

LOCHWILLER – ANALYSE DES MESURES TOPOGRAPHIQUES	
Rédacteur : S. VICENTIN	Entité : DRP/DPSM/UTAM EST
Projet : Lochwiller - Mesures topographiques - AM17EST44	Numéro : I04030801
Objet : Résultats de la campagne de mesures du 30/05/2017	
Diffusion interne : N. KOEBERLE, L. SEMMELBECK, C. BOCQUILLON, R. FISCHER	
Diffusion externe : DREAL Grand-Est : P. HANOCQ, A. GELIN, G. WOLF. GEODERIS : R. HADADOU, M. KIMMEL	
En cas de diffusion externe visa et nom du responsable : N. KOEBERLE	

1. Contexte général et historique

La commune de Lochwiller (67) fait l'objet de mesures topographiques (nivellement et translation) suite à des désordres observés sur les façades des maisons ainsi que sur la chaussée au niveau du lotissement Weingarten. Cinq campagnes ont été réalisées en 2013 dans le cadre de l'expertise judiciaire (premier levé faisant office de référence : **le 7 mars 2013**).

En **2014**, le réseau est alors constitué de 44 repères, 19 anciens points issus de la procédure judiciaire et 25 nouveaux points. Le repère R1014 a été supprimé car il était en doublon du point R1013 distant d'un mètre. Le levé de référence pour ce réseau étendu date du **17 avril 2014**.

En **2015**, à la demande de la DREAL Alsace, 12 nouveaux repères ont été implantés et mesurés à compter du levé du **29 septembre**, conformément au rapport Géodéris E2015/127DE – 15ALS33010. Ils sont numérotés de R1051 à R1062. Ce levé sera considéré comme la référence pour le calcul des valeurs cumulées sur ces 12 repères.

A noter que 7 repères matérialisés par des piquets qui présentaient des signes de dégradations ont été remplacés lors de la campagne du 29 septembre (matérialisation par bornes vissées). Ces repères ont été renommés R1013 bis, R1023 bis, R1024 bis, R1034 bis, R1035 bis, R1036 bis et R1045 bis.

En **2017**, à la demande de la DREAL Grand-Est suite aux propositions du BRGM (courriel du 23/12/2016), 27 nouveaux repères ont été implantés et mesurés à compter du levé du **30 mars 2017**. Ils sont numérotés de R1063 à R1089. Leurs emplacements ont été définis en accord avec Géodéris. Ils se situent autour de l'ancien réseau, au nord de la rue des Vignes, à l'ouest de la rue des Prés et de l'Etang, au sud-est du lotissement (vergers). L'objectif de cette extension est de vérifier la stabilité du terrain au nord et à l'ouest et de préciser les limites de la zone en mouvement au sud-est. De plus, les têtes de forage des quatre déformètres (DF1 à DF4) sont intégrées dans le réseau. Ce levé sera considéré comme la référence pour le calcul des valeurs cumulées sur ces 31 repères.

La fréquence des levés est bimestrielle.

Afin de préciser les tendances d'évolution des repères en place, des calculs de mouvements sont également effectués par rapport au levé précédent (en général 2 mois).

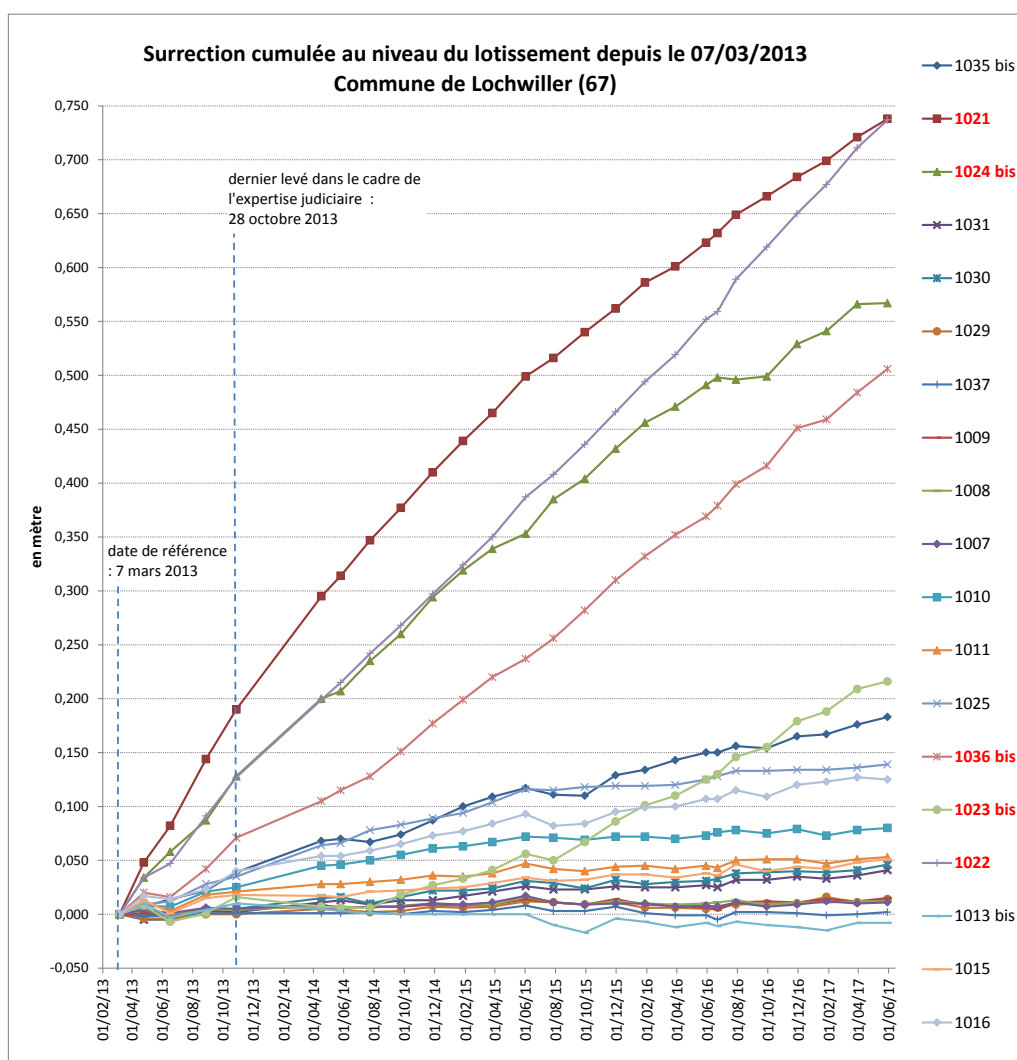
Enfin, pour chaque calcul de déplacement cumulé (ΔXY), le gisement¹ (ou l'azimut) du vecteur, défini par le point de référence et le dernier point mesuré, est déterminé.

