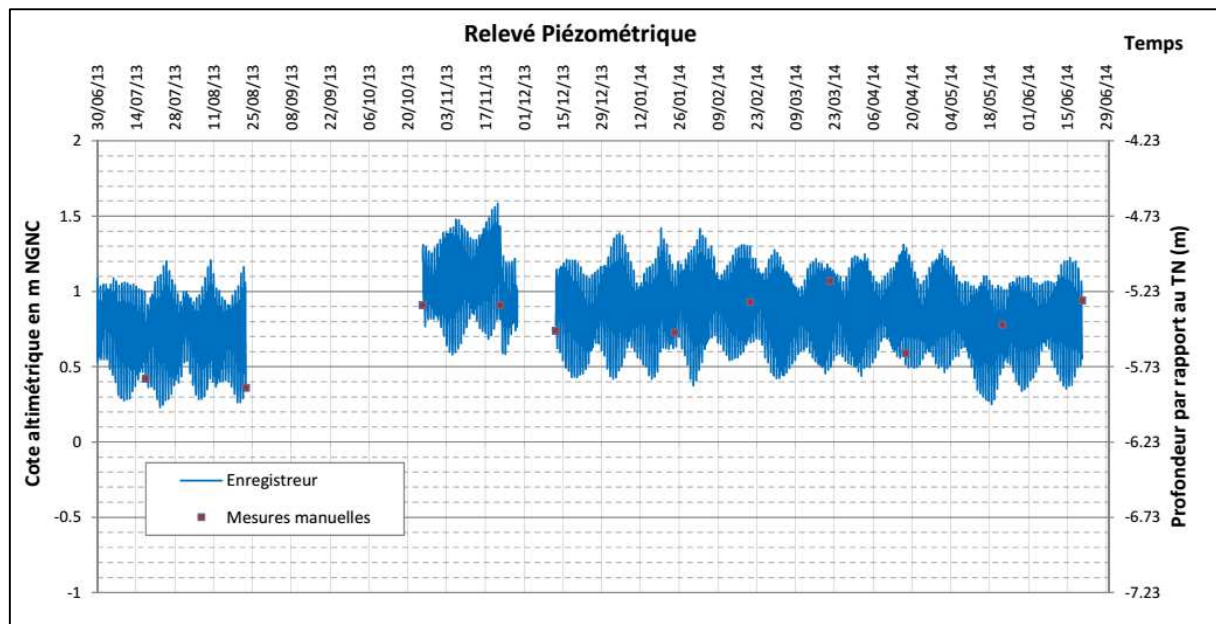


Figure 27 : Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 21

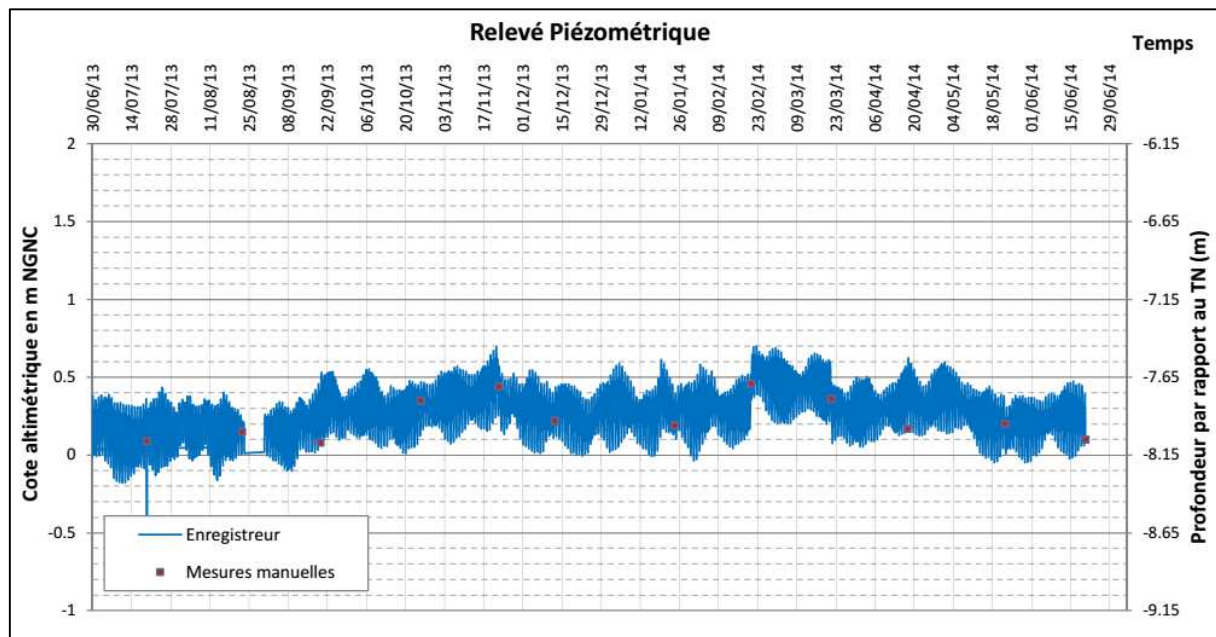


Figure 28 : Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 41

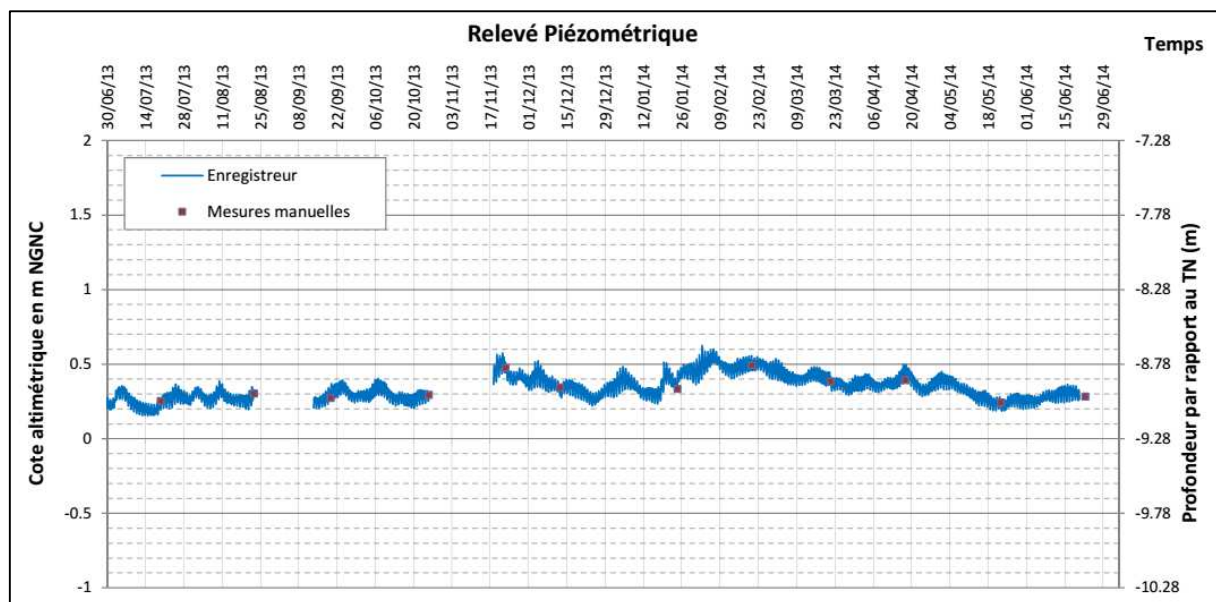


Figure 29 : Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 51

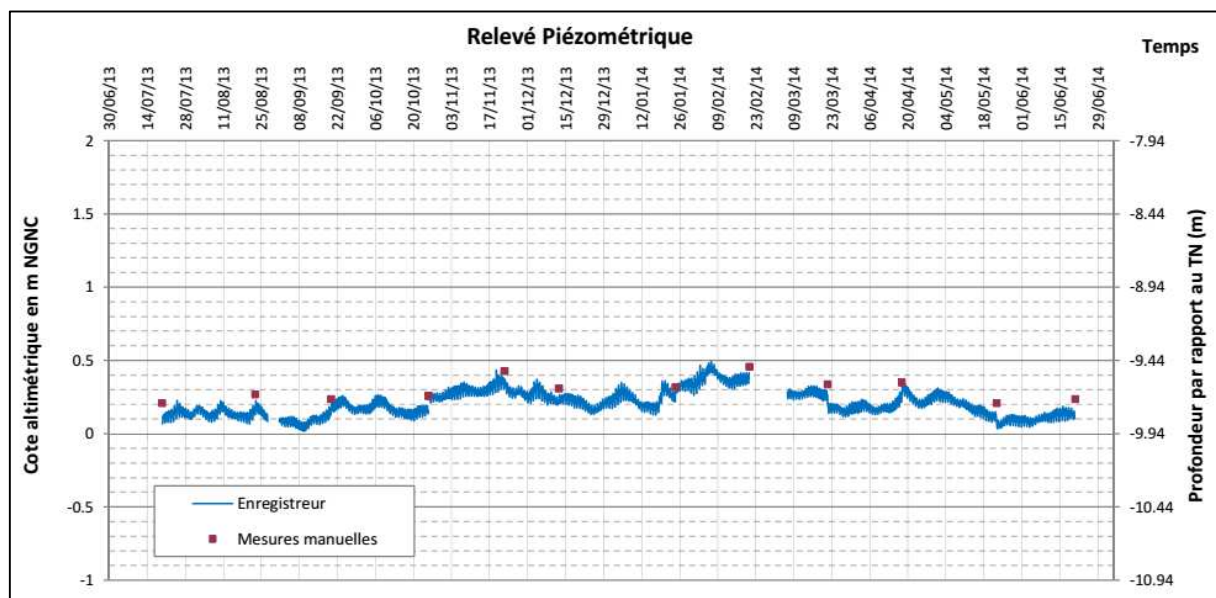


