

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 02/10/2017	
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 Géodériss 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 Géodériss. 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).

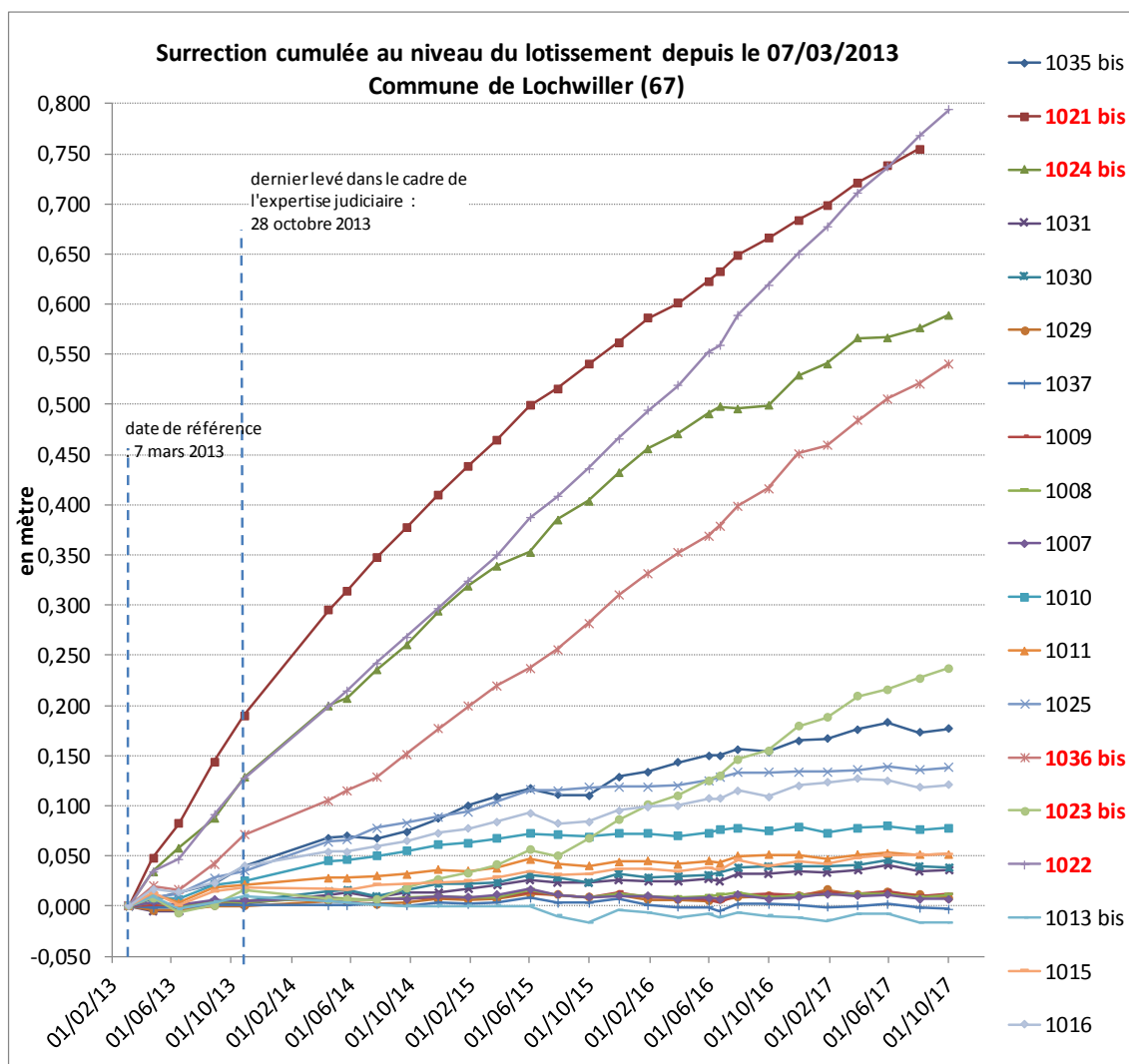
Enfin, pour chaque calcul de déplacement cumulé (ΔXY), le gisement¹ (ou l'azimut) du vecteur, défini par le point de référence et le dernier point mesuré, est déterminé.

2. Campagne n°23 du 2 octobre 2017 : Résultats et commentaires

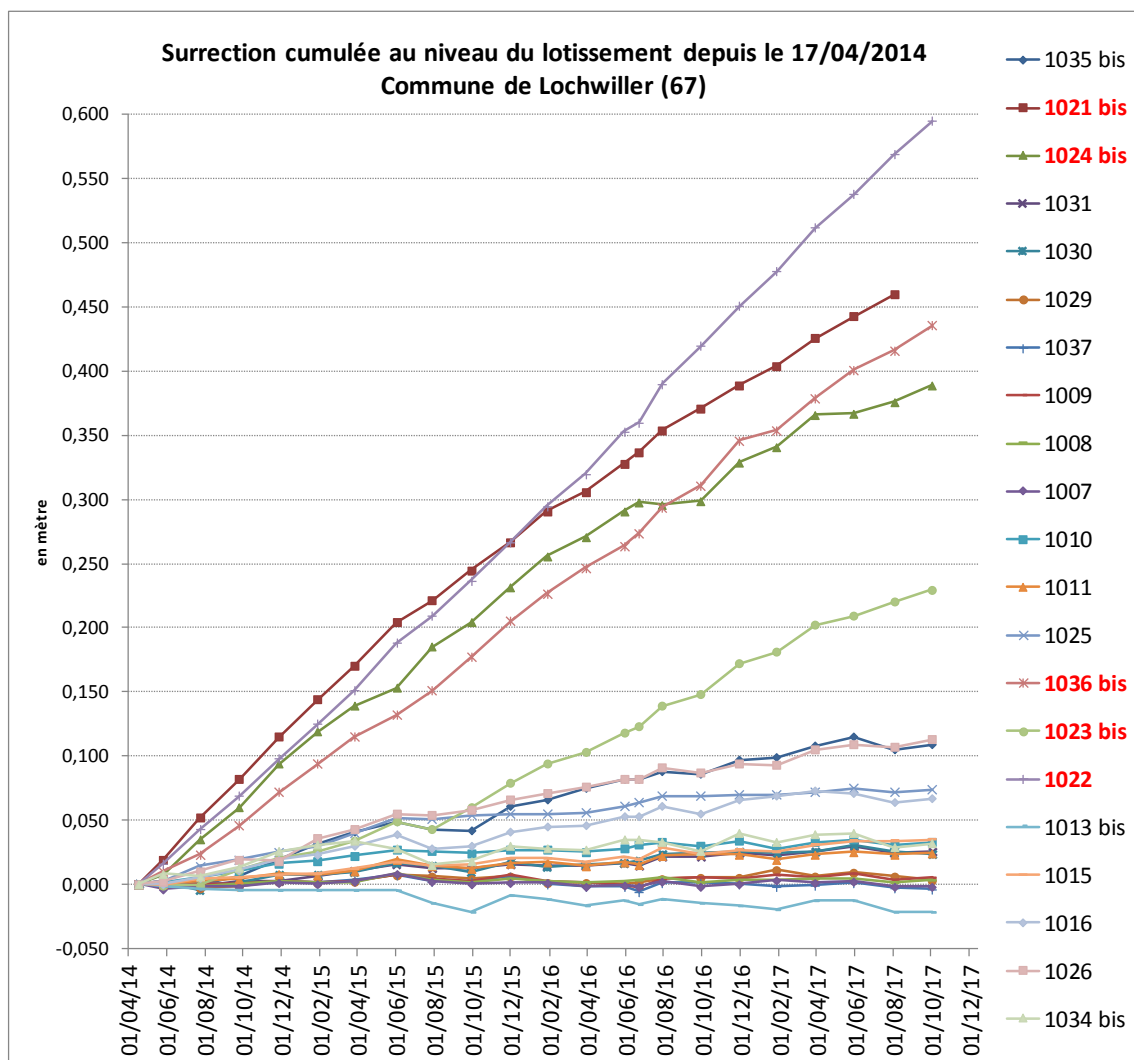
La campagne s'est déroulée le 2 octobre 2017. Le réseau est aujourd'hui constitué de 98 repères. Le **repère R1021** a dû être remplacé lors de cette campagne (rétabli en R1021bis) suite à la réfection de l'enrobé impasse Koellberg. **2 repères** n'ont pu être relevés car masqués (**R1083 et 1084**).