2. Campagne n°21 du 30 mai 2017 : Résultats et commentaires

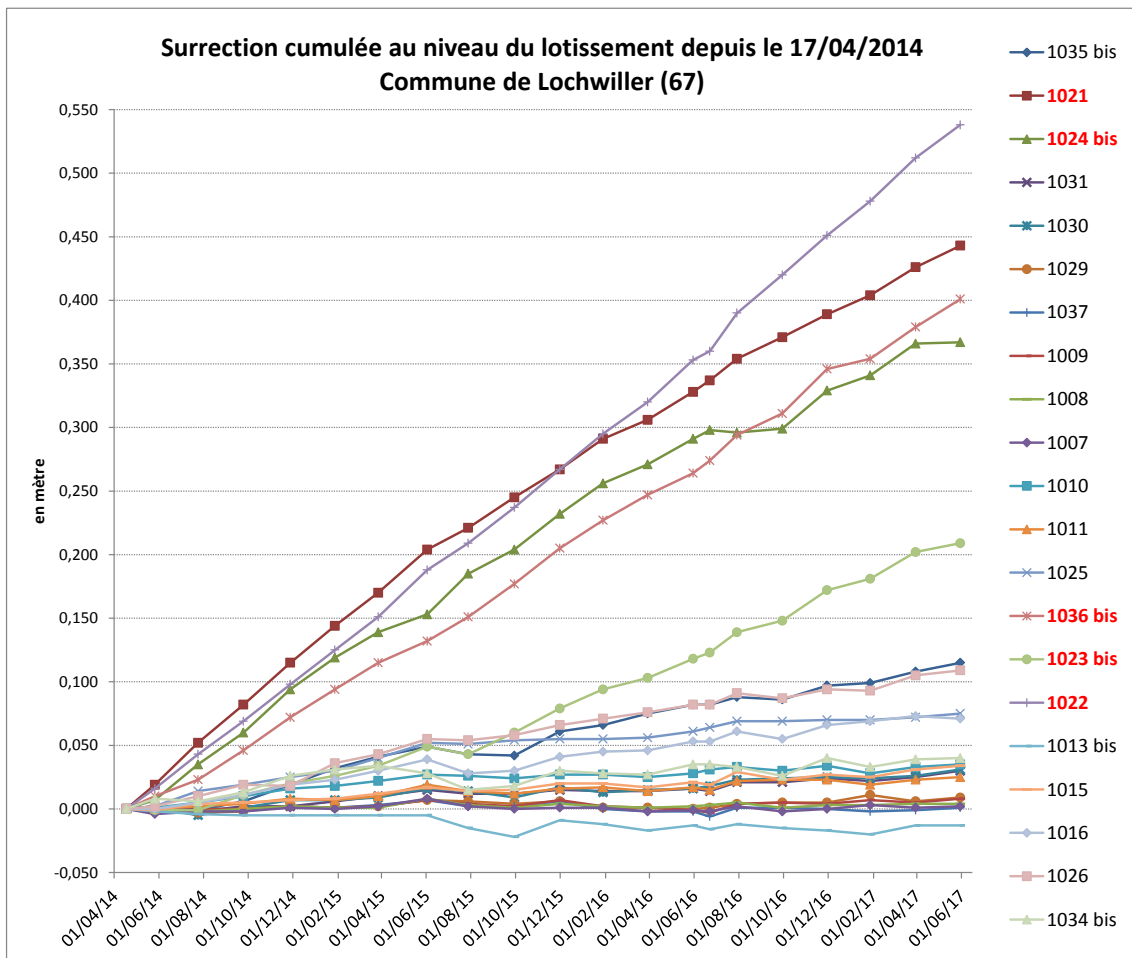
La campagne s'est déroulée le 30 mai 2017. Le réseau est aujourd'hui constitué de 87 repères. Le repère R1081, détruit, sera réimplanté lors de la prochaine campagne. Tous les autres repères ont été relevés.

a. Mouvements verticaux (DZ) des repères au niveau du lotissement (44 repères de R1001 à R1046)

Les graphes ci-après illustrent l'évolution des mouvements verticaux au niveau du lotissement (valeurs cumulées par rapport aux références du 07/03/2013 et du 17/04/2014).



¹ Le **gisement** d'une direction est l'angle que fait cette direction avec le Nord géographique. Il est compté de 0 à 400 grades dans le sens des aiguilles d'une montre (synonyme d'azimut).



On constate que le phénomène de surrection se poursuit sur les points remarquables : R1021, R1022, R1024 bis, R1036 bis et R1023bis (repères présentant les mouvements les plus significatifs par rapport aux dates de référence du 7 mars 2013 et du 17 avril 2014). Les résultats sont repris dans le tableau ci-dessous en précisant les tendances vis-à-vis de la campagne précédente.

	Cumulé (référence au 07/03/13)	Cumulé (référence au 17/04/14)	Tendance (partiel) (référence au 30/03/17)
R 1021	73,8 cm	44,3 cm	+ 1,7 cm
R 1022	73,7 cm	53,8 cm	+ 2,6 cm
R 1024 b	56,7 cm	36,7 cm	+ 0,1 cm
R 1036 b	50,6 cm	40,1 cm	+ 2,2 cm
R 1023 b	21,6 cm	20,9 cm	+ 0,7 cm

La valeur maximale cumulée en référence au levé du 7 mars 2013 atteint 73,8 cm sur le point R1021 (+1,7 cm par rapport à la campagne du 30 mars 2017). Ce dernier montre une surrection de 44,3 cm par rapport au levé du 17/04/2014. La valeur maximale par rapport à cette référence est mesurée sur le repère R1022 (53,8 cm).

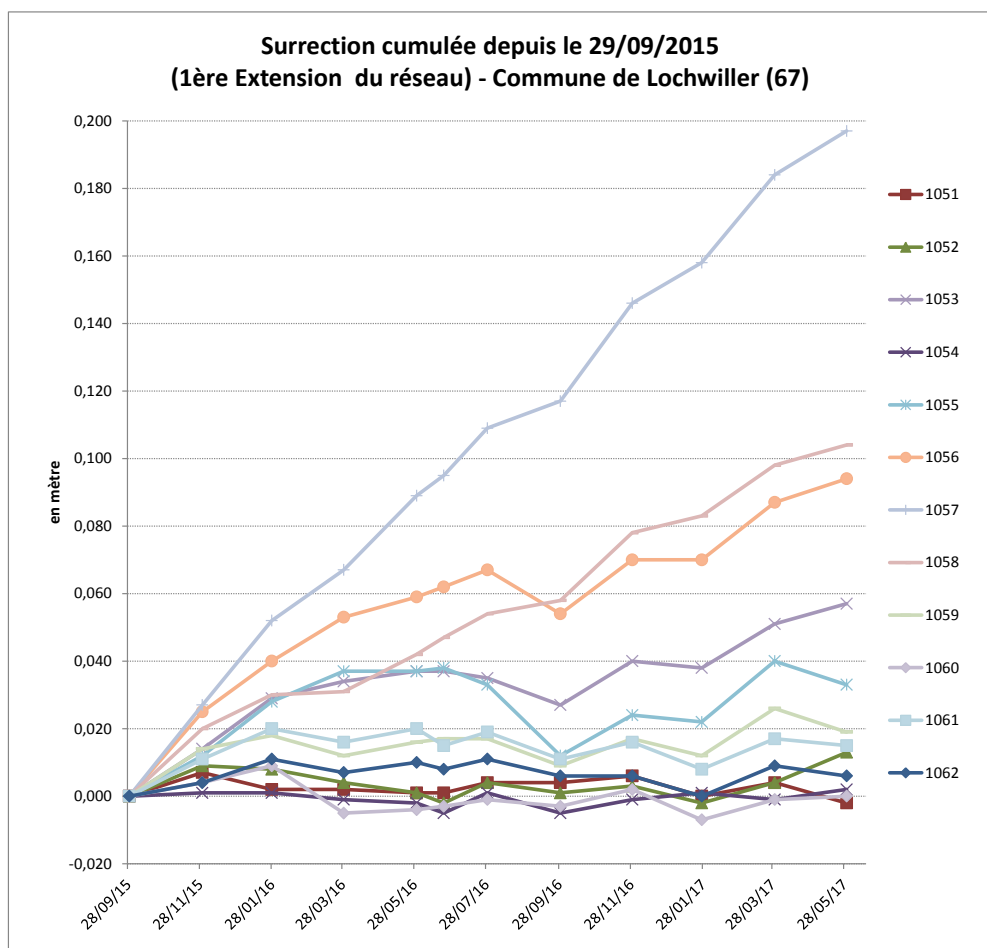
La plus forte tendance à la surrection (partiel) est observée sur le repère R1022 (+2,6 cm sur 2 mois). Le repère R1024 bis affiche une tendance à la surrection de 0,1 cm, c'est-à-dire stable par rapport à la mesure précédente. Le même constat avait été fait en juillet 2016.

b. Mouvements verticaux (DZ) des repères dans la première zone d'extension du réseau (12 repères de R1051 à R1062)

A la demande de la DREAL, 12 repères ont été installés en **septembre 2015** afin de préciser les limites du phénomène :

- entre la rue des Vignes et la rue du Sonderberg au nord du lotissement (R1061 et R1062),
- au niveau du verger au sud-est du lotissement (R1053, R1055 à R1060),
- au sud-ouest de la rue de l'Etang (R1051, R1052 et R1054),

Le graphe ci-après illustre l'évolution des mouvements verticaux au niveau de la zone d'extension du réseau (valeurs cumulées par rapport aux références du 29/09/2015). Le phénomène de surrection affecte certains repères, en particulier ceux situés au niveau du verger.



Le tableau ci-dessous reprend les repères mesurés depuis septembre 2015 présentant les mouvements verticaux les plus significatifs. La référence pour les résultats en cumulés correspond au levé du 29 septembre 2015 (cumulé sur 20 mois). Une tendance vis-à-vis de la campagne précédente est également indiquée.