Figure 30 : Evolution du niveau piézométrique au niveau du PZ 61

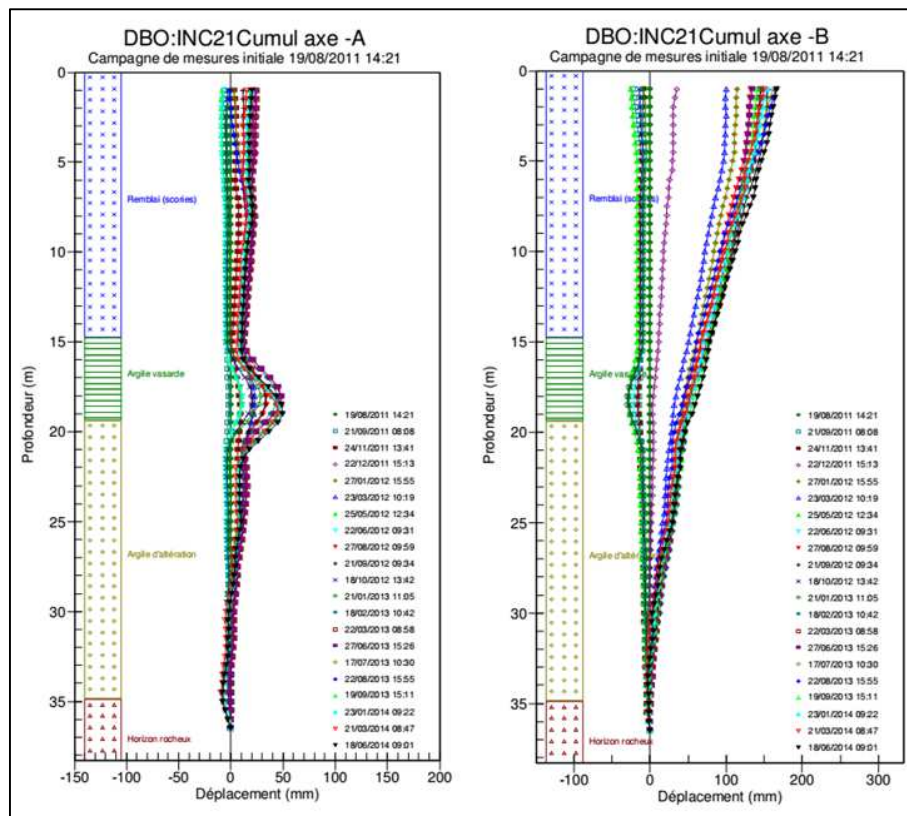


Figure 31 : Profil inclinométrique INC21

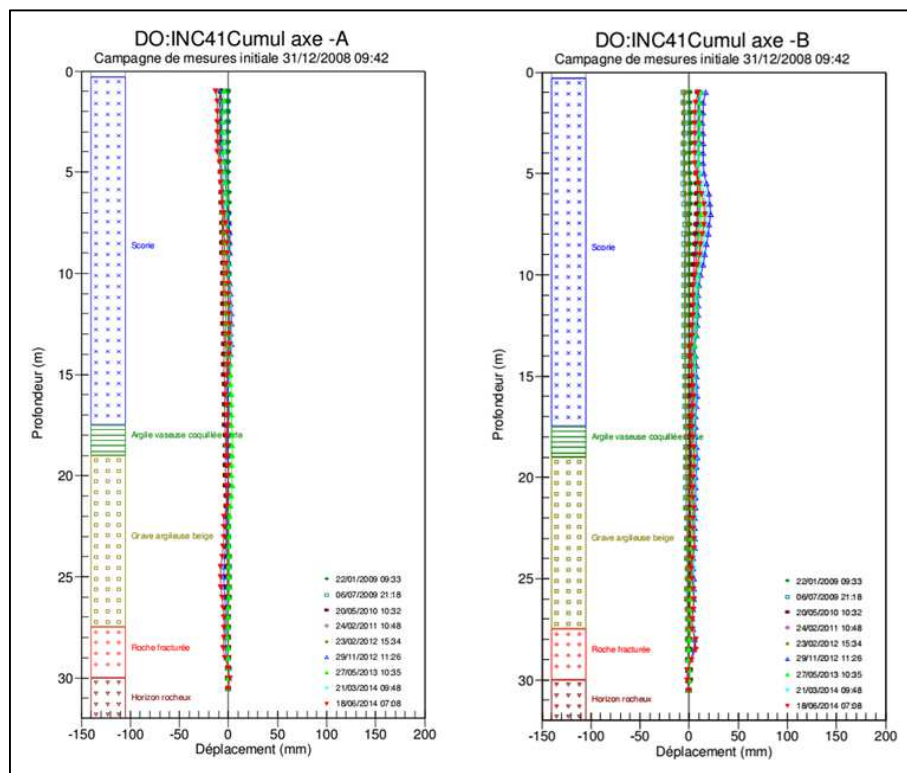


