

VEOLIA PROPLETE VALSUD

ISDND DE SEPTEMES LES VALLONS (13)
SUIVI TOPOGRAPHIQUE DU TRAIN DE DIGUES OUEST

ANALYSE DES RELEVES TOPOGRAPHIQUES - ANNEE 2020

ANALYSE DES RELEVES TOPOGRAPHIQUES

Emetteur

Arcadis

Agence de Marseille

Immeuble CAP AZUR Ilôt M3 Euromed
67 Rue Chevalier Paul
CS 30321
13236 Marseille cedex 02
Tél. : +33 (0)4 96 14 59 59
Fax : +33 (0)4 91 72 36 84

Réf affaire Emetteur
Chef de Projet
Auteur principal
Nombre total de pages

13.002552 51.1878
François CAZEAUX
Caroline CHALAK
8 + Annexes

Indice	Date	Objet de l'édition/révision	Etabli par	Vérifié par	Approuvé par
01A	25/01/2021	Première diffusion	C.CHALAK	C.MORLOCK	F. CAZEAUX

Il est de la responsabilité du destinataire de ce document de détruire l'édition périmée ou de l'annoter « Edition périmée ».

Document protégé, propriété exclusive d'ARCADIS ESG.

Ne peut être utilisé ou communiqué à des tiers à des fins autres que l'objet de l'étude commandée.

TABLE DES MATIERES

1 INTRODUCTION	3
2 IMPLANTATION DES REPERES	4
3 FREQUENCE DE SUIVI	6
4 ANALYSE DES MOUVEMENTS	6
4.1 Calcul des déplacements	6
4.2 Les digues aval	6
4.3 Risberme 308 (1 ^{ère} digue amont)	7
4.4 Les digues amont partie haute	7
5 CONCLUSION OU ACTION PROPOSEE A RETENIR	8
Annexe 1 Implantation des repères	9
Annexe 2 Evolution des tassements	10
Annexe 3 Evolution des vitesses des tassements	11
Annexe 4 Evolution des mouvements horizontaux selon l'axes X et selon l'axe Y	12
Annexe 5 Evolution des vitesses de déplacements selon l'axe X-Y (Résultante dans le plan horizontal)	13

1 INTRODUCTION

Le présent rapport a été établi par ARCADIS dans le cadre de sa mission d'assistance auprès de Veolia Propreté Valsud pour le suivi topographique du train de digues Ouest de l'ISDND de Septèmes-les-Vallons (13).

Les objectifs de ce suivi topographique sont les suivants :

- de suivre le tassement du massif de déchets ;
- de surveiller les éventuels indices de glissement au droit de la zone suivie ;
- de vérifier le comportement des digues rechargées en 2008 (dignes aval).

Plusieurs méthodes existent pour réaliser un suivi des tassements d'un massif de déchets. En l'occurrence, la méthode retenue consiste à réaliser un suivi topographique de surface par topométrie classique d'un canevas de repères scellés.

Les relevés topographiques ont été réalisés par la société ATG-TSM.

La présente note intègre les mesures réalisées durant la première période de suivi initiée en octobre 2006 (rapport ARCADIS 51.01875.U08.NT.01 à 09 A), et s'attache plus particulièrement à la période Décembre 2019 – Décembre 2020.

La dernière mesure considérée date du 15 décembre 2020 pour toutes les digues encore suivies.

Remarque importante :

Sont nommés :

- « Digue amont », les digues situées en amont de la plateforme 274 (replat situé vers la cote 294 mNGF)
- « Digue aval », les digues situées en aval de cette même plateforme 274.

2 IMPLANTATION DES REPERES

Le canevas était initialement constitué d'un ensemble de 16 bornes implantées au droit du train de digues réalisé en 2006. Du fait des travaux de rechargement débutés en avril 2008, les bornes initiales (11 à 84) ont été progressivement détruites et en partie remplacées, et d'autres ont été ajoutées (111 à 164).

Entre novembre 2011 et fin 2014, le flanc Ouest du casier en exploitation a été suivi par des bornes aujourd'hui détruites mais qu'il n'a pas été nécessaire de remplacer (leur disparition signifiant la mise en butée par les déchets des talus et donc leur stabilisation définitive).

Depuis décembre 2010, suite à une fissure apparue entre les repères 1012 et 1013, le suivi avait été complété autour de cette zone au moyen des points 10121, 10122, 172 et 173.

Au droit des digues aval, des travaux d'amélioration de la gestion des eaux ont été réalisés entre février et juillet 2014, comprenant notamment un reprofilage de toute la zone (par ajout de matériaux). Ainsi, la majorité des bornes existantes sur cette zone ont été détruites.

Compte tenu des dernières évolutions observées, il a été décidé en accord avec VEOLIA de diminuer la densité des points suivis. A la fin des travaux, une nouvelle répartition des bornes a donc été faite. Certaines bornes ont été remises en place au droit d'anciennes et d'autres non.

Pour les bornes venant remplacer une ancienne, il a été fait le choix de conserver l'historique et l'évolution des déplacements en X, Y et Z des anciens repères. Le déplacement mesuré sur la nouvelle borne est ainsi interprété en intégrant les évolutions observées sur le ou les anciennes bornes.

En 2019 le canevas était constitué de 19 bornes implantées au droit du train de digues et séparé en 4 zones :

- Digues aval partie basse (digue 1 à 3) ;
- Digues aval partie haute (digue 4 à plateforme 294) ;
- Digues amont risberme 308 (digue 10 et base de la digue 10) ;
- Digues amont partie haute (digue 11).

En plus de ces bornes, deux points de référence au minimum sont implantés en zone fixe, à la convenance du géomètre, de manière à garantir une précision de la mesure de ± 3 à 5 mm tant en altimétrie qu'en planimétrie.