	Cumulé (réf. au 29/09/15)	Tendance (partiel) (réf. au 30/03/17)
R 1053	5,7 cm	+ 0,6 cm
R 1055	3,3 cm	- 0,7 cm
R 1056	9,4 cm	+ 0,7 cm
R 1057	19,7 cm	+ 1,3 cm
R 1058	10,4 cm	+ 0,6 cm

Les mouvements verticaux les plus significatifs se situent au niveau du verger. Sur les 12 repères relevés, les écarts sont compris entre +0,2 et +19,7 cm en valeurs cumulées sur 20 mois avec une tendance comprise entre -0,7 et +1,3 cm pour les deux derniers mois.

Les repères R1056, R1057 et R1058, situés de part et d'autre de la zone de crevasses qui traverse une partie du verger, présentent les valeurs en cumulées les plus importantes (respectivement +9,4 ; +19,7 et +10,4 cm).



Situation des crevasses (photo prise le 14 février 2017)

c. Mouvements verticaux (DZ) des repères dans la deuxième zone d'extension du réseau (31 repères de R1063 à R1089, DF1 à DF4)

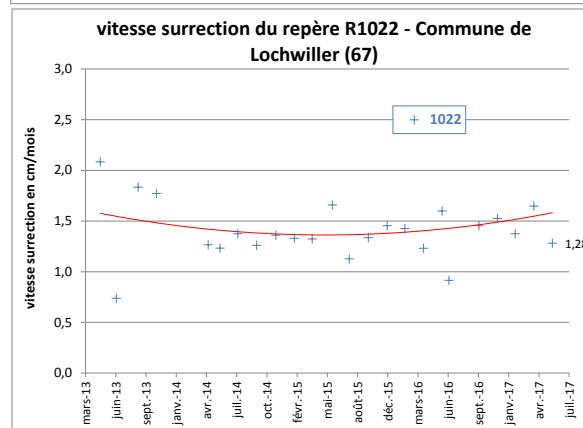
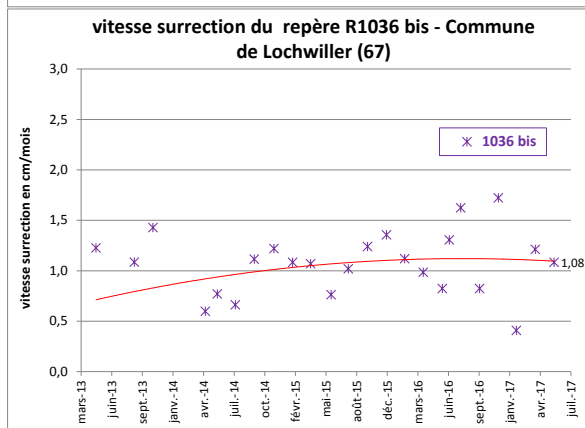
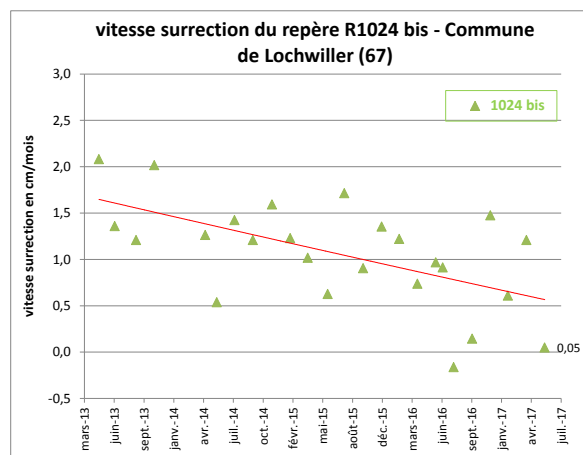
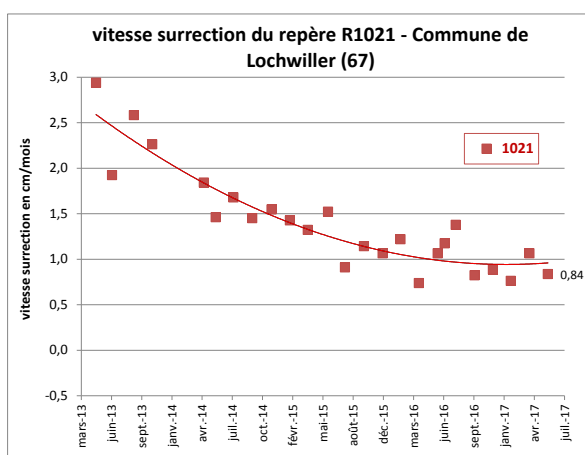
Les 27 nouveaux repères implantés lors de la précédente campagne de mesures (30 mars 2017) ont été relevés à l'exception du R1081 (repère disparu). La tendance vis-à-vis de la campagne précédente (sur 2 mois) montre des valeurs comprises entre - 1 et + 0,7 cm. Le point de mesure DF1 (« déformètre 1 » suivi par Géodéris) présente une surrection de 2,3 cm, conforme aux valeurs mesurées sur les repères R1021 et R1022.

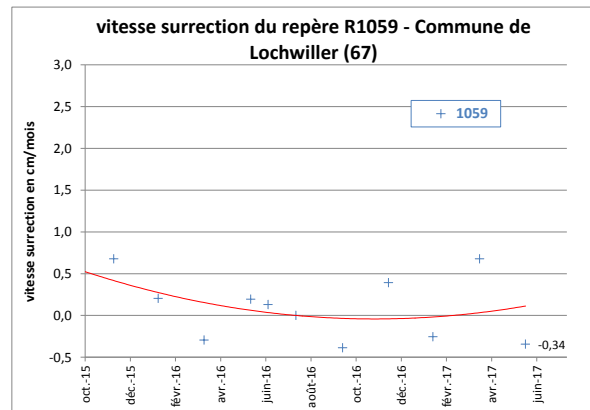
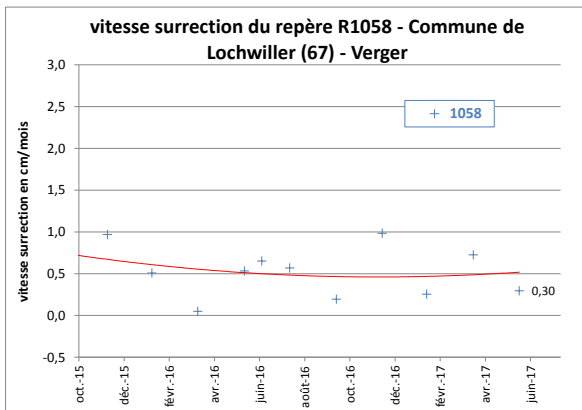
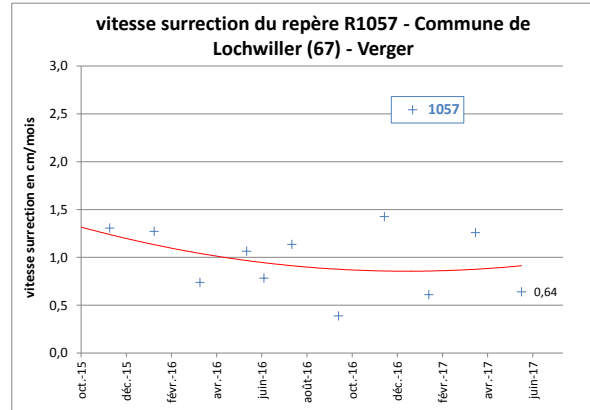
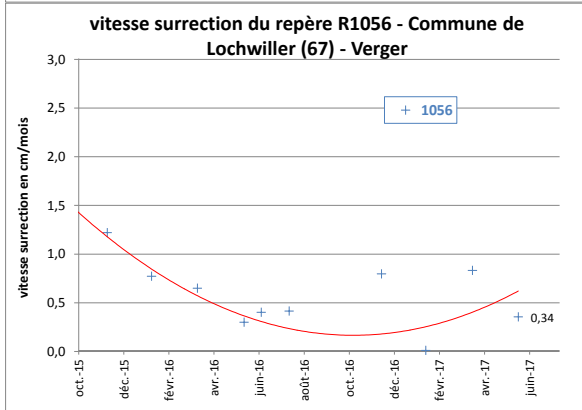
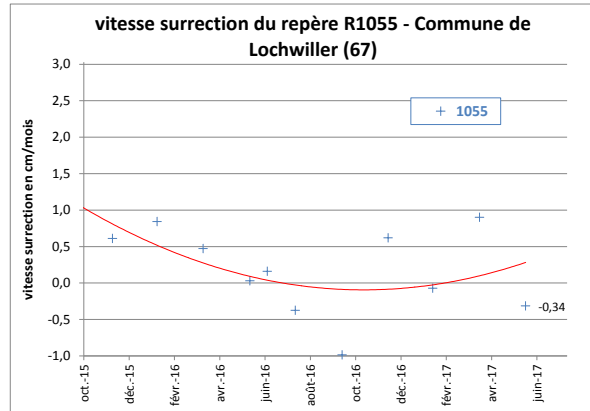
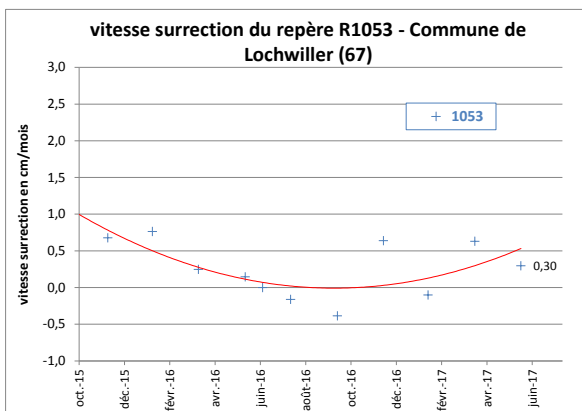
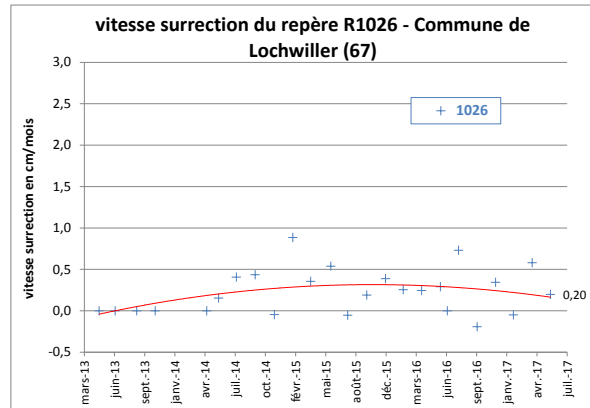
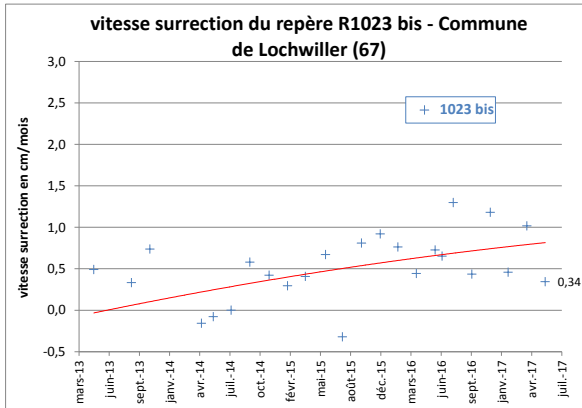
d. Calcul des vitesses des mouvements verticaux (DZ) sur les repères remarquables de l'ensemble du réseau