Figure 32 : Profil inclinométrique INC41

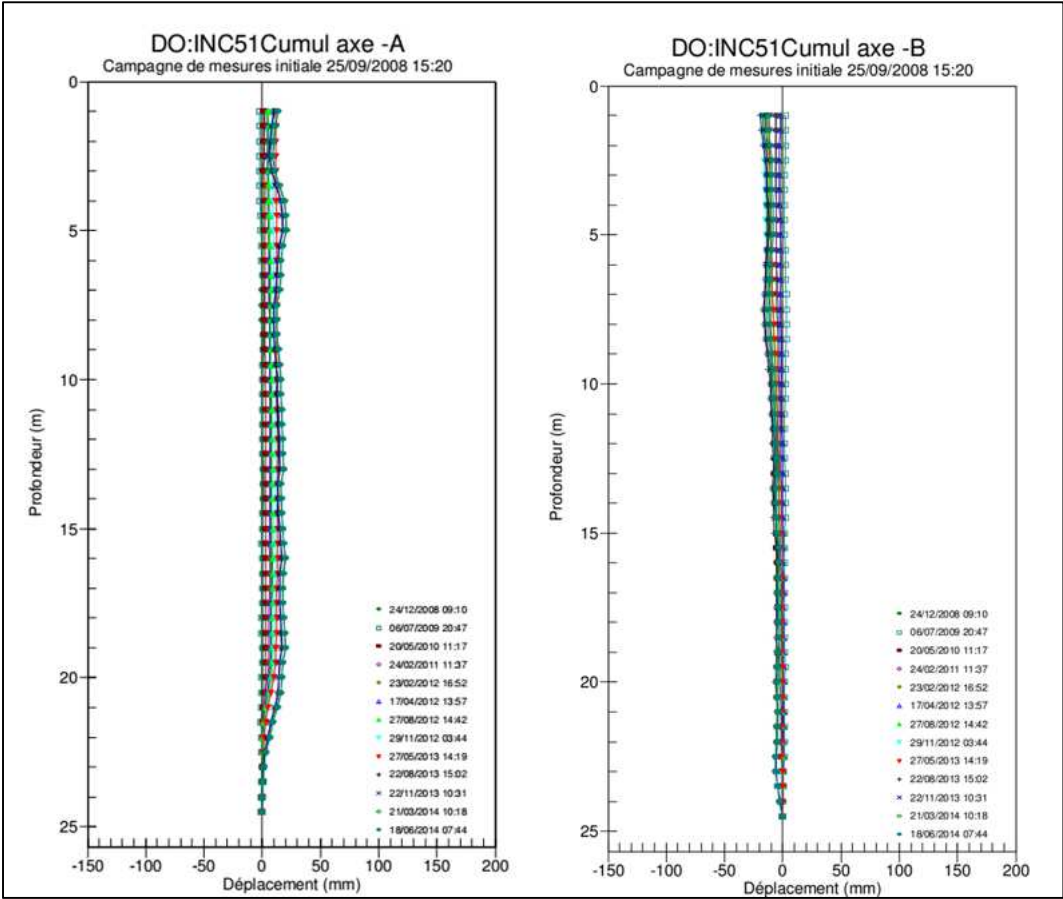


Figure 33 : Profil inclinométrique INC51

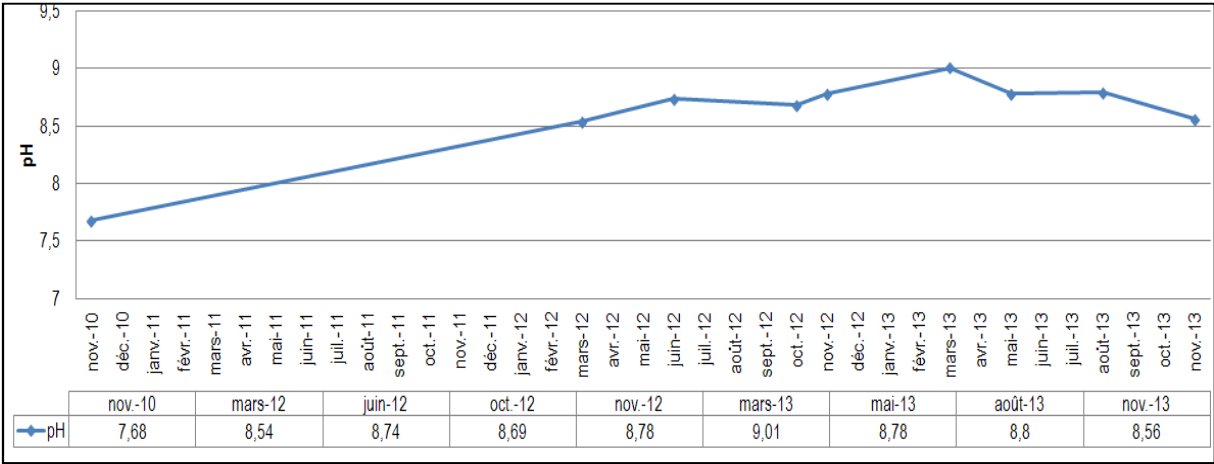