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 : **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). On rappellera que le repère R1021 ayant disparu, aucun cumulé n'a pu être calculé. 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 03/08/17)
R 1021 bis			
R 1022	79,4 cm	59,5 cm	+ 2,6 cm
R 1024 b	58,9 cm	38,9 cm	+ 1,3 cm
R 1036 b	54,1 cm	43,6 cm	+ 2,0 cm
R 1023 b	23,7 cm	23,0 cm	+ 1,0 cm

La valeur maximale cumulée en référence au levé du 7 mars 2013 atteint 79,4 cm sur le point R1022 (+2,6 cm par rapport à la campagne du 3 août 2017). Ce dernier montre une surrection de 59,5 cm par rapport au levé du 17/04/2014.

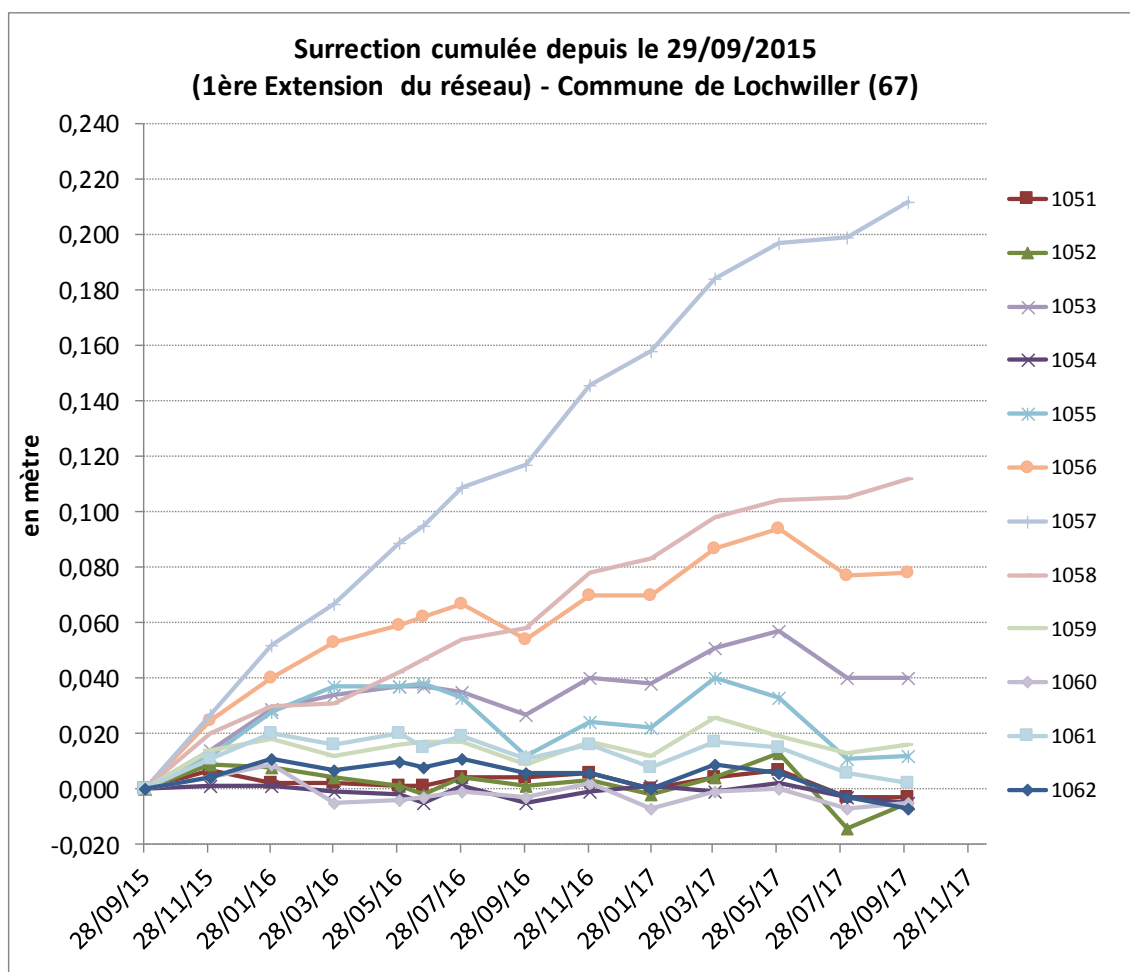
La plus forte tendance à la surrection (partiel) est observée sur le repère R1022 (+2,6 cm sur 2 mois). Tous les autres repères sont compris entre +6 et -3 mm.

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 tableau ci-dessous reprend les repères mesurés depuis septembre 2015 présentant les mouvements verticaux les plus significatifs, qu'ils soient de surrection (valeur positive) ou de tassement (valeur négative). La référence pour les résultats en cumulés correspond au levé

du 29 septembre 2015 (cumulé sur 24 mois). Une tendance vis-à-vis de la campagne précédente est également indiquée.

	Cumulé (réf. au 29/09/15)	Tendance (partiel) (réf. au 03/08/17)
R 1052	-0,5 cm	+ 0,9 cm
R 1053	4,0 cm	0 cm
R 1055	1,2 cm	+ 0,1 cm
R 1056	7,8 cm	+ 0,1 cm
R 1057	21,2 cm	+ 1,3 cm
R 1058	11,2 cm	+ 0,7 cm

Les mouvements verticaux les plus significatifs se situent au niveau du verger. Sur les 12 repères relevés, les écarts sont compris entre -0,7 et +21,2 cm en valeurs cumulées sur 24 mois. La tendance sur les deux derniers mois est comprise entre -0,4 et +1,3 cm. Un seul repère, R1057, présente une valeur significative (>+1 cm).

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 cumulées les plus importantes (respectivement +7,8 ; +21,2 et +11,2 cm).

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

Sur les 27 nouveaux repères implantés lors de la campagne du 30 mars 2017, deux n'ont pu être mesurés (R1083 et 1084 – pas de visibilité).

Le tableau ci-dessous reprend les repères mesurés depuis mars 2017 présentant les mouvements verticaux les plus significatifs, qu'ils soient de surrection (valeur positive) ou de tassement (valeur négative). La référence pour les résultats en cumulés correspond au levé du 30 mars 2017 (cumulé sur 6 mois). Une tendance vis-à-vis de la campagne précédente est également indiquée.

	Cumulé (réf. au 30/03/17)	Tendance (partiel) (réf. au 3/08/17)
R 1068	- 1,8 cm	- 0,1 cm
R 1069	- 3,2 cm	- 0,5 cm
R 1070	- 3,7 cm	- 0,8 cm
R 1072	- 1,2 cm	+ 0,5 cm
R 1075	- 0,8 cm	+0,2 cm
R 1076	+ 1,3 cm	+ 1,0 cm
R 1077	-2,4 cm	+ 0,5 cm
R 1079	-2,3 cm	+ 0,3 cm
R 1085	-1,9 cm	- 0,9 cm

Les mouvements verticaux sont compris entre + 1,3 et -3,7 cm en valeurs cumulées sur 6 mois. La tendance sur les deux derniers mois est comprise entre + 1 et -0,9 cm.