Afin de disposer d'une bonne approche de la tendance évolutive des mouvements verticaux, un calcul des vitesses a été effectué entre les différentes campagnes de mesures sur l'ensemble des repères. Seuls les résultats des points présentant des vitesses actuelles significatives ont été reportés dans les graphes ci-dessous. Les valeurs négatives correspondent à des tassements, les valeurs positives à une surrection.

La vitesse actuelle est calculée sur la base des deux dernières campagnes. Elle se situe entre 0 et 1,3 cm/mois. Les tendances de vitesses des points remarquables sont les suivantes :

- pour le repère R1021, après une baisse régulière de la vitesse de mars 2013 à septembre 2015, on assiste à une tendance à la stabilité aux alentours de 1 cm/mois,
- une tendance à la stabilité des repères R1022, R1026 et R 1036 bis aux alentours de 1,5 cm/mois et 1cm/mois respectivement,
- une tendance à la baisse pour le repère R1024 bis avec des valeurs plus hétérogènes depuis juillet 2016 oscillant entre 0,5 et 1,5 cm/mois,
- une légère tendance à la hausse pour le repère R1023 bis (1 cm/mois en mars 2017) ; on notera un sensible ralentissement lors de cette campagne (0.34 cm/mois),
- au niveau du verger (R1053 et R1055 à R1059), les différentes courbes de tendance montrent un profil assez similaire avec des vitesses plutôt hétérogènes, particulièrement influencées par les conditions climatiques.