Figure 34 : Courbe d'évolution du pH mesuré dans le PZ21 entre 2010 et 2013



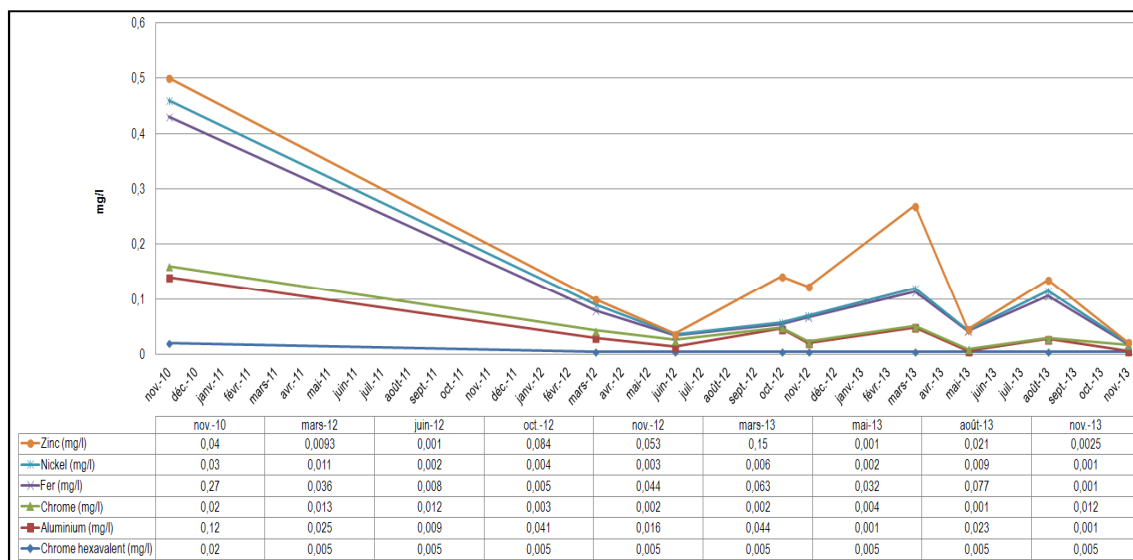


Figure 35 : Courbe d'évolution des éléments chimiques mesurés dans le PZ21 entre 2010 et 2013