Le point de mesure DF1 (« déformètre 1 » suivi par Géodéris) présente une surrection de 6,7 cm en valeur cumulée sur 6 mois et de 1,9 cm en valeur partielle sur 2 mois. Ces écarts sont conformes à ceux mesurés sur les repères R1021 et R1022 dont il est proche.

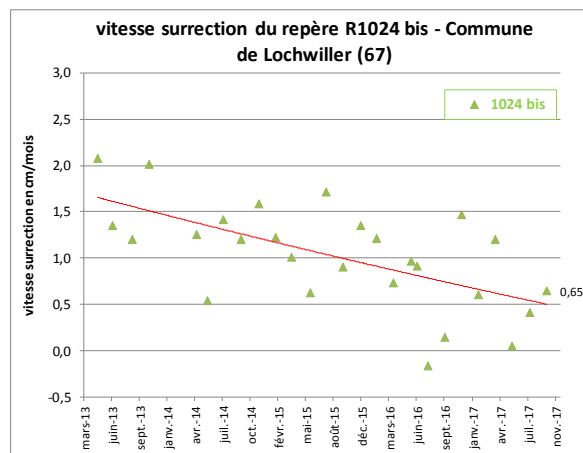
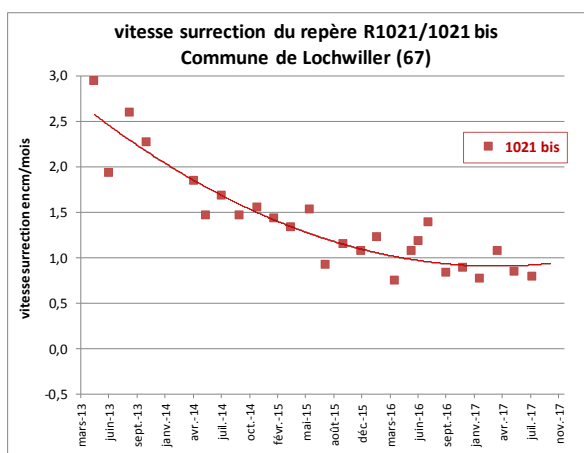
d. Calcul des vitesses des mouvements verticaux (DZ) sur les repères remarquables de l'ensemble du réseau

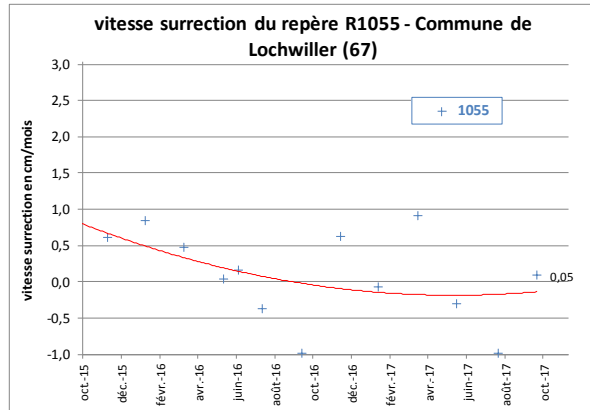
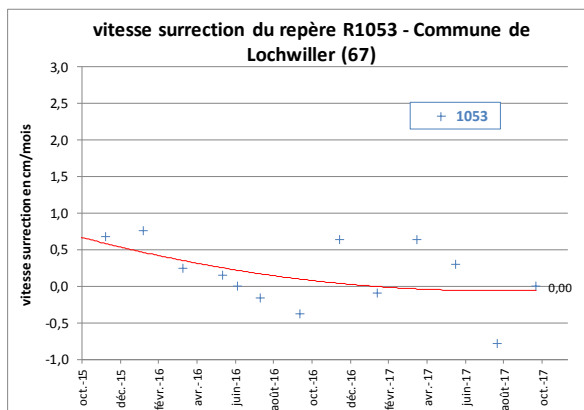
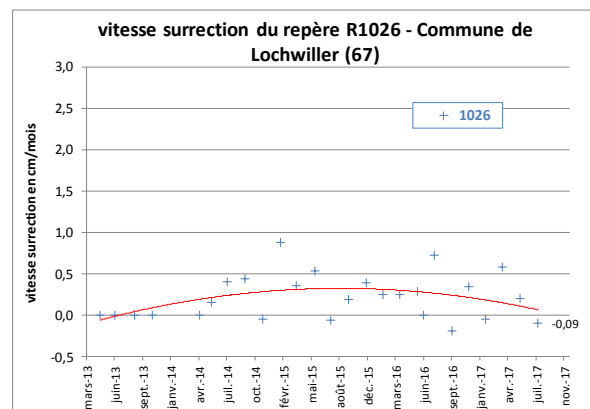
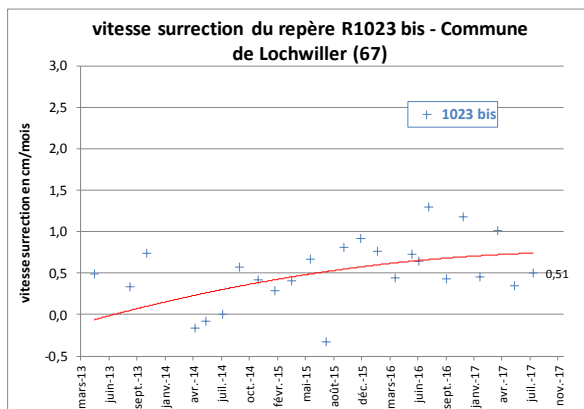
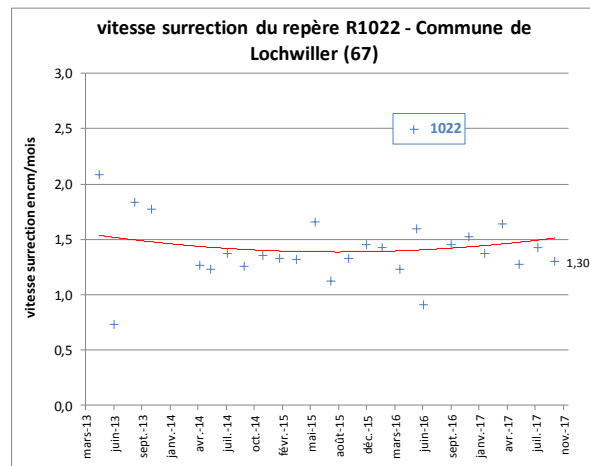
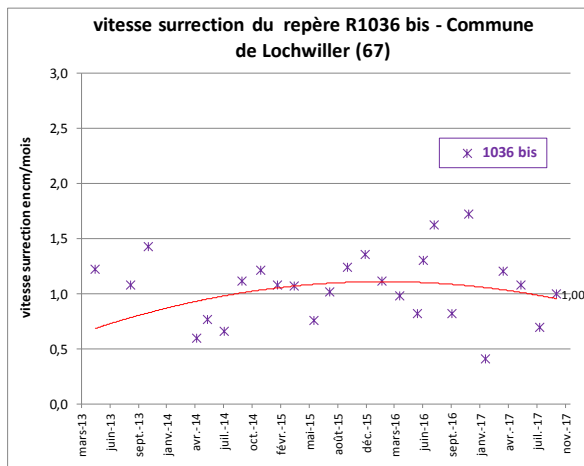
Afin de disposer d'une bonne approche de la tendance évolutive des mouvements verticaux, un calcul des vitesses a été effectué entre les différentes campagnes de mesures sur l'ensemble des repères. Seuls les résultats des points présentant des vitesses actuelles significatives ont été reportés dans les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