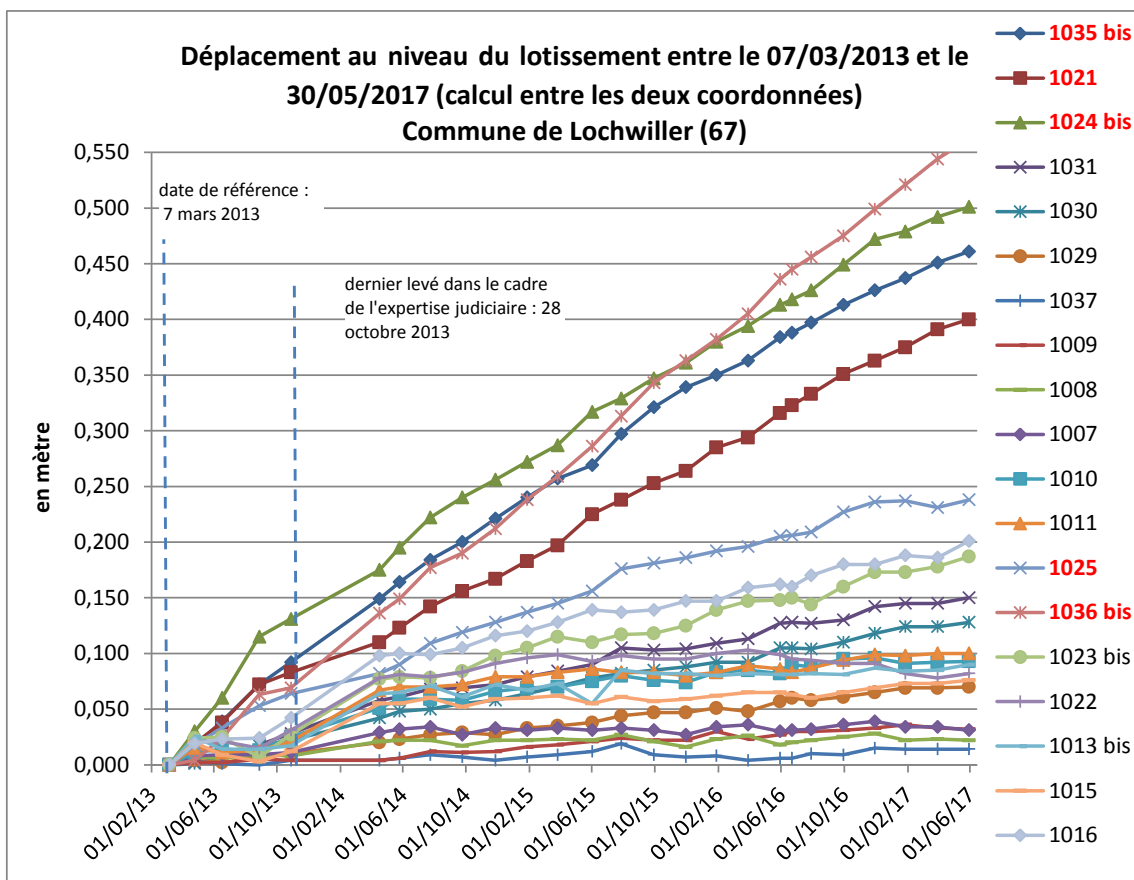


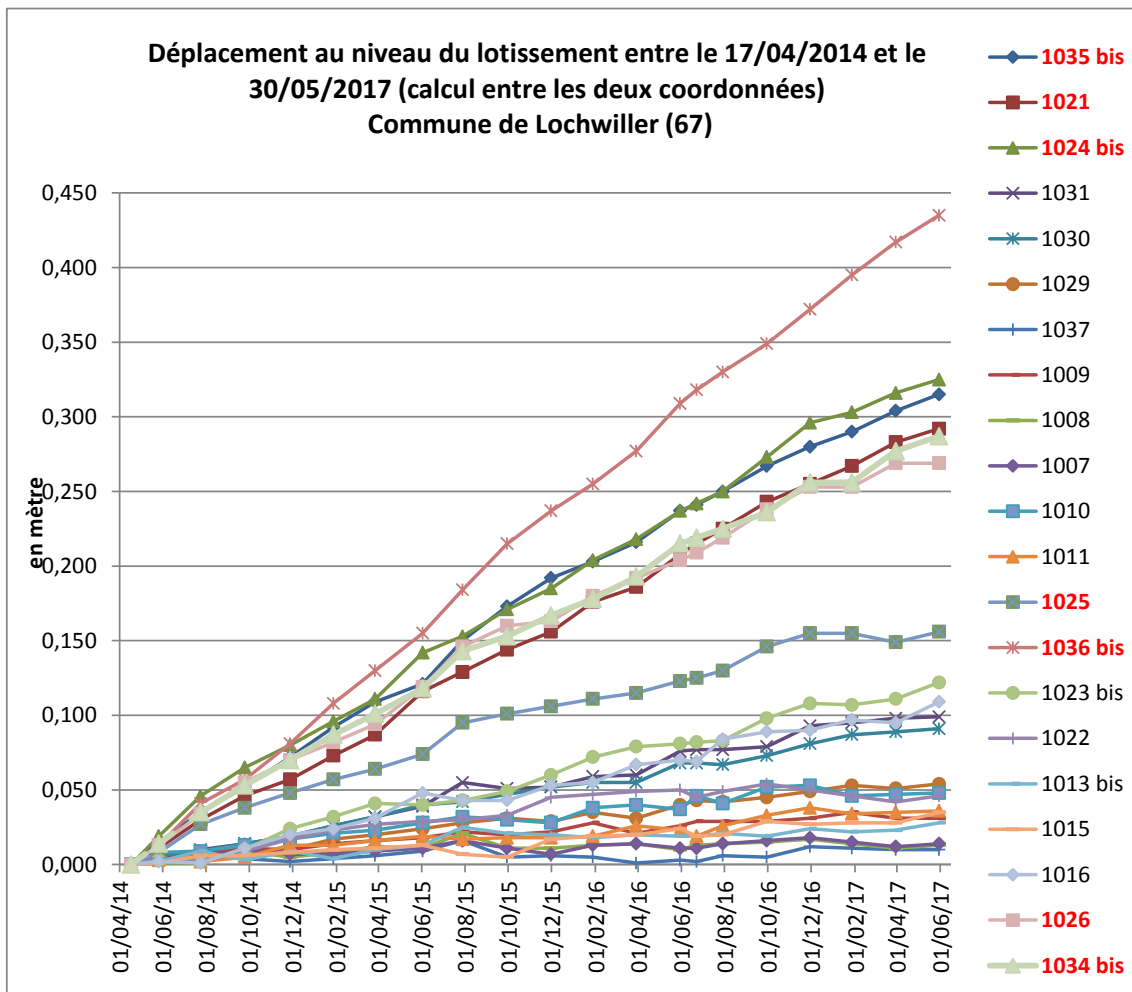


Une analyse globale de l'ensemble des repères du réseau montre un léger ralentissement du phénomène de surrection si l'on compare les deux dernières campagnes. Cette situation a déjà été observée à la même période en 2016. Elle s'explique probablement par les conditions climatiques particulières (sècheresse → retrait des argiles → tassement).

e. Déplacements horizontaux (DX Y) des repères au niveau du lotissement (44 repères de R1001 à R1046)

Les graphes ci-après illustrent l'évolution des déplacements horizontaux (valeurs cumulées par rapport aux références du 07/03/2013 et du 17/04/2014). Les valeurs correspondent à l'écart entre le point de référence et le point mesuré.





On constate que les déplacements horizontaux se poursuivent. Le tableau ci-dessous indique les repères présentant les déplacements les plus significatifs en cumulé par rapport aux deux dates de référence. Il propose une tendance vis-à-vis de la campagne précédente. Il précise également le gisement du déplacement (par rapport au nord géographique) :

	Cumulé (réf. au 07/03/13)	Cumulé (réf. au 17/04/14)	Tendance (partiel) (réf. au 30/03/17)	Gis. (en grade) (réf. au 17/04/14)
R 1024 bis	50,1 cm	32,5 cm	0,9 cm	306
R 1036 bis	56,2 cm	43,5 cm	1,8 cm	258
R 1026	(nouveau point)	27,6 cm	0,9 cm	288
R 1034 bis	(nouveau point)	28,7 cm	1,1 cm	259
R 1035 bis	46,1 cm	31,5 cm	1,1 cm	264
R 1021	40,0 cm	29,2 cm	0,9 cm	277
R 1023 bis	18,7 cm	12,2 cm	1,1 cm	52
R 1025	23,8 cm	15,6 cm	0,7 cm	341
R 1016	20,1 cm	10,9 cm	1,6 cm	18

La valeur maximale cumulée en référence au levé du 7 mars 2013 atteint 56,2 cm sur le point R1036 bis (+1,8 cm par rapport à la campagne précédente). Ce dernier montre un déplacement de 43,5 cm par rapport au levé du 17/04/2014 et représente la valeur maximale par rapport à cette référence.

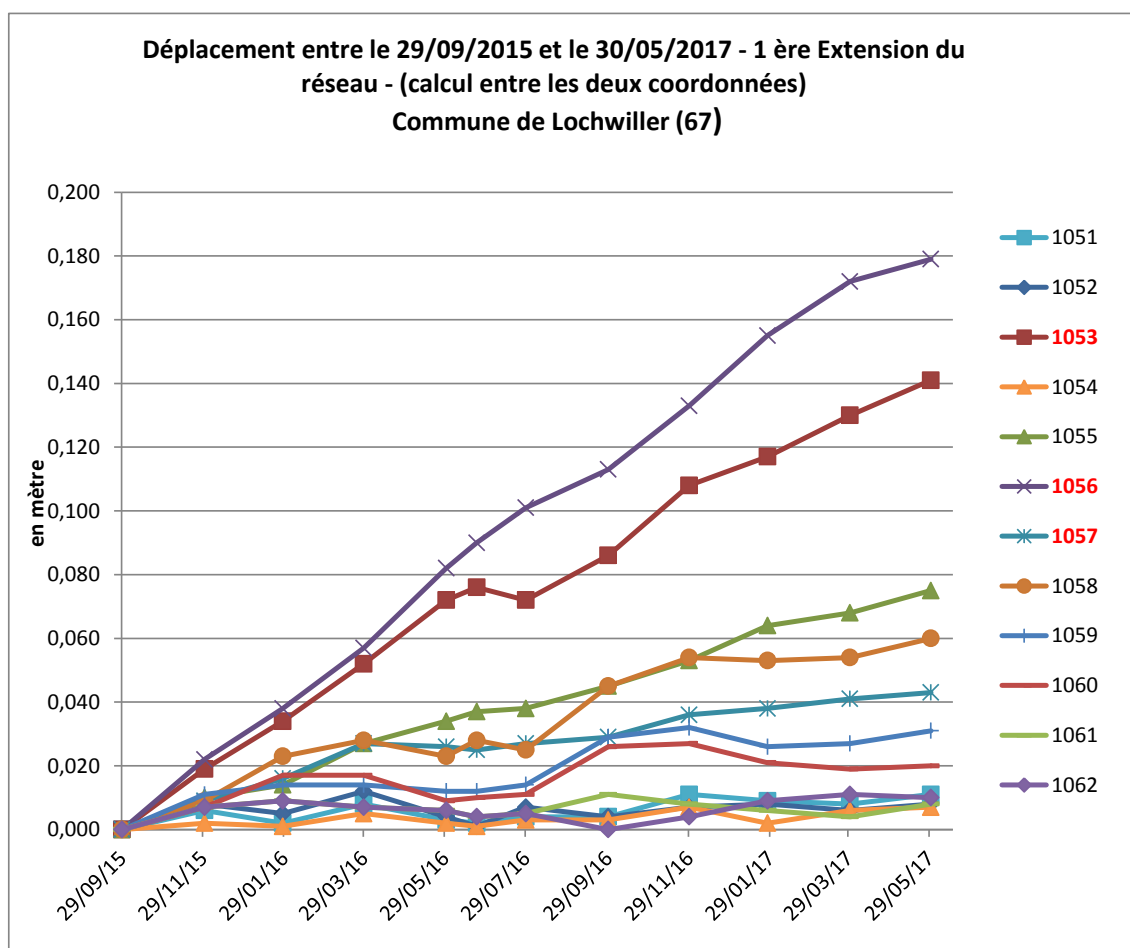
Le déplacement partiel (par rapport au levé précédent du 30 mars 2017, c'est-à-dire sur 2 mois) le plus important est observé sur le repère R1036 bis (1,8 cm).