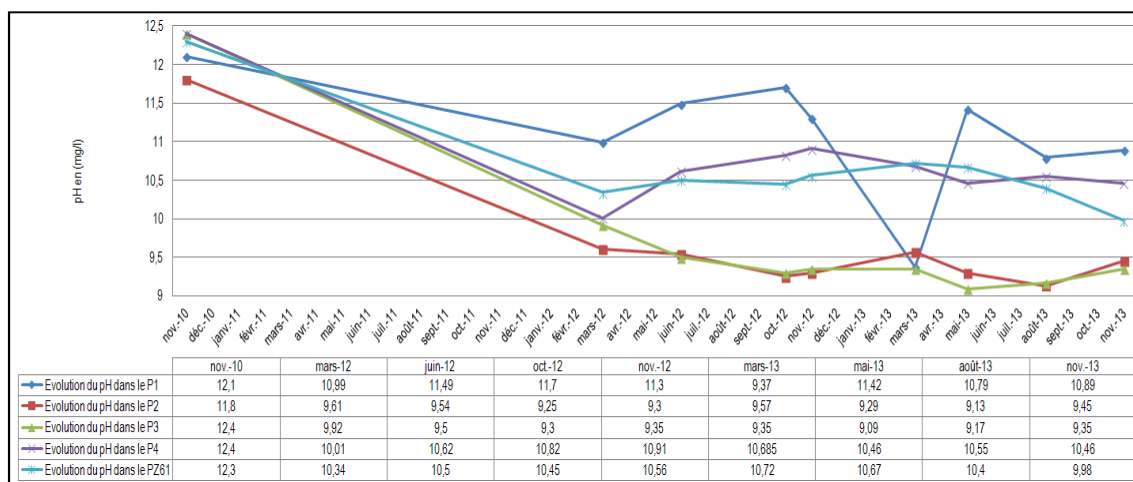


Figure 36 : Evolution du pH dans les cinq piézomètres entre 2010 et 2013

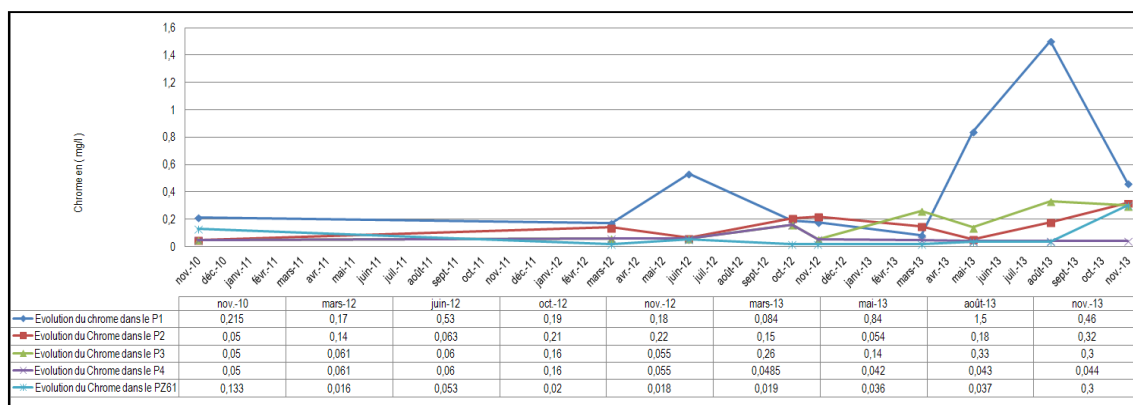


Figure 37 : Evolution du Chrome dans les cinq piézomètres entre 2010 et 2013

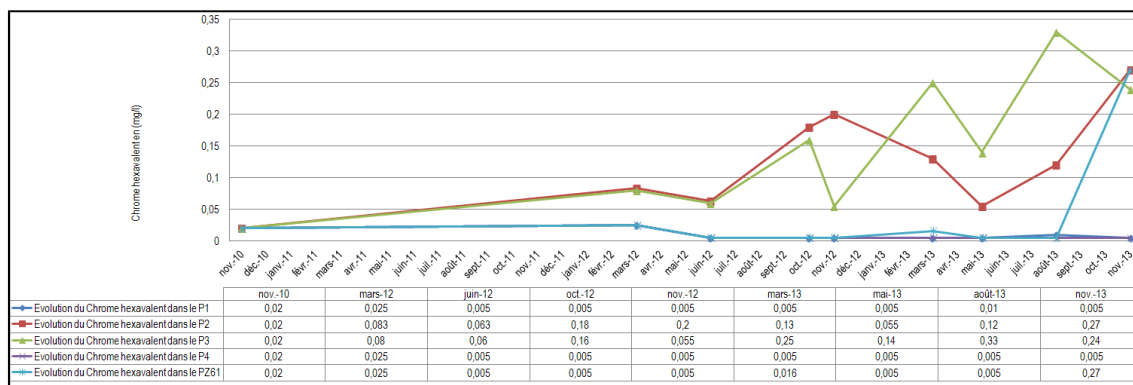


Figure 38 : Evolution du Chrome hexavalent dans les cinq piézomètres entre 2010 et 2013