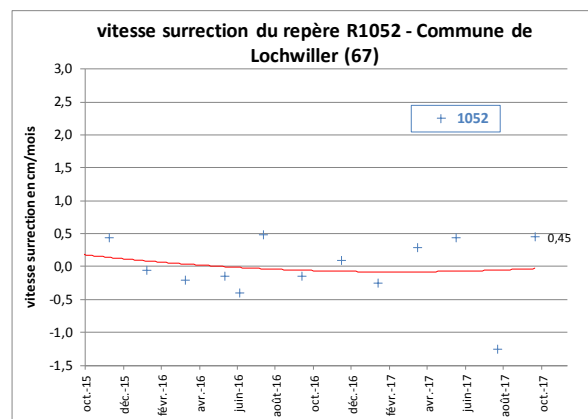
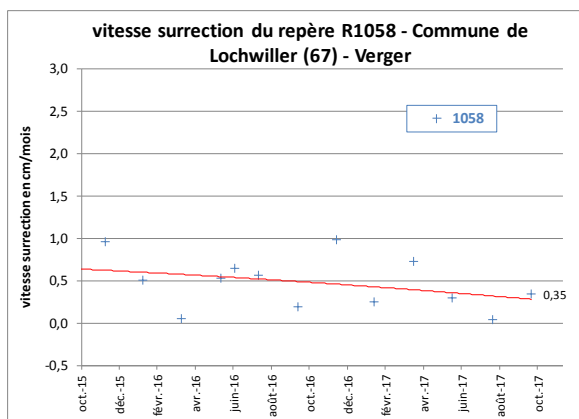
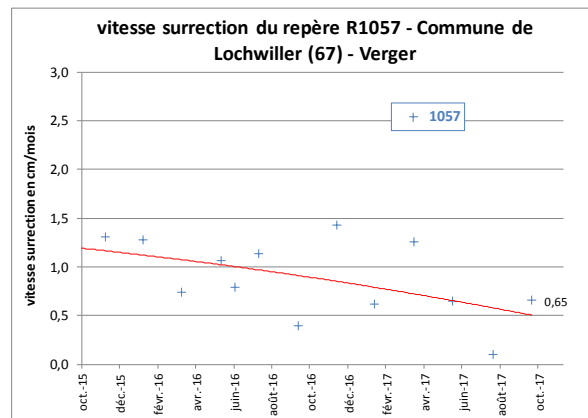
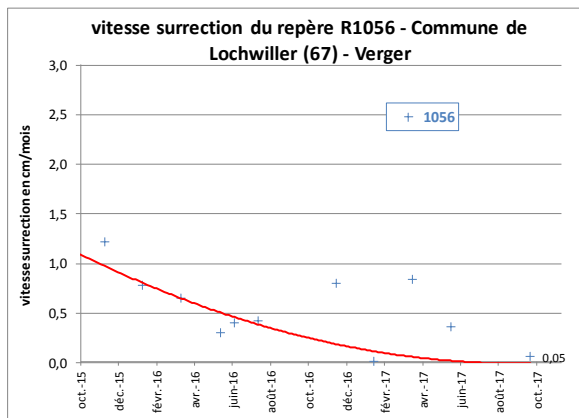
La vitesse actuelle est calculée sur la base des deux dernières campagnes. Elle se situe entre -0,5 et 1,3 cm/mois. Les tendances de vitesses des points remarquables sont les suivantes :

- Repère R1021 disparu et rétabli en R1021 bis,
- une tendance à la stabilité des repères R1022 et R1036 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 oscillant entre 0,5 et 1,5 cm/mois,
- une légère tendance à la hausse pour le repère R1023 bis,
- pour les repères au niveau du verger R1053 et R1055 à R1059 (1^{ère} extension), les différentes courbes de tendance montrent un profil assez similaire avec des vitesses plutôt hétérogènes, particulièrement influencées par les conditions climatiques. La tendance est toutefois à la baisse ou à la stabilité.

Les vitesses calculées pour les repères de la deuxième extension (référence mars 2017) sont comprises entre + 0,5 et -0,5 cm/mois.

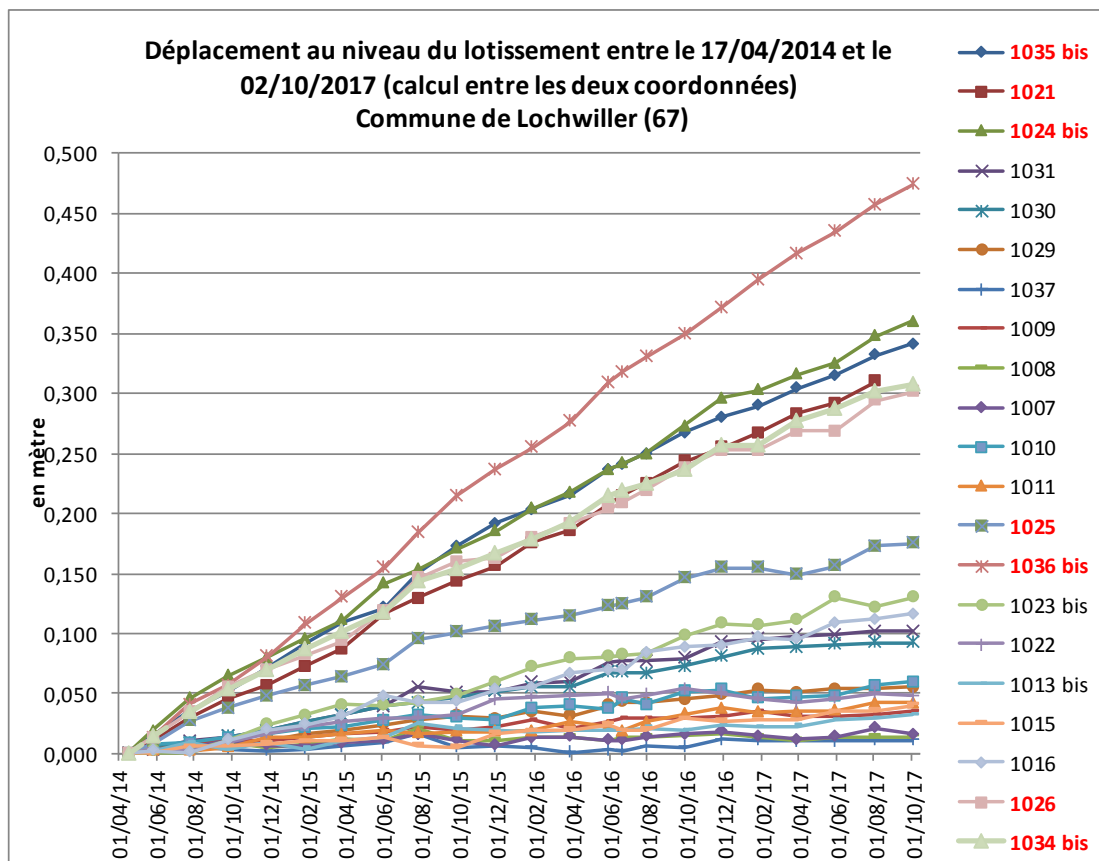
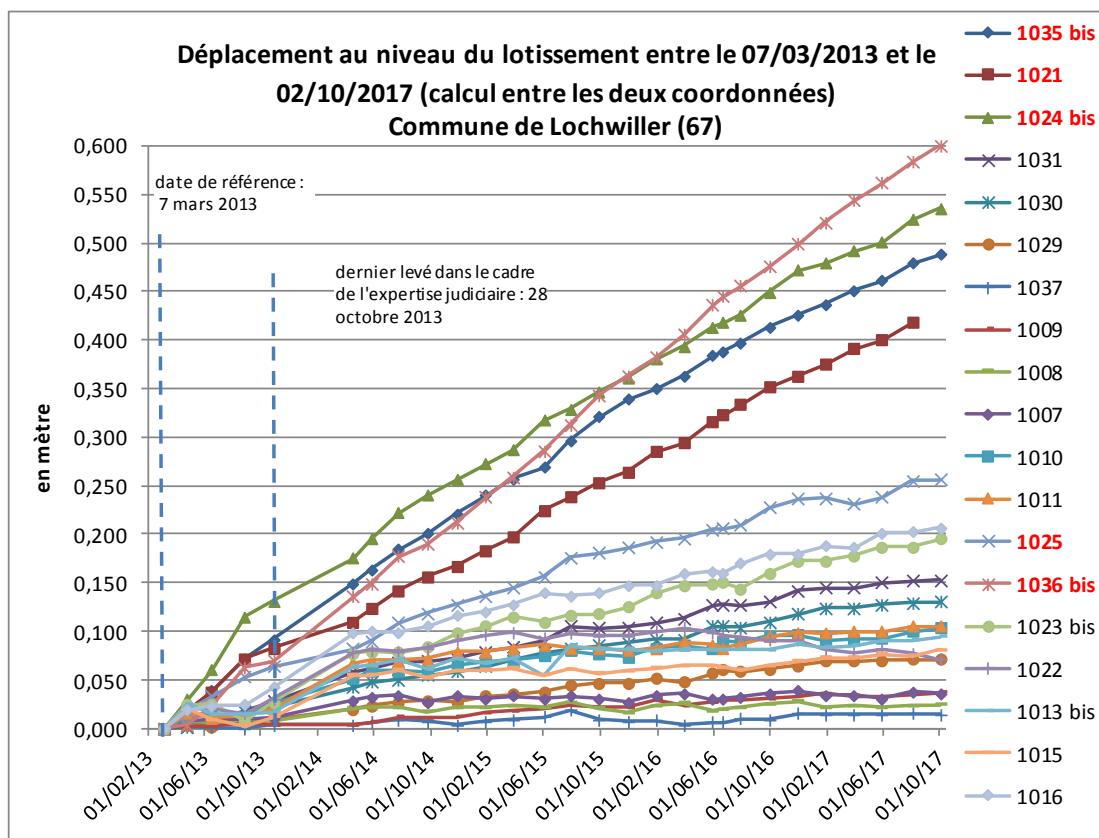