Nous notons que depuis la mesure du 16/12/2019, les bornes 251 et 1013 ont disparues. Elles n'ont pas été retrouvées cette année. Les 17 bornes restantes ont pu être relevées en juin et en décembre 2020.

Le tableau ci-après explicite la répartition des différents repères sur chacune des zones/digues, leur côté approximatif et leur date de mise en place et de renouvellement si détruit. Les bornes relevées en 2020 sont indiquées par une croix en dernière colonne du tableau.

L'implantation des repères est présentée en Annexe 1.

Implantation		Repères détruits		Repères existants			Relevés
		n° du repère	cote	n° du repère	cote	date de mise (ou remise) en place	
Dignes aval partie basse	Digue 1	11 ; 111	248	211	≈ 246	févr-10	x
	Digue 2	21	254,5	223 (123)	≈ 264	sept-14 (oct-06)	x
		22	258	124 (122)	≈ 264,5	juin-14 (mai-08)	x
		121	268				
Digue 3		31 ; 32 ; 33	≈ 262 / 264	231 (131)	≈ 273	juin-14 (juil-08)	x
		132 ; 133	≈ 271 / 270	134	≈ 270,5	juin-14	x
				333 (143)	≈ 272	sept-14 (juil-08)	x
Dignes aval partie haute	Digue 4	41 ; 42	≈ 271				
		141 ; 142	≈ 280 / 281				
	Digue 5	51		251 (151)	≈ 287	juin-14 (août-08)	
		52	≈ 279 / 280	154 (152)	≈ 285,5	juin-14 (août-08)	x
		53		253 (153)	≈ 287	juin-14 (août-08)	x
	Digue 5b	161 à 164 261 ; 263 ; 264	≈ 290				
Dignes 6		61 à 64	≈ 289 / 291	171	≈ 294	janv-09	x
				174	≈ 294	sept-14	x
Base digue 10		173	≈ 293				
		273	≈ 293				
Dignes amont, Risberme 308	Digue 10	711		1011	≈ 307 / 308	mars-09	X
		731		1012	≈ 307 / 308	mars-09	X
		72	?	1013	≈ 307 / 308	mars-09	
		74		10121	≈ 308	déc-10	X
		75		10122	≈ 308	déc-10	X
	Base digue 10			172	≈ 294	janv-11	X
Dignes amont partie haute	Digue 11	81 à 84	?				
		2052 ex 183	≈313-314	1022 ex181	≈314	nov-08	X
		2053	≈313-314	1021	≈ 314	mars-09	X

Nota :

- **en rouge** : la borne disparue en avril 2015, pas remplacée
- **en bleu** : les bornes disparues ou détruites dans le cadre des travaux de 2014 et remplacées pour certaines
- **en bleu entre parenthèses** : l'information correspondante à la borne d'origine détruite ou disparue dans le cadre des travaux de 2014 (ancien numéro de borne et date de la mesure initiale de cette dernière). Information utile pour faire l'analyse en conservant l'historique.
- **en vert** : les bornes non retrouvées en 2020.

3 FREQUENCE DE SUIVI

Les levés sont réalisés à une fréquence variable selon les digues (fréquence adaptée selon les évolutions observées). En 2020, pour les 17 bornes restantes, 1 premier relevé topographique a été réalisé le 15 juin 2020, et un second le 16 décembre 2020.

Les résultats du premier levé ont fait l'objet d'une note par ARCADIS en date du 21 août 2020. Le présent rapport intègre les résultats du relevé de décembre 2020 et résume les conclusions des analyses effectuées.

4 ANALYSE DES MOUVEMENTS

4.1 Calcul des déplacements

L'évolution des déplacements en X, Y et Z, a été analysée à partir de la différence de mesure entre le dernier relevé et le relevé initial (cf. date de « mise ou remise en place » dans le tableau précédent).

Sur les repères plus récents mis en place en remplacement des bornes ensevelies sous les travaux d'aménagement, il a été fait le choix de conserver l'historique des mouvements observés sur les anciennes bornes. Ainsi, le déplacement représenté sur les graphiques correspond à la somme du déplacement observé sur l'ancienne borne jusqu'à sa destruction et celui observé sur la nouvelle borne la plus proche. La majorité des points est ainsi suivie depuis environ 11 ans.

Les graphiques d'évolution des tassements (direction Z), des déplacements dans le plan X-Y et l'évolution des vitesses des tassements et déplacements sont donnés en annexe 2 à 5 :

- Annexe 2 : Evolution des tassements (delta Z) ;
- Annexe 3 : Evolution des vitesses des tassements ;
- Annexe 4 : Evolution des mouvements horizontaux selon l'axe X (delta X) et selon l'axe Y (delta Y) ;
- Annexe 5 : Evolution des vitesses de déplacements selon l'axe X-Y (Résultante plan horizontal).

4.2 Les digues aval

Partie basse :

- En partie basse des digues aval, les tassements se poursuivent avec une vitesse inférieure à 2 mm/mois (voire inférieur à 1 mm/mois pour les bornes 233, 231, 134 et 333) ce qui est très faible et très inférieur aux observations faites fin 2016. Néanmoins, sur la dernière mesure de décembre, on observe une accélération du mouvement de la borne 124 (4.2 mm/mois), cela reste faible par rapport aux valeurs observés en 2016, mais reste à suivre pendant les prochaines mesures → stabilisation générale confirmée en Z.
- Les mouvements horizontaux des bornes restent très faibles comme observé depuis 2016 (vitesses inférieures à **2 mm/mois**). La vitesse du point 124 qui montrait une légère accélération en 2018 a diminué et sa valeur était très faible en 2019 et en juin 2020. En décembre 2020, ce point montre de nouveau une légère accélération (-3 mm/mois).