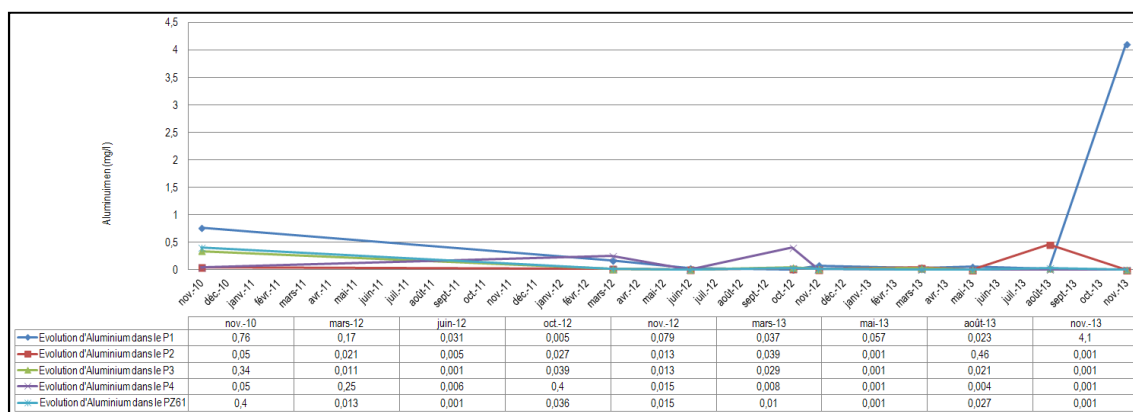


Figure 39 : Evolution d'aluminium dans les cinq piézomètres entre 2010 et 2013

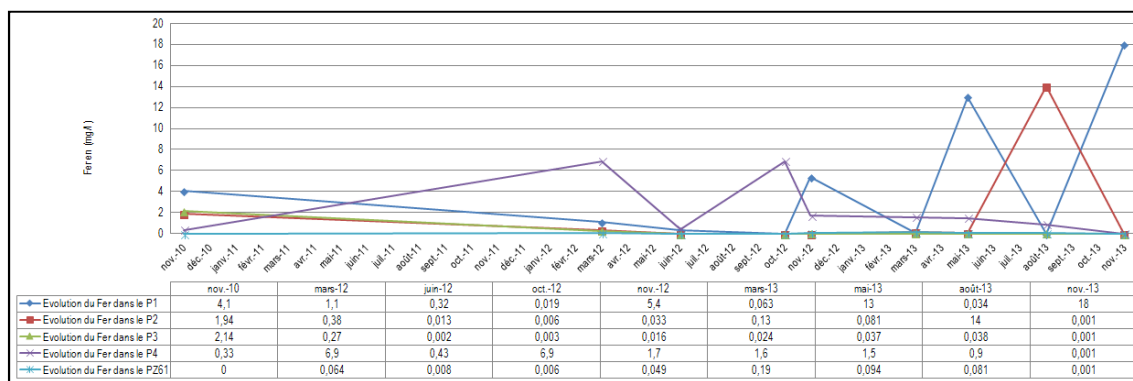


Figure 40 : Evolution du fer dans les cinq piézomètres entre 2010 et 2013