L'azimut des déplacements observé sur la carte « Cumul depuis le 17/04/2014 » est inchangé et généralement orienté :

- ouest / sud-ouest pour les points R1024 bis, R1036 bis, R1026, R1034 bis, R1035 bis, R1021,
- nord pour les points R1022, R1023 bis, R1010 et R1016,
- nord-ouest pour le point R1025,
- nord-est pour le point R1023 bis.

f. Déplacements horizontaux (DX Y) des repères dans la dans la première zone d'extension du réseau (12 repères de R1051 à R1062)

Le graphe ci-après illustre l'évolution des déplacements horizontaux au niveau de la zone d'extension du réseau (valeurs cumulées par rapport aux références du 29/09/2015). Les valeurs correspondent à l'écart entre le point de référence et le point mesuré. Le phénomène de surrection affecte certains repères, en particulier ceux situés au niveau du verger.



Le tableau ci-dessous reprend les repères mesurés depuis septembre 2015 (extension du réseau) présentant les déplacements les plus significatifs. La référence pour les résultats en

cumulés correspond au levé du 29 septembre 2015 (cumulé sur 20 mois). Le gisement du déplacement est calculé pour ces valeurs. Les tendances vis-à-vis de la campagne précédente sont également indiquées.

	Cumulé (réf. au 29/09/15)	Tendance (réf. au 30/03/17)	Gis. Réf. au 29/09/15)
R 1053	14,1 cm	1,3 cm	242
R 1055	7,5 cm	0,9 cm	213
R 1056	17,9 cm	0,7 cm	258
R 1057	4,3 cm	0,6 cm	99
R 1058	6,0 cm	0,8 cm	98
R 1059	3,1 cm	0,7 cm	60

La valeur maximale cumulée en référence au levé du 29 septembre 2015 atteint 17,9 cm sur le point R1056 (+0,7 cm par rapport à la campagne précédente). Le déplacement partiel (par rapport au levé précédent du 30 mars 2017, c'est-à-dire sur 2 mois) le plus important est observé sur le repère R1053 (1,3 cm).

Sur les 12 repères relevés, les écarts sont compris entre 0,7 et 17,9 cm en valeurs cumulées sur 20 mois avec une tendance comprise entre 0,1 et 1,3 cm (partiel sur 2 mois).

L'azimut des déplacements est présentée sur la carte « Cumul depuis le 17/04/2014 ». Sur cette dernière, on observe des directions des déplacements inchangées et orientées sud / sud-ouest pour les points R1053, R1055 et R1056 et est / nord-est pour les points R1057, R1058, R1059 et R1060.

L'analyse des déplacements sur l'ensemble de la zone en mouvement nous montre deux directions préférentielles : sud-ouest et nord-est.

On peut raisonnablement penser que ces mouvements de directions opposés sont à l'origine des crevasses et que ces dernières seront probablement amenées à évoluer dans le futur.

g. Mouvements horizontaux (DXY) des repères dans la deuxième zone d'extension du réseau (31 repères de R1063 à R1089, DF1 à DF4)

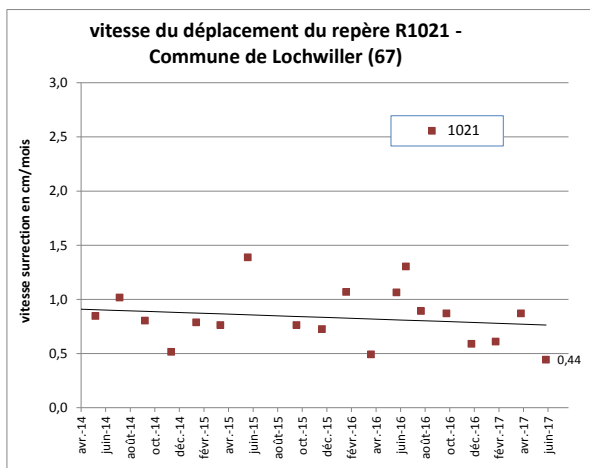
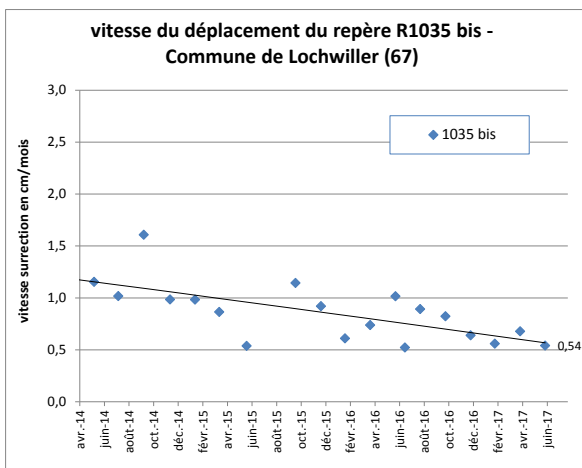
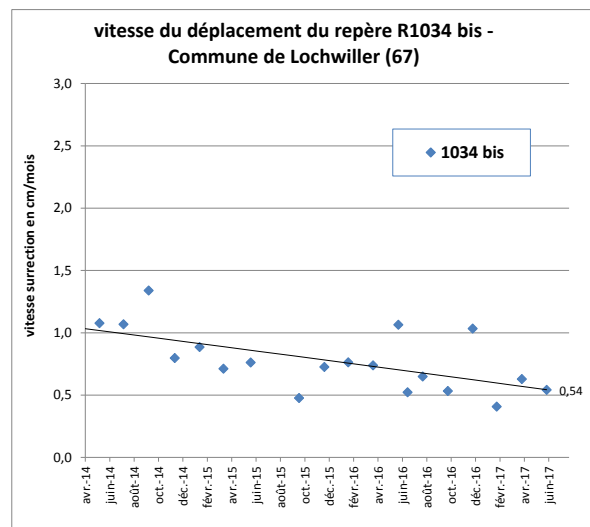
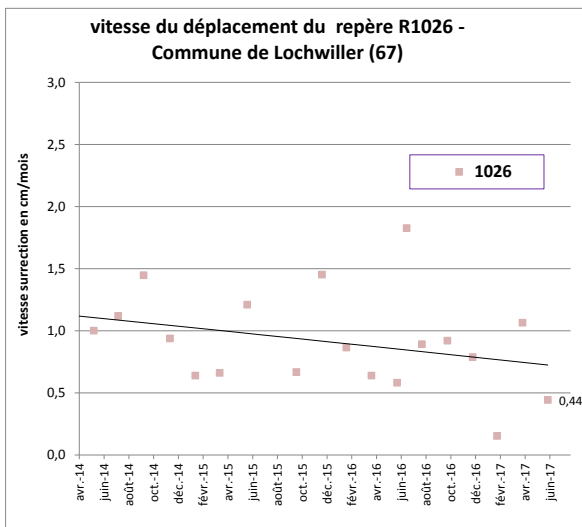
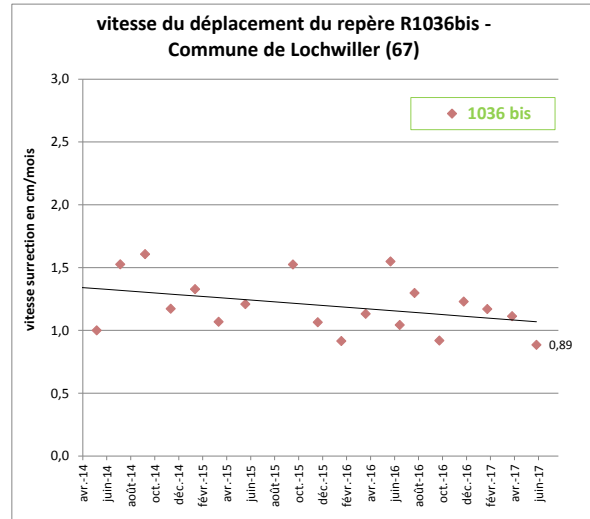
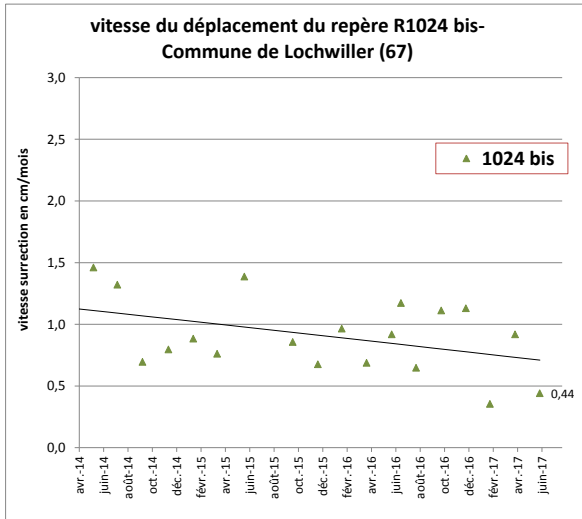
La tendance vis-à-vis de la campagne précédente (sur 2 mois) sur les 26 nouveaux repères mesurés (R1081 disparu) montre des valeurs comprises entre - 0,1 et + 1,3 cm. Les déplacements partiels (par rapport au levé précédent du 30 mars 2017, c'est-à-dire sur 2 mois) les plus importants sont observés sur les repères R1073 (1,2 cm), R1077 (1,3 cm) et R1078 (1,0 cm).