Partie haute :

- Logiquement, les tassements des digues en partie haute sont légèrement plus prononcés comparés aux digues de la partie basse. Ils sont également plus homogènes, avec des faibles écarts de vitesse entre les bornes.
- Sur la dernière mesure, la vitesse de tassement moyenne serait inférieure à 1.3 mm/mois sur toutes les bornes. L'accélération légère observée en juin 2020, notamment sur la borne 154, ne se confirme pas en décembre 2020. De manière générale, les mesures de 2019 et 2020 ont mis en évidence une évolution relativement linéaire des tassements. L'accélération des tassements observée fin 2016 ne se confirme pas dans les années qui suivent. → poursuite normale des tassements sur toutes les bornes de la partie haute.
- Les résultantes des mouvements horizontaux des bornes sur la partie haute évoluent en 2020 avec des vitesses inférieures à 3 mm/mois. Ces mesures en 2020 sont en moyenne supérieures à celles observées en 2018 et 2019 mais restent inférieures aux valeurs observées en décembre 2017. L'évolution de ces mouvements ne sont pas inquiétants mais sont à suivre lors des prochaines mesures.

4.3 Risberme 308 (1^{ère} digue amont)

Depuis 2015, les tassements évoluent globalement selon des vitesses inférieures à 10 mm/mois, voire 5 mm/mois en 2018 et en 2019. Au mois de juin 2020 on observe en moyenne une diminution des vitesses de tassements (voir inférieures à 4 mm) qui augmentent de nouveau en décembre 2020 (vitesse maximale de 6 mm/mois sur la borne 1011). (cf. graphique de l'évolution des vitesses de tassements sur la digue 308). Bien qu'élevés, ces tassements sont cohérents avec le fait qu'on se situe au droit des hauteurs de déchets les plus grandes et les plus jeunes de cette partie du site. Le tassement atteint 1,54 m en presque 12 ans sur la borne 1011, qui est la borne la plus active.

Dans le plan, au mois de juin 2020 les dernières mesurent montrent en moyenne une légère accélération des mouvements par rapport aux mesures de l'année précédente 2019, mais cela n'est pas confirmé en décembre. On observe un ralentissement du mouvement sur toutes les bornes. Les mouvements dans le plan restent faibles au regard des mouvements passés et cohérent avec la tendance de stabilisation observée depuis le début de 2014 (vitesses inférieures à 2 mm/mois). Ces mouvements restent à suivre durant les prochaines mesures.

Nous notons que la borne 1013 qui montrait une vitesse de déplacements importante (7 mm/mois) en 2019, n'a pas été retrouvée cette année. Il est donc fortement conseillé de la remplacer afin d'assurer le suivi des mouvements dans cette zone.

4.4 Les digues amont partie haute

Sur la partie haute des digues amont deux bornes existent encore : 1021 et 1022.

Les mouvements observés sont similaires à ceux mesurés sur la risberme 308, avec simplement une amplitude de tassements logiquement plus importante, car concernant une épaisseur de déchets plus grande. Le tassement atteint 299 cm en 12 ans environ sur la borne 1022, avec cette année une vitesse de tassement inférieure à celle observée l'an dernier (3.6 mm/mois en moyenne en 2020 vs 4 mm/mois en 2019).

L'évolution du tassement sur la partie haute des digues amont est au ralentissement depuis 2015 et leur amplitude reste cohérente avec l'âge et la hauteur des déchets au droit de cette zone.

Les déplacements horizontaux s'inscrivent dans une même tendance depuis décembre 2014 avec des vitesses inférieures à 4 mm/mois voire 2 mm/mois en 2018 et 2019. Une légère accélération est observée durant les dernières mesures de 2020 mais avec des vitesses qui restent faibles (inférieures à 3 mm/mois). Ces mouvements restent à suivre durant les prochaines mesures.

5 CONCLUSION OU ACTION PROPOSEE A RETENIR

Entre la mesure de décembre 2019 et celle de juin 2020, les mouvements mesurés (en tassement comme dans le plan) s'inscrivent dans la tendance générale observée depuis 2016, à savoir le ralentissement.

On notera cependant que certaines bornes de la partie basse des digues aval et de la risberme 308 des digues amont présentent une légère accélération des tassements en décembre 2020. Ainsi ces mouvements devront être suivis dans les prochaines mesures.

Les mouvements horizontaux présentent aussi une légère accélération par rapport à l'année 2019 mais les valeurs restent faibles.

La borne 1013 qui présentait en 2019 une vitesse de déplacement importante a disparu cette année, et doit être impérativement remplacée.

Les mesures des dernières années étaient trimestrielles ; en 2017 seule la mesure de septembre a été réalisée (9 mois après la dernière mesure de 2016). Depuis l'année 2018, les mesures ont été espacées. Les dernières mesures des années 2018, 2019 et 2020 confirment le bon comportement des digues.