e. Déplacements horizontaux (DX Y) des repères au niveau du lotissement (44 repères de R1001 à R1046)

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 03/08/17)	Gis. (en grade) (réf. au 17/04/14)
R 1024 bis	53,6 cm	36,0 cm	1,2 cm	307
R 1036 bis	60,0 cm	47,4 cm	1,7 cm	258
R 1026	(nouveau point)	30,1 cm	0,8 cm	289
R 1034 bis	(nouveau point)	30,8 cm	0,6 cm	259
R 1035 bis	48,8 cm	34,1 cm	0,9 cm	265
R 1021 bis				
R 1023 bis	19,5 cm	13,0 cm	1,0 cm	51
R 1025	25,6 cm	17,5 cm	0,1 cm	341
R 1016	20,7 cm	11,6 cm	0,7 cm	15

La valeur maximale cumulée en référence au levé du 7 mars 2013 atteint 60 cm sur le point R1036 bis (1,7 cm par rapport à la campagne précédente). Ce dernier montre un déplacement de 47,4 cm par rapport au levé du 17/04/2014 et représente la valeur maximale par rapport à cette référence.

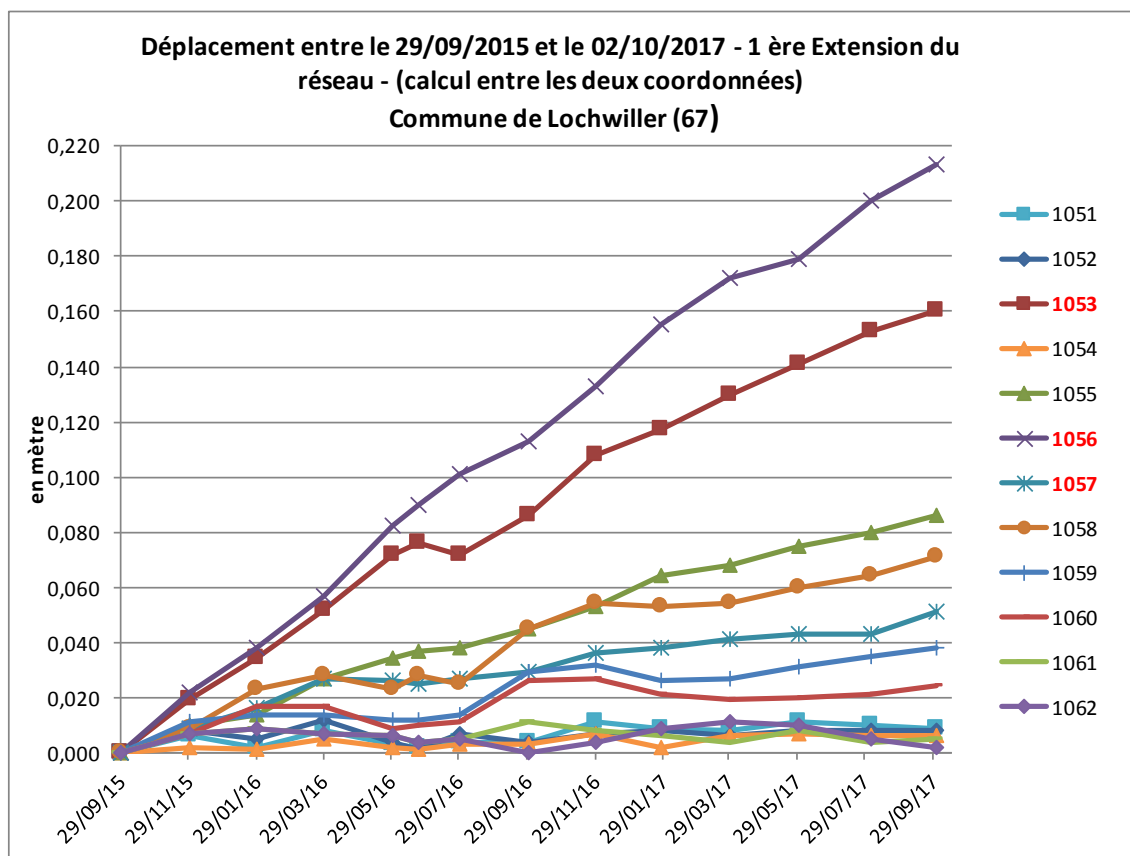
Le déplacement partiel (par rapport au levé précédent du 3 août 2017, c'est-à-dire sur 2 mois) le plus important est observé sur ce dernier (1,7 cm).