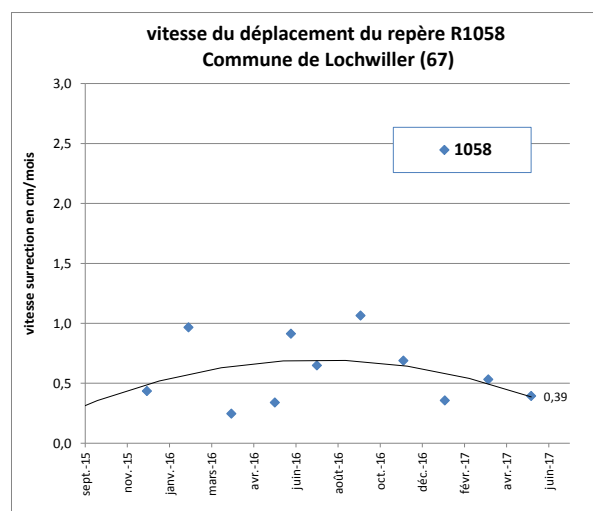
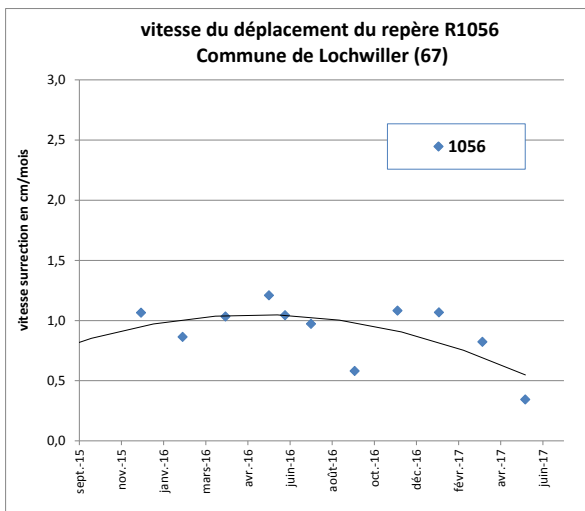
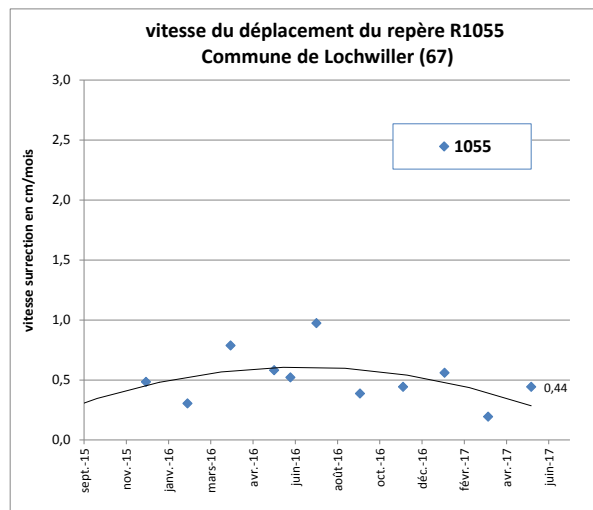
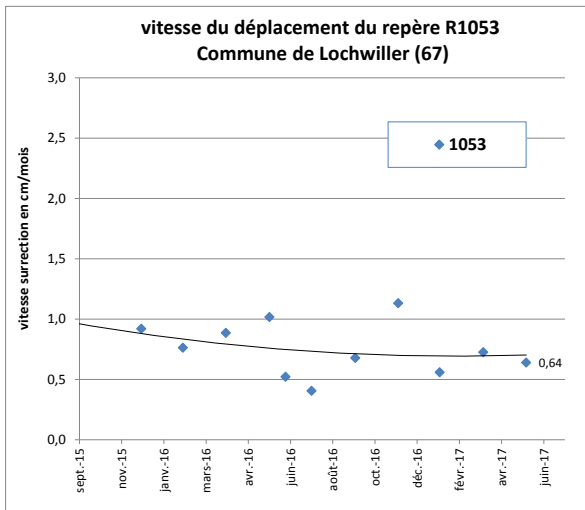
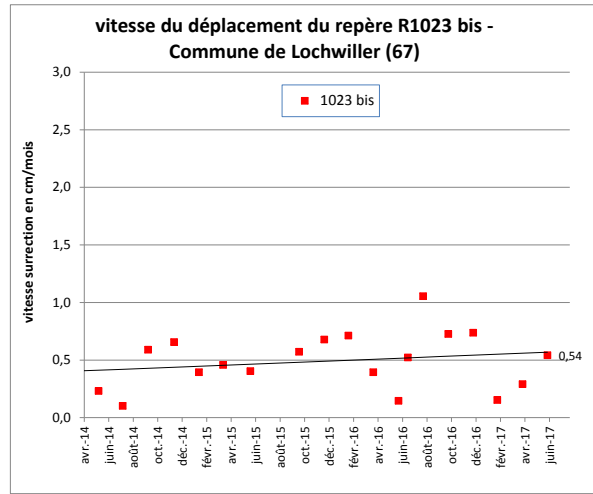
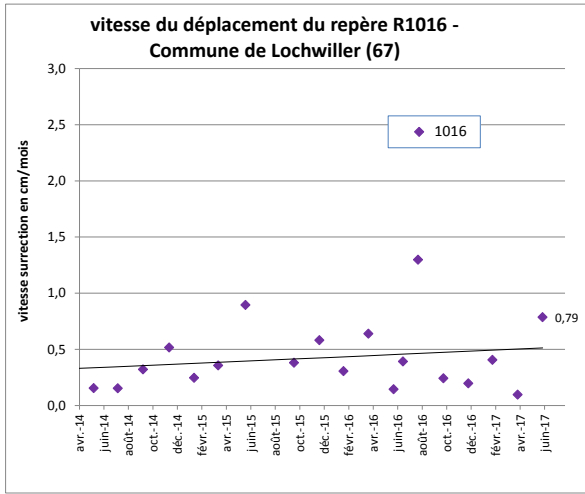
h. Calcul des vitesses des déplacements horizontaux (DXY) sur les repères remarquables de l'ensemble du réseau

Afin de disposer d'une bonne approche de la tendance évolutive des mouvements horizontaux, un calcul des vitesses a été effectué entre les différentes campagnes de mesures sur les repères les plus remarquables. Les résultats sont reportés dans les graphes ci-dessous.

La vitesse actuelle calculée **sur la base des deux dernières campagnes** se situe entre 0 et 0,9 cm/mois.

On notera une légère tendance à la baisse des vitesses de déplacement pour une grande majorité des repères (à titre d'exemple R1024bis, R1026, R1034bis, R1035bis et R1036bis). D'autres repères présentent une stabilité (à titre d'exemple R1021, R1053 et R1055). Deux repères affichent une tendance légère à la hausse, R1016 et R1023bis (voir ci-dessous).