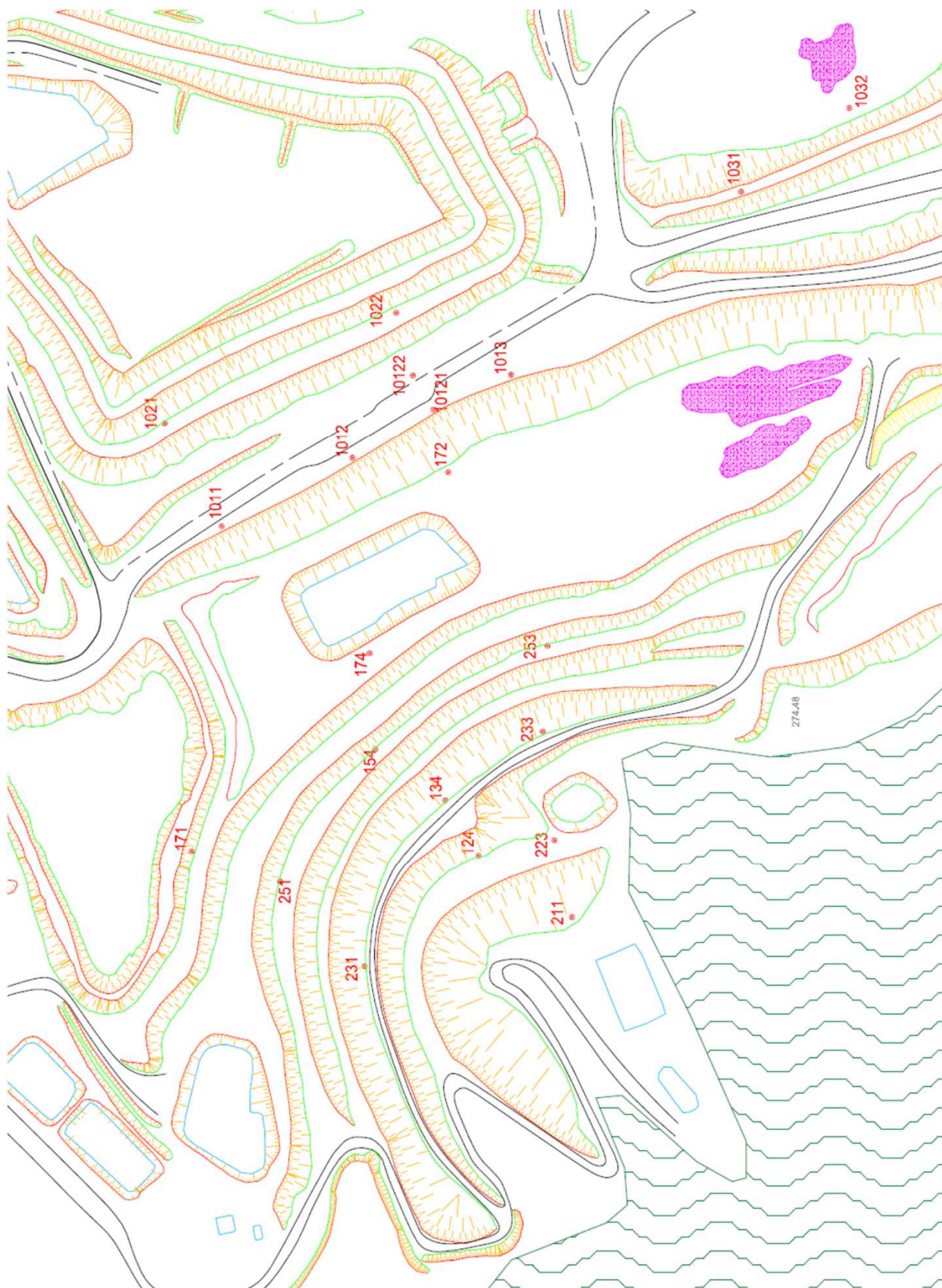
Il est préconisé en 2021 de maintenir un relevé semestriel sur l'ensemble des bornes afin de pouvoir intégrer l'éventuel effet des saisons et de remplacer la borne 1013.

Remarques :

- *Attention de préserver autant que possible les bornes existantes. Sauf directive particulière, toute borne endommagée devra être remplacée.*
- *Toutes les dispositions permettant de **minimiser les apports d'eau importants dans le massif** de déchets seront favorables à la limitation des mouvements et des risques d'instabilités sur le talus. Les travaux réalisés en 2014 sur les digues aval vont parfaitement dans ce sens.*

Annexe 1 Implantation des repères

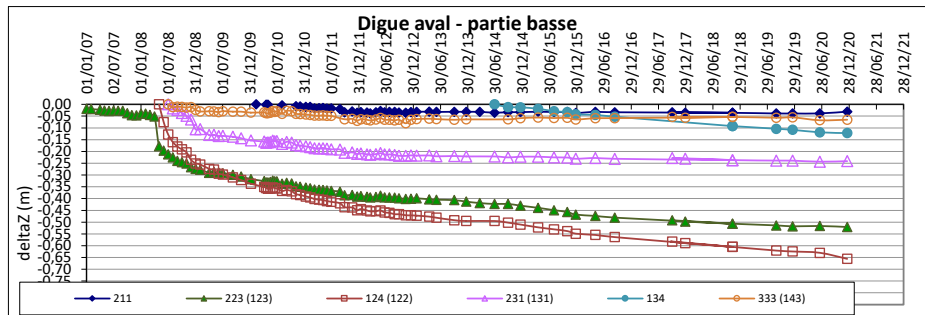
DECHARGE DE SEPTEMES



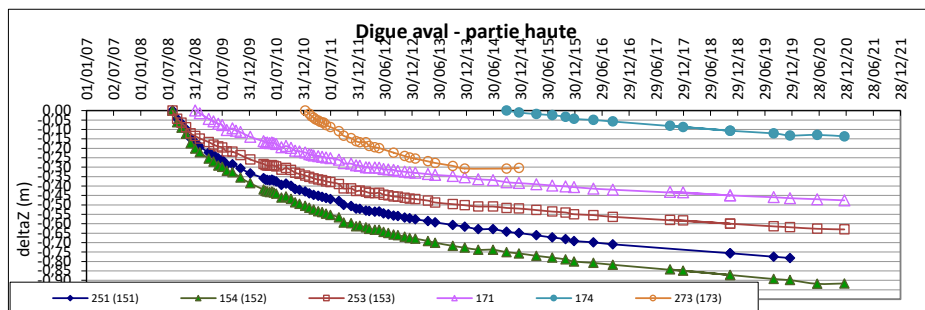
ETABLIE PAR:

ATGTSM : 14 Rue Edouard Herriot – 13090 AIX-EN-PROVENCE
Tel. 04 42 52 91 20 TELECOPIE 04 42 59 35 73 . E-MAIL atgtsm@atgtsm.fr