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. On notera que les repères situés sur la rue de l'Etang (R1029 à 1033), c'est-à-dire au pied de la colline, présentent un même azimut mais avec un cumul 2014 compris entre 5,5 et 10,2 cm,
- nord pour les points R1010 et R1016,
- nord-ouest pour les points R1022 et 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 (1^{ère} 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 24 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 (partiel) (réf. au 3/08/17)	Gis. (en grade) Réf. au 29/09/15)
R 1052	0,8 cm	0,8 cm	174
R 1053	16,0 cm	0,8 cm	244
R 1055	8,6 cm	0,5 cm	216
R 1056	21,3 cm	1,3 cm	258
R 1057	5,1 cm	0,7 cm	110
R 1058	7,1 cm	0,8 cm	93
R 1059	3,8 cm	0,2 cm	56
R 1062	0,2 cm	0,6 cm	70

La valeur maximale cumulée en référence au levé du 29 septembre 2015 atteint 21,3 cm sur le point R1056 (1,3 cm par rapport à la campagne précédente, déplacement partiel maximum).

Sur les 12 repères relevés, les écarts sont compris entre 0,2 et 21,3 cm en valeurs cumulées sur 24 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, 1055 et 1056,
- est / nord-est pour les points R1057, 1058, 1059 et 1060,
- nord-ouest pour le point R1062.

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)

Le tableau ci-dessous reprend les repères mesurés depuis mars 2017 (2^{ème} extension du réseau) présentant les déplacements les plus significatifs. La référence pour les résultats en cumulés correspond au levé du 30 mars 2017 (cumulé sur 6 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 30/03/17)	Tendance (partiel) (réf. au 3/08/17)	Gis. (en grade) Réf. au 30/03/17)
R 1068	0,8 cm	0,3 cm	16
R 1069	1,9 cm	0,1 cm	383
R 1070	1,5 cm	0,4 cm	118
R 1072	1,5 cm	0,5 cm	35
R 1073	2,1 cm	0,7 cm	31
R 1074	1,6 cm	0,5 cm	20
R 1075	1,3 cm	0,4 cm	30
R 1076	3,3 cm	1,8 cm	196
R 1077	2,2 cm	1,4 cm	200
R 1079	0,6cm	0,1 cm	157

La tendance vis-à-vis de la campagne précédente (sur 2 mois) sur les 21 nouveaux repères mesurés (2 repères non visibles) montre des valeurs comprises entre 0,1 et + 1,8 cm. Les valeurs cumulées depuis le 30 mars 2017 (cumulé sur 6 mois) se situent entre 0,1 et + 3,3 cm. Les azimuts calculés sont donc donnés à titre indicatif en attendant de disposer de mouvement plus significatif.

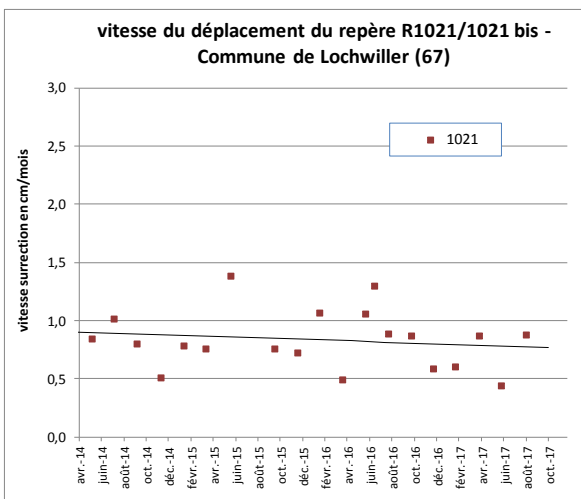
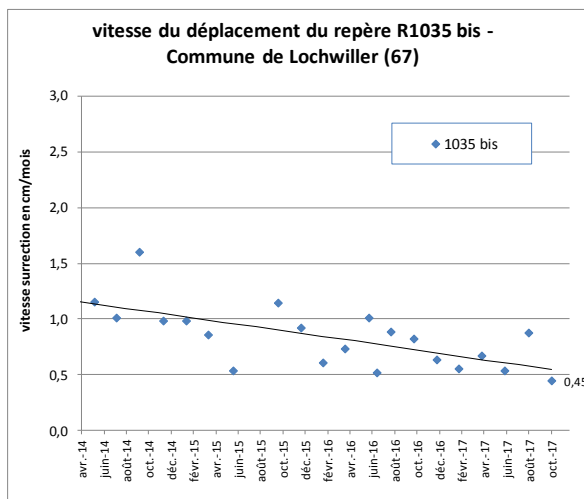
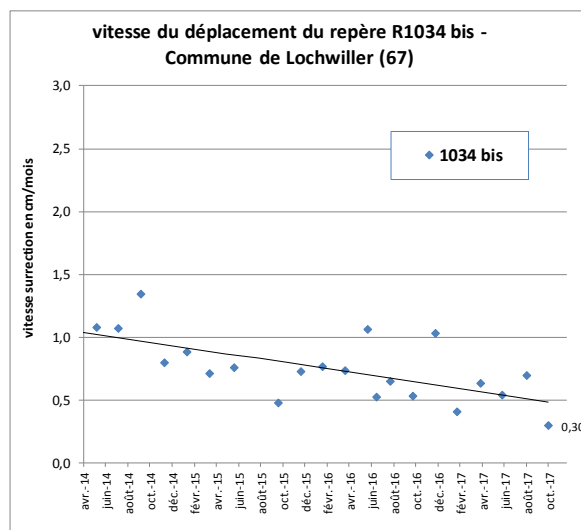
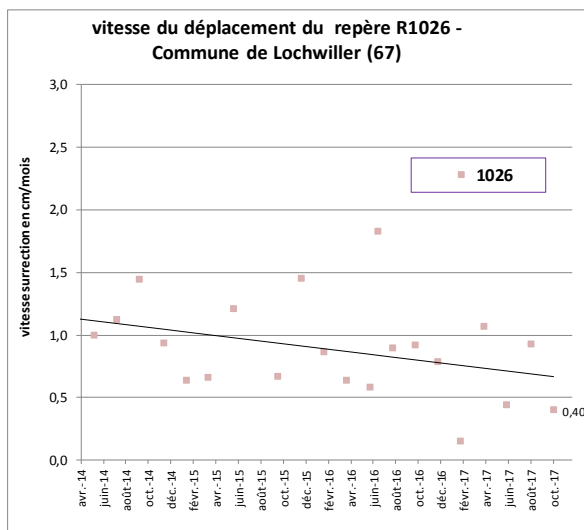
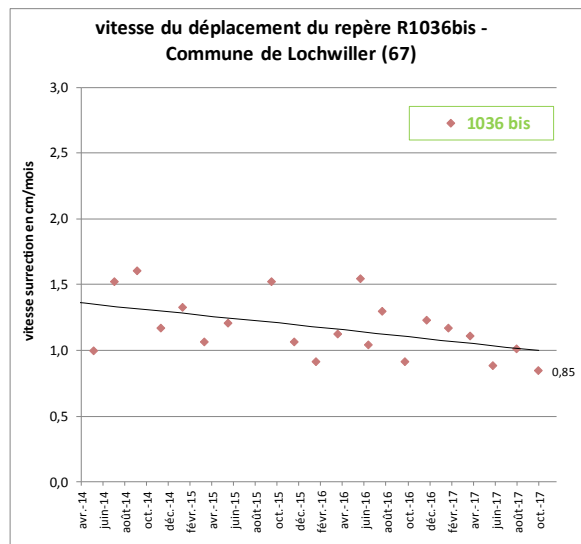
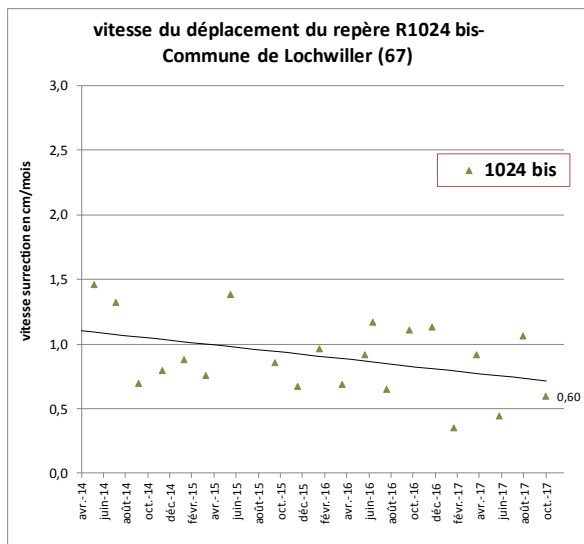
h. Calcul des vitesses des déplacements horizontaux (DXY) sur les repères remarquables de l'ensemble du réseau