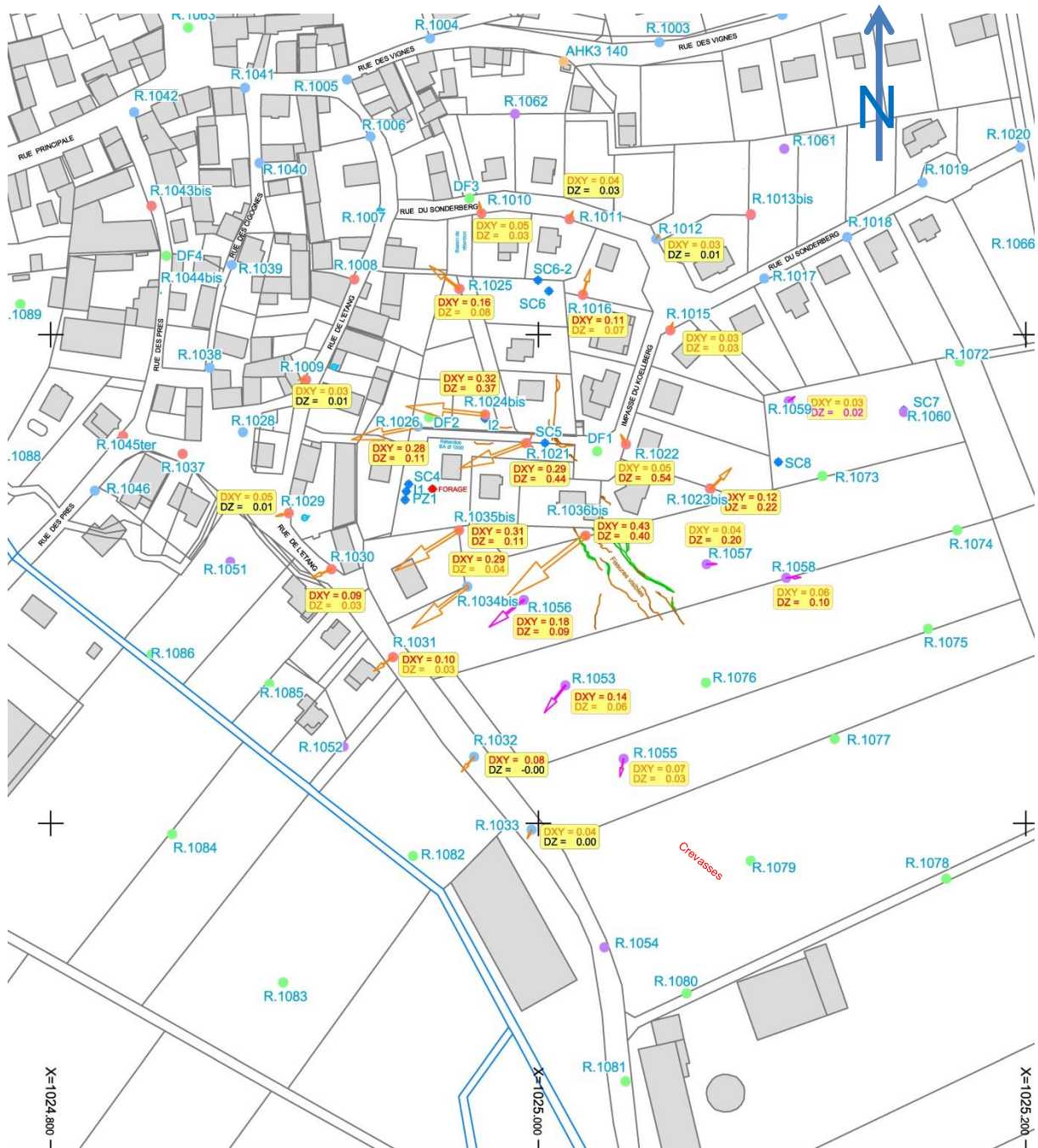
i. Extension du phénomène au droit du lotissement

Le plan « Cumul depuis le 17 avril 2014 / depuis le 29 septembre 2015 / depuis le 30 mars 2017 » précise les repères concernés par un mouvement \geq à 2 cm, qu'il soit de surrection (vertical DZ) ou de translation (horizontal DXY) par rapport à la date référentielle. Il définit, au droit du lotissement, la **zone actuelle de mouvement**.

Le plan « Cumul depuis le 03 mars 2013 » permet de délimiter la zone concernée par des mouvements du sol depuis la première campagne de mesure.

Les résultats de la campagne du 30 mai 2017 indiquent qu'au niveau du lotissement, les mouvements restent limitées entre les rues de Sonderberg au nord, de l'Étang à l'ouest et qu'ils affectent les repères situés au niveau du verger au sud-est du lotissement (voir plan ci-dessous).

Suite à l'implantation de 27 nouveaux points de mesures lors de la campagne du 30 mars 2017 (hors déformètres), les premiers écarts partiels (sur 2 mois) ont été calculés. Aucun point ne présente de mouvements verticaux supérieurs à 1 cm. Le fait que la plupart des repères affichent des écarts négatifs (tassements), laisse envisager un effet climatique (type retrait des argiles). Il convient de prendre ces premiers résultats avec prudence et d'attendre les campagnes suivantes. Trois repères (hors déformètres) montrent des déplacements horizontaux supérieurs à 1 cm au niveau du verger (R1073 en crête de la colline, R1077 et R1078 au sud du verger).



● Repères implantés le 29 septembre 2015 (1ère extension)

● Repères implantés le 30 mars 2017 (2ème extension)

Extrait du plan Cumul depuis le 17 avril 2014

j. Plans et mesures

Les plans et le fichier des mesures réalisées le 30/05/2017 sont fournis en annexes.

k. Conclusion

Les résultats du levé topographique (altitudes et planimétrie) de la campagne du 30 mai 2017 indiquent :

- Une poursuite des mouvements de surrection du sol mesurés au niveau des repères remarquables R1021, R1022, R1024 bis, R1036 bis et R1023 bis. La valeur maximale de surrection (repère R1021) est de + 73,8 cm en référence au levé du 7 mars 2013 et de + 44,3 cm en référence au levé du 17 avril 2014. Le repère R1022 (impasse du Koellberg) présente la plus forte tendance en référence au levé du 30 mai 2017 (+2,6 cm sur 2 mois).

Concernant les 12 repères installés en septembre 2015 (1^{ère} extension du réseau), seul le repère R1057 présente un écart significatif par rapport à la campagne précédente (≥ 1 cm en 2 mois). Il se situe au sud-est du lotissement (verger). L'écart maximum atteint 19,7 cm en cumulé par rapport au levé de septembre 2015.

Les premiers écarts partiels (sur 2 mois) ont été calculés sur les 27 repères de la 2^{ème} extension (implantation des points le 30 mars 2017). Aucun point ne présente de mouvements verticaux supérieurs à 1 cm.

Un calcul des vitesses a été effectué entre les différentes campagnes de mesures sur l'ensemble des repères. Elles se situent entre -0,5 et 1,3 cm par mois, (vitesse calculée entre le 30 mars 2017 et le 30 mai 2017). On rappellera qu'elle atteignait 3 cm au printemps 2013 pour le repère R1021 ;

- Une poursuite des déplacements horizontaux avec une valeur maximale sur le repère R1036bis de 56,2 cm en référence au levé du 7 mars 2013 et de 43,5 cm en référence au levé du 17 avril 2014 selon un même azimuth (ouest à sud-ouest). Ce repère présente également la plus forte tendance en référence au levé du 30 mars 2017 (+1,8 cm sur 2 mois).

Concernant les 12 repères installés en septembre 2015 (1^{ère} extension du réseau), seul le repère R1053 présente un écart significatif par rapport à la campagne précédente (≥ 1 cm en 2 mois). Il se situe au sud-est du lotissement (verger). L'écart maximum en cumulé est mesuré sur le repère R1056, il atteint 17,9 cm par rapport au levé de septembre 2015 (+0,7 cm sur 2 mois).

Les premiers écarts partiels (sur 2 mois) ont été calculés sur les 27 repères de la 2^{ème} extension (implantation des points le 30 mars 2017). Trois points (hors déformètre) présentent des mouvements verticaux supérieurs à 1 cm (R1073, R1077 et R1078).

Comme pour les mouvements verticaux, des vitesses de déplacement ont été calculées. Elles se situent entre 0 et 0,9 cm/mois (vitesse calculée entre le 30 mars 2017 et le 30 mai 2017). L'analyse des résultats indique une légère tendance à la baisse des vitesses pour les repères remarquables situés dans le lotissement;

- Une zone impactée, au droit du lotissement, toujours limitée entre la rue de Sonderberg au nord, la rue de l'Etang à l'ouest et la zone du verger au sud du lotissement (pas d'évolution remarquable par rapport à la situation du 30 mars 2017) (voir extrait du plan ci-dessus).