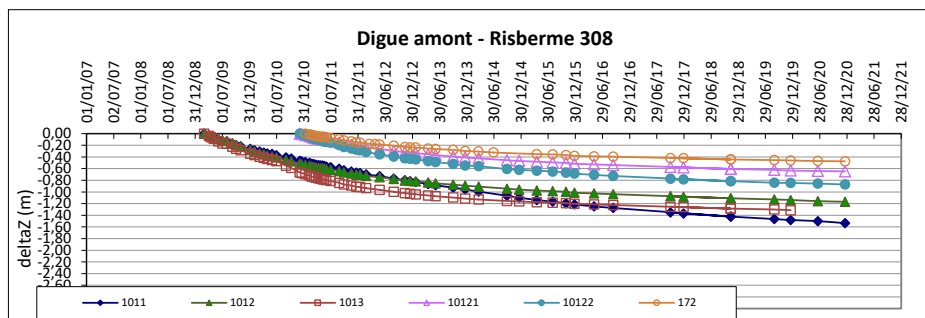
Annexe 2 Evolution des tassements



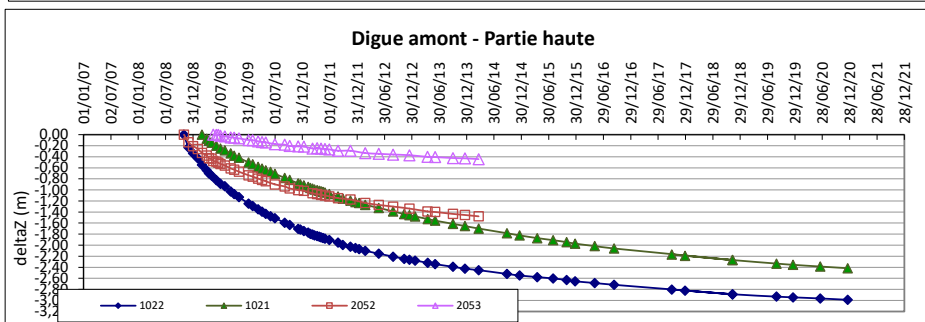
Numéro de borne ⁽¹⁾	DDte de la mesure initiale(2)	Dernier levé du 15/06/2020	
		Durée depuis (a)	dZ (m)
211	10/02/10	10,4 ans	-0,031
223 (123)	01/10/06	13,7 ans	-0,521
124 (122)	01/05/08	12,1 ans	-0,656
231 (131)	01/07/08	12,0 ans	-0,241
134	27/06/14	6,0 ans	-0,122
333	01/07/08	12,0 ans	-0,065



Numéro de borne ⁽¹⁾	DDte de la mesure initiale(2)	Dernier levé du 15/06/2020	
		Durée depuis (a)	dZ (m)
251 (151)	01/08/08	11,9 ans	disparu
154 (152)	01/08/08	11,9 ans	-0,916
253 (153)	01/08/08	11,9 ans	-0,630
171	01/01/09	11,5 ans	-0,476
174	26/09/14	5,7 ans	-0,137
273 (173)	10/01/11	9,4 ans	disparu



Numéro de borne ⁽¹⁾	DDte de la mesure initiale(2)	Dernier levé du 15/06/2020	
		Durée depuis (a)	dZ (m)
1011	01/03/09	11,3 ans	-1,535
1012	01/03/09	11,3 ans	-1,168
1013	01/03/09	11,3 ans	disparu
10121	03/12/10	9,5 ans	-0,648
10122	03/12/10	9,5 ans	-0,872
172	10/01/11	9,4 ans	-0,474