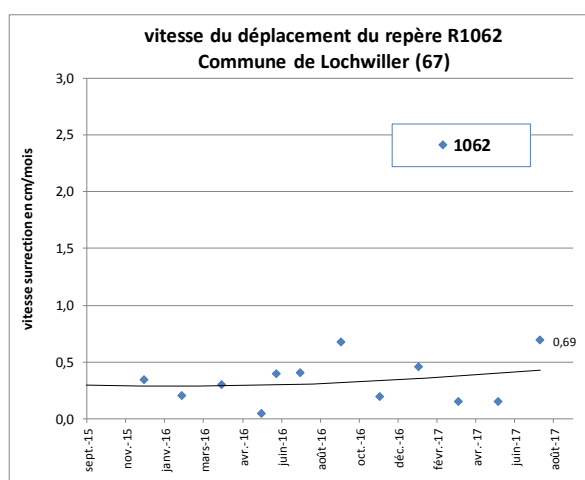
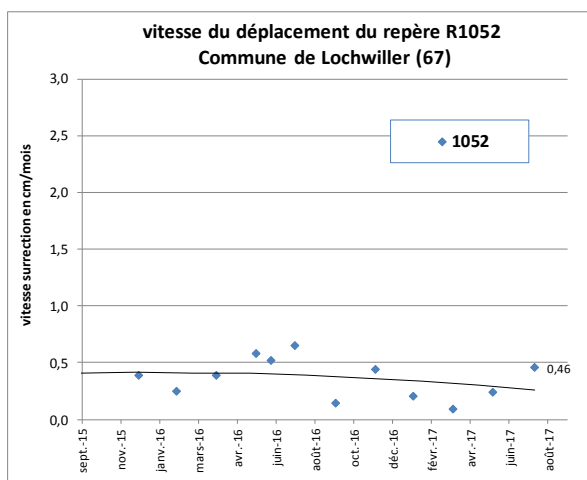
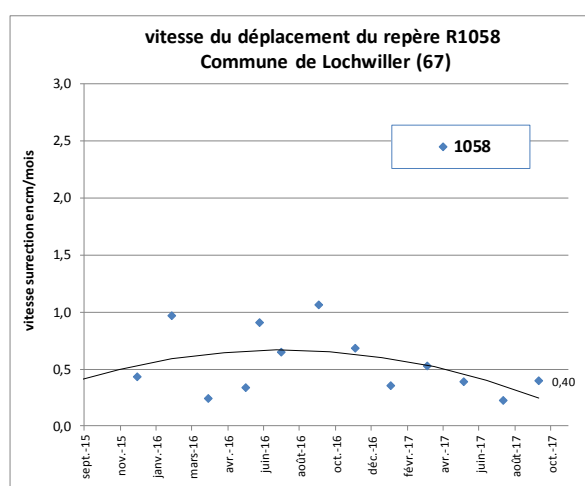
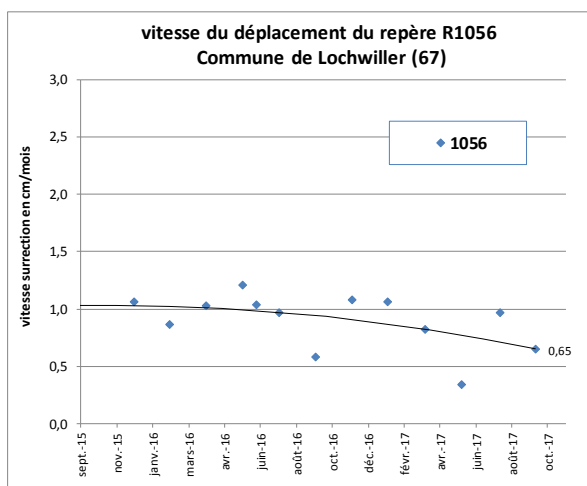
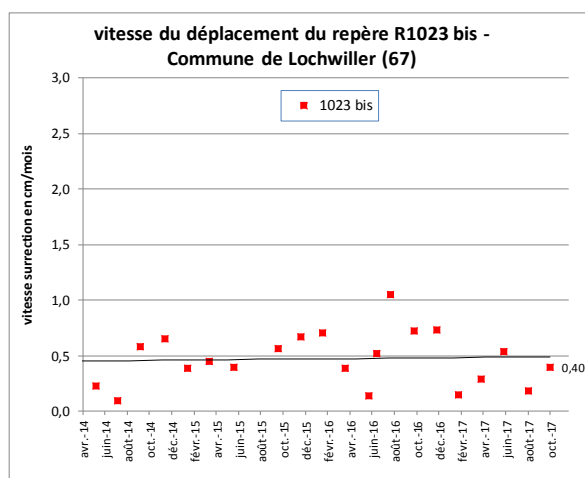
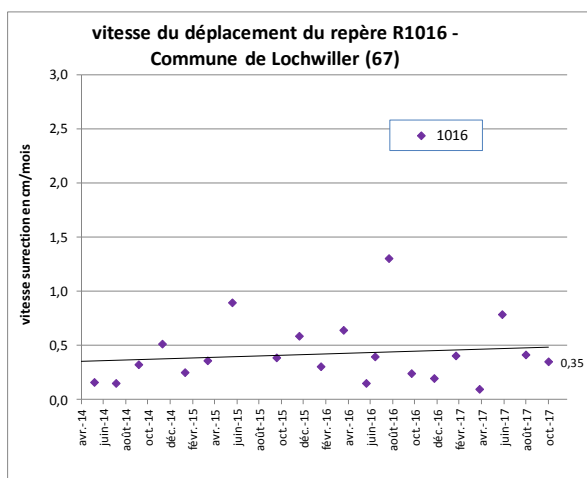
Afin de disposer d'une bonne approche de la tendance évolutive des mouvements horizontaux, un calcul des vitesses a été effectué entre les différentes campagnes de mesures sur les repères les plus remarquables. Les résultats sont reportés dans les graphes ci-dessous.