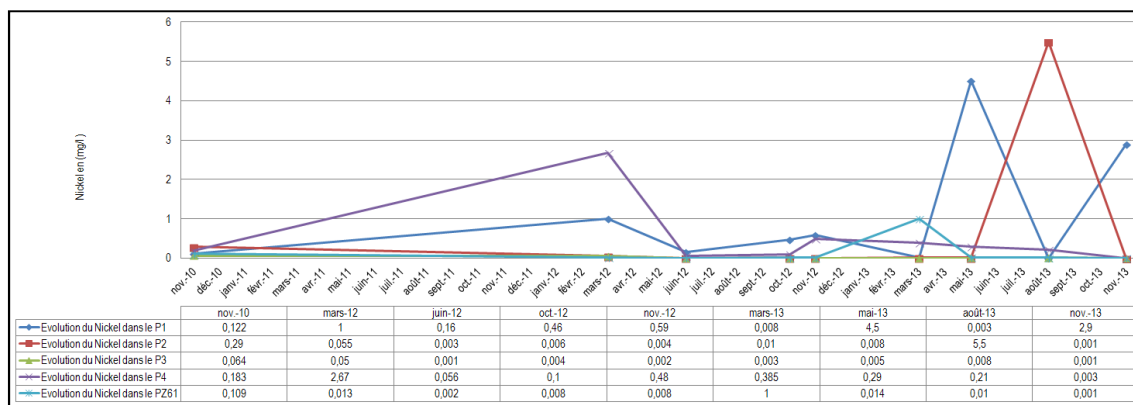


Figure 41 : Evolution du nickel dans les cinq piézomètres entre 2010 et 2013

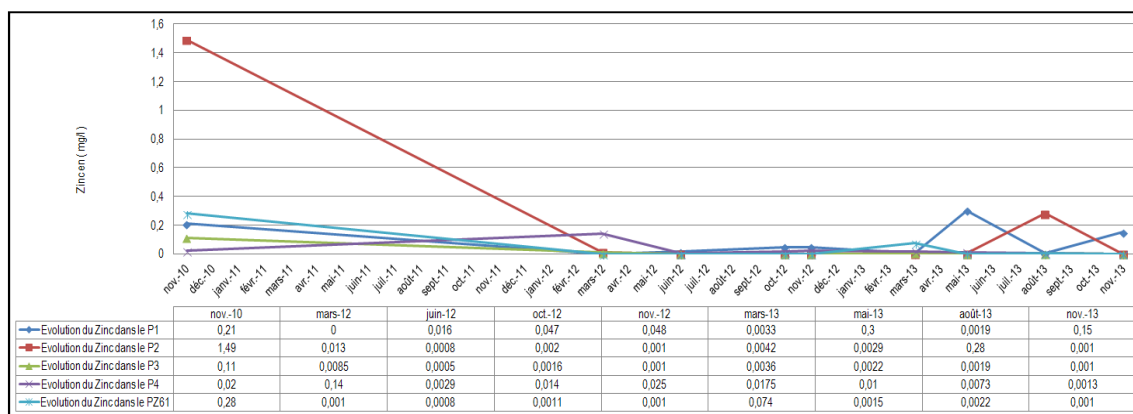


Figure 42 : Evolution du zinc dans les cinq piézomètres entre 2010 et 2013