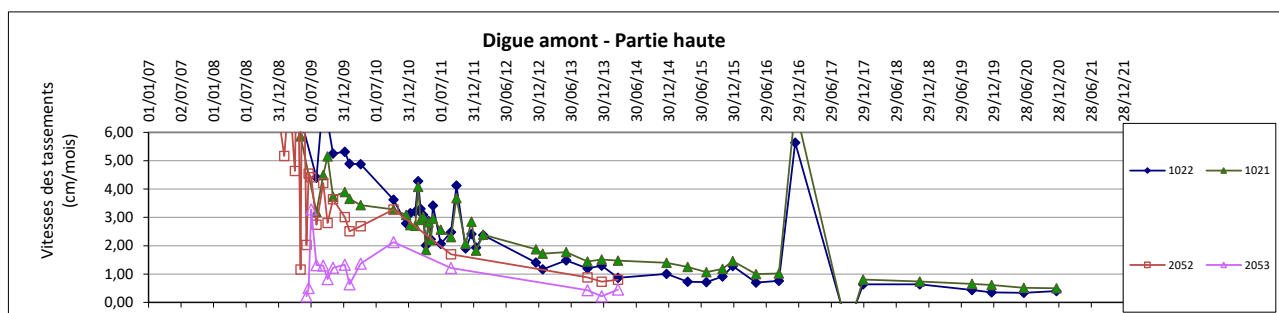
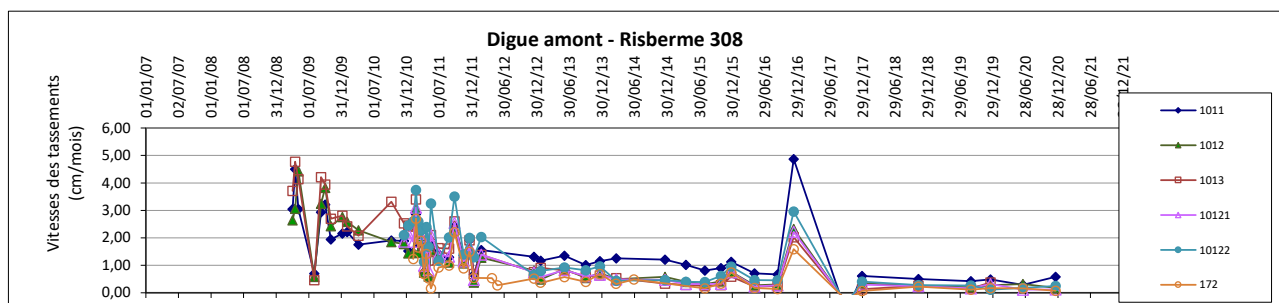
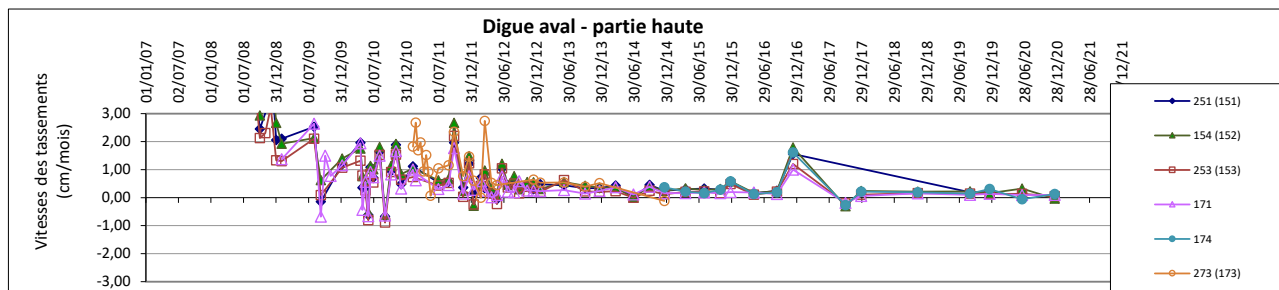
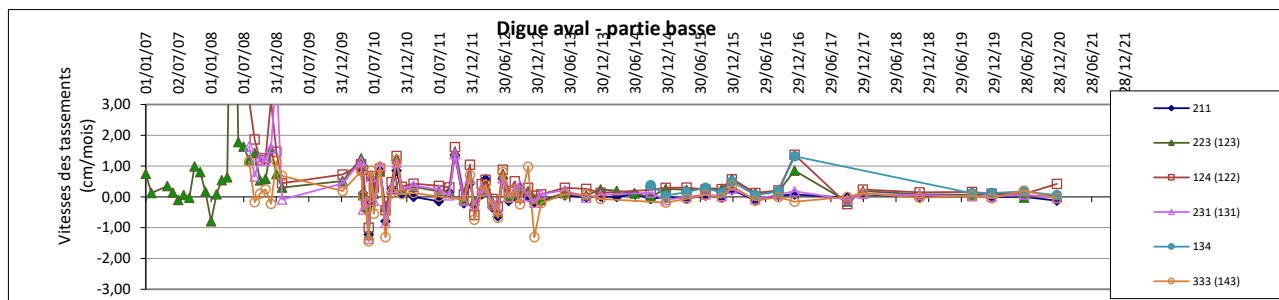
Numéro de borne ⁽¹⁾	DDte de la mesure initiale(2)	Dernier levé du 15/06/2020	
		Durée depuis (a)	dZ (m)
1022	01/11/08	11,6 ans	-2,988
1021	01/03/09	11,3 ans	
2052	01/11/08	11,6 ans	disparu
2053	15/05/09	11,1 ans	disparu

Notes:

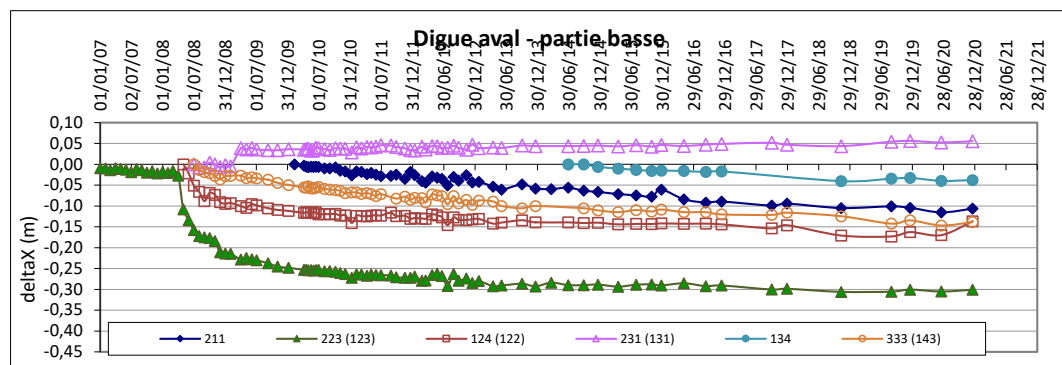
(1) → 223 (123) = Numéro de nouvelle borne (Numéro d'ancienne borne la plus proche)

(2) → Pour les nouvelles bornes remplaçant une ancienne, la DDte de la mesure initiale correspond à la DDte de la mesure initiale sur l'ancienne borne ; lors de la mise en place d'une nouvelle borne, l'historique des mouvements passés est conservé en additionnant les déplacements passés avec les nouveaux déplacements.

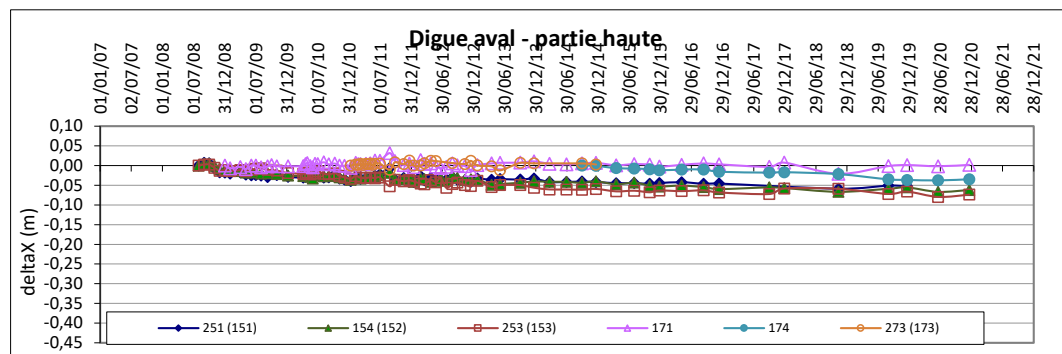
Annexe 3 Evolution des vitesses des tassements



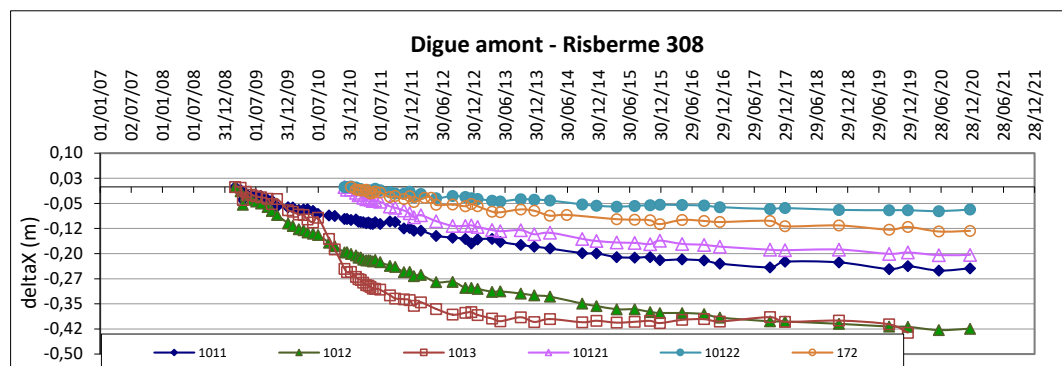
Annexe 4 Evolution des mouvements horizontaux selon l'axes X et selon l'axe Y



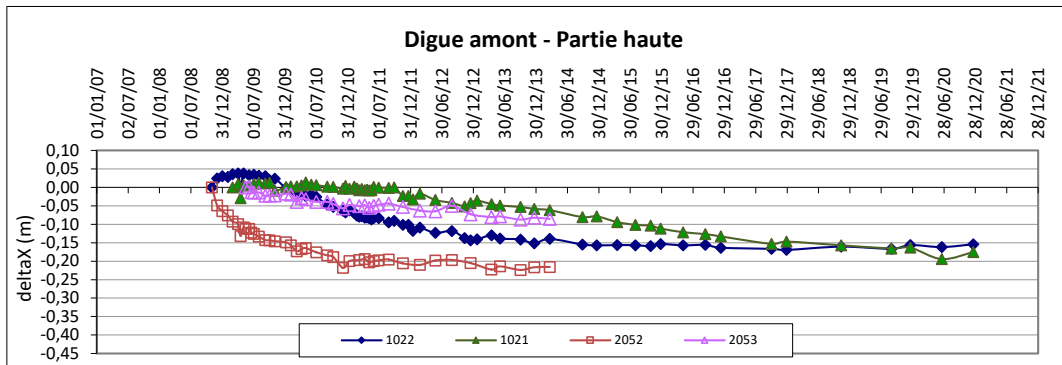
Numéro de borne ⁽¹⁾	Date de la mesure initiale ⁽²⁾	Dernier levé du 15/06/2020	
		Durée depuis (a)	dX (m)
211	10/02/10	10,4 ans	-0,106
223 (123)	01/10/06	13,7 ans	-0,301
124 (122)	01/05/08	12,1 ans	-0,136
231 (131)	01/07/08	12,0 ans	0,056
134	27/06/14	6,0 ans	-0,038
333	01/07/08	12,0 ans	-0,139



Numéro de borne ⁽¹⁾	Date de la mesure initiale ⁽²⁾	Dernier levé du 15/06/2020	
		Durée depuis (a)	dX (m)
251 (151)	01/08/08	11,9 ans	disparu
154 (152)	01/08/08	11,9 ans	-0,062
253 (153)	01/08/08	11,9 ans	-0,074
171	01/01/09	11,5 ans	0,002
174	26/09/14	5,7 ans	-0,035
273 (173)	10/01/11	9,4 ans	disparu



Numéro de borne ⁽¹⁾	Date de la mesure initiale ⁽²⁾	Dernier levé du 15/06/2020	
		Durée depuis (a)	dX (m)
1011	01/03/09	11,3 ans	-0,242
1012	01/03/09	11,3 ans	-0,421
1013	01/03/09	11,3 ans	disparu
10121	03/12/10	9,5 ans	-0,202
10122	03/12/10	9,5 ans	-0,067
172	10/01/11	9,4 ans	-0,130

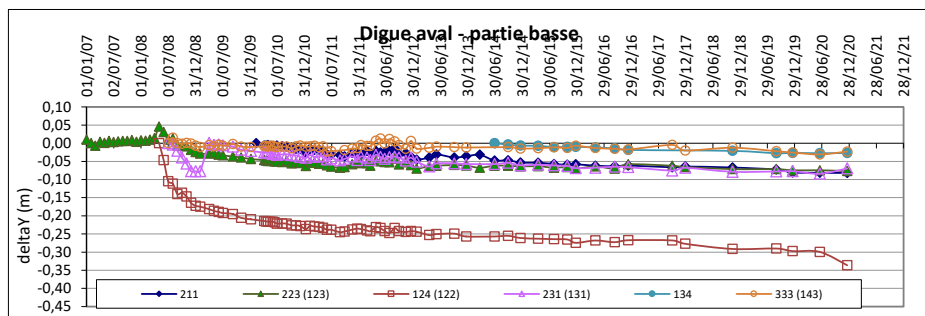


Numéro de borne ⁽¹⁾	Date de la mesure initiale ⁽²⁾	Dernier levé du 15/06/2020	
		Durée depuis (a)	dX (m)
1022	01/11/08	11,6 ans	-0,154
1021	01/03/09	11,3 ans	-0,175
2052	01/11/08	11,6 ans	disparu
2053	15/05/09	11,1 ans	disparu

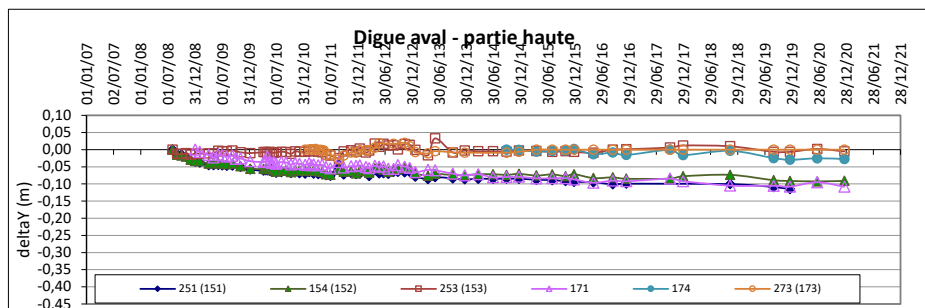
Notes:

(1) → 223 (123) = Numéro de nouvelle borne (Numéro d'ancienne borne la plus proche)

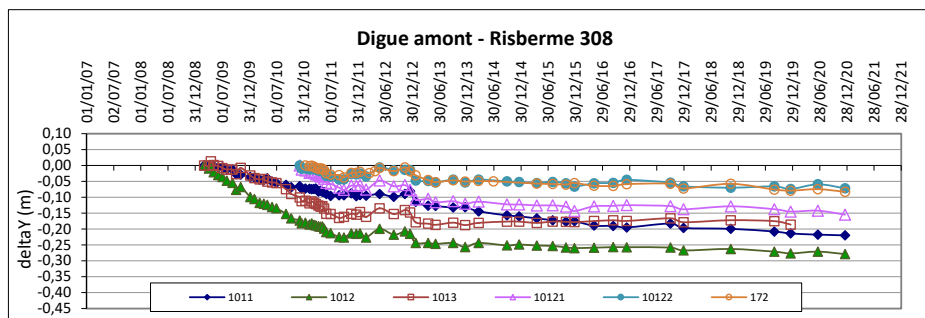
(2) → Pour les nouvelles bornes remplaçant une ancienne, la date de mesure initiale correspond à la date de la mesure initiale sur l'ancienne borne ; lors de la mise en place d'une nouvelle borne, l'historique des mouvements passés est conservé en additionnant les déplacements passés avec les nouveaux déplacements.



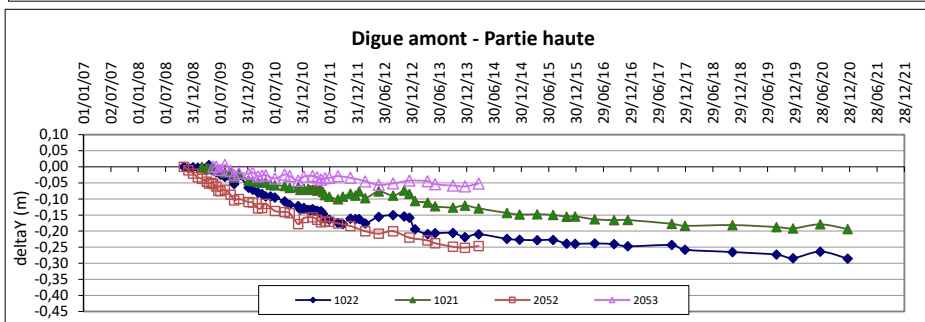
Numéro de borne ⁽¹⁾	Date de la mesure initiale ⁽²⁾	Dernier levé du 15/06/2020	
		Durée depuis (a)	dY (m)
211	10/02/10	10,4 ans	-0,082
223 (123)	01/10/06	13,7 ans	-0,077
124 (122)	01/05/08	12,1 ans	-0,336
231 (131)	01/07/08	12,0 ans	-0,069
134	27/06/14	6,0 ans	-0,027
333	01/07/08	12,0 ans	-0,023



Numéro de borne ⁽¹⁾	Date de la mesure initiale ⁽²⁾	Dernier levé du 15/06/2020	
		Durée depuis (a)	dY (m)
251 (151)	01/08/08	11,9 ans	disparu
154 (152)	01/08/08	11,9 ans	-0,091
253 (153)	01/08/08	11,9 ans	-0,005
171	01/01/09	11,5 ans	-0,108
174	26/09/14	5,7 ans	-0,027
273 (173)	10/01/11	9,4 ans	disparu



Numéro de borne ⁽¹⁾	Date de la mesure initiale ⁽²⁾	Dernier levé du 15/06/2020	
		Durée depuis (a)	dY (m)
1011	01/03/09	11,3 ans	-0,220
1012	01/03/09	11,3 ans	-0,279
1013	01/03/09	11,3 ans	disparu
10121	03/12/10	9,5 ans	-0,155
10122	03/12/10	9,5 ans	-0,072
172	10/01/11	9,4 ans	-0,083



Numéro de borne ⁽¹⁾	Date de la mesure initiale ⁽²⁾	Dernier levé du 15/06/2020	
		Durée depuis (a)	dY (m)
1022	01/11/08	11,6 ans	-0,284
1021	01/03/09	11,3 ans	-0,192
2052	01/11/08	11,6 ans	disparu
2053	15/05/09	11,1 ans	disparu

Notes:

(1) → 223 (123) = Numéro de nouvelle borne (Numéro d'ancienne borne la plus proche)

(2) → Pour les nouvelles bornes remplaçant une ancienne, la date de mesure initiale correspond à la date de la mesure initiale sur l'ancienne borne ; lors de la mise en place d'une nouvelle borne, l'historique des mouvements passés est conservé en additionnant les déplacements passés avec les nouveaux déplacements.

Annexe 5 Evolution des vitesses de déplacements selon l'axe X-Y (Résultante dans le plan horizontal)