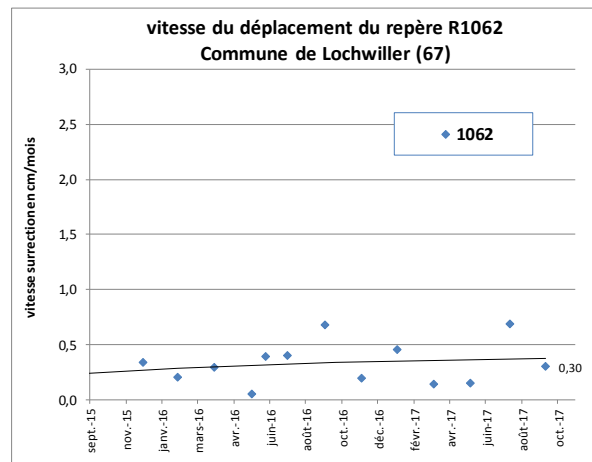
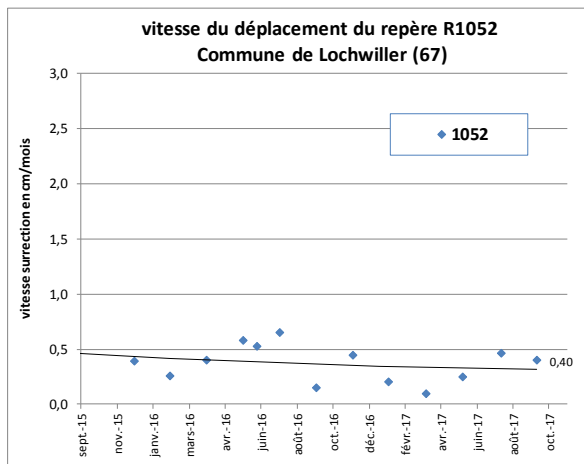
La vitesse actuelle calculée **sur la base des deux dernières campagnes** se situe entre 0 et 0,9 cm/mois.

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, R1036bis, R1053 et R1055). D'autres repères présentent une stabilité (à titre d'exemple R1021, R1023

bis). Deux repères affichent une légère tendance à la hausse, R1016 et R1062 (voir ci-dessous).







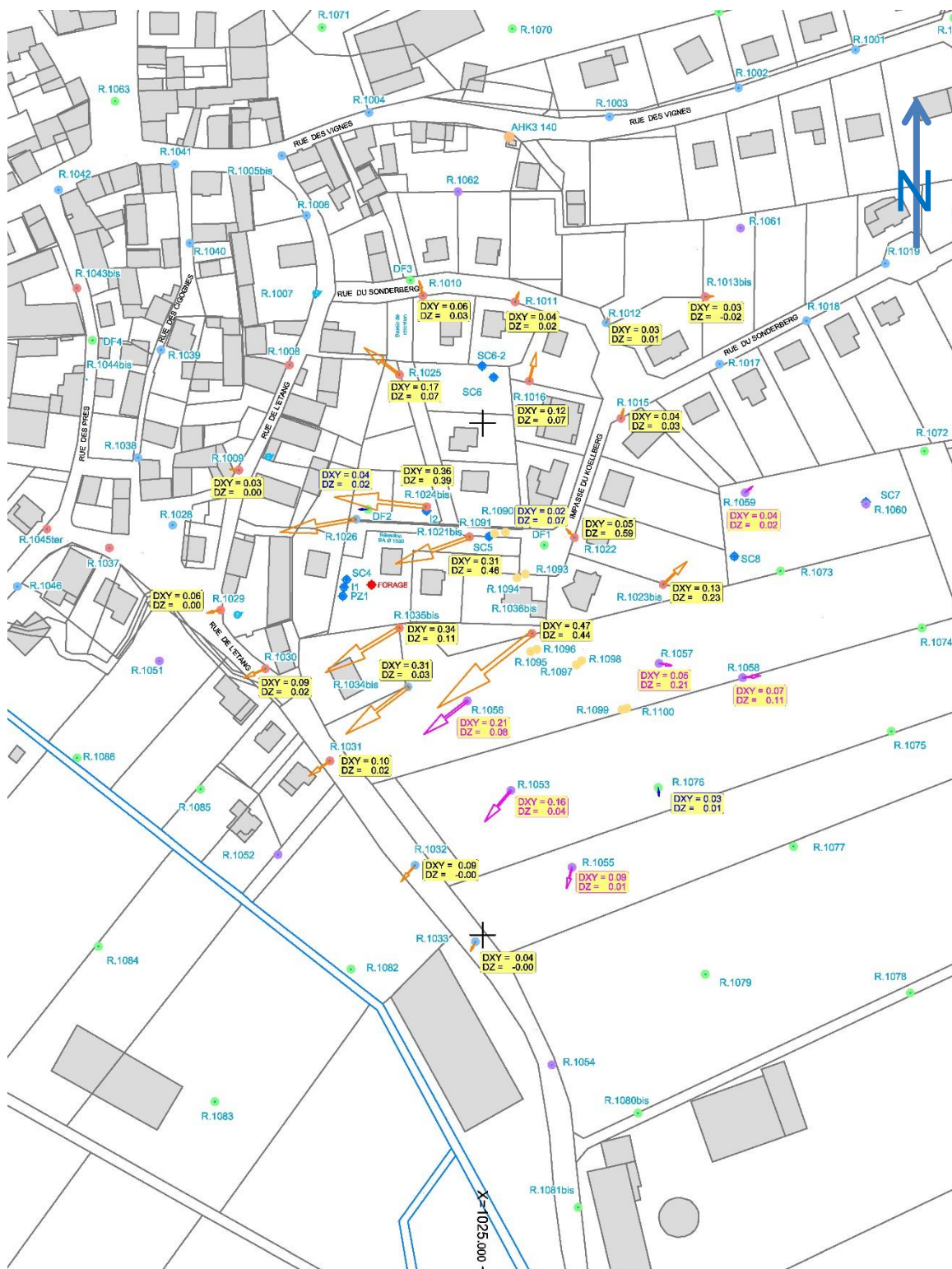
i. Extension du phénomène au droit du lotissement

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 2 octobre 2017 indiquent :

- qu'au niveau du lotissement, les mouvements restent limités entre les rues de Sonderberg au nord, de l'Etang à l'ouest ;
- qu'au niveau du verger, les mouvements significatifs concernent 5 repères de la 1^{ère} extension et 2 repères de la 2^{ème} extension tous situés sur le flanc ouest de la colline au sud du lotissement.



● 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. Mesures de fissurométrie

Des travaux de comblement des crevasses ayant été réalisés en septembre 2017, 11 repères ont été installés de part et d'autre de celles-ci. Ces points seront utilisés comme des fissuromètres et permettront de vérifier le comportement des crevasses dans le temps. Les repères sont numérotés de R1090 à R1100 et sont positionnés par doublons le long des crevasses situés sur le verger et au niveau de l'impasse Koellberg.

k. Plans et mesures

Les plans et le fichier des mesures réalisées le 3/08/2017 sont fournis en annexes.

l. Conclusion

Les résultats du levé topographique (altitudes et planimétrie) de la campagne du 2 octobre 2017 indiquent :

- Une poursuite des mouvements de surrection du sol mesurés au niveau des repères remarquables, R1022, R1024 bis, R1036 bis et R1023 bis. Le repère R1021 disparu suite aux travaux de comblement des crevasses sur l'impasse du Koellberg, a été rétabli et nommé R1021 bis. La valeur maximale de surrection (repère R1022) est de + 79,4 cm en référence au levé du 7 mars 2013 et de + 59,5 cm en référence au levé du 17 avril 2014. Ce repère (impasse du Koellberg) présente la plus forte tendance en référence au levé du 3 août 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 mouvement de surrection significatif par rapport à la campagne précédente (≥ 1 cm en 2 mois). L'écart maximum en cumulé (référence septembre 2015) est mesuré sur ce point et atteint 21,2 cm.

Sur les 27 repères de la 2^{ème} extension, deux n'ont pu être levés car impossible à viser (présence d'un masque). Les écarts par rapport à la campagne précédente sont compris entre -0,9 et +1 cm. En valeurs cumulées sur 6 mois, les mouvements verticaux sont compris entre + 1,3 et -3,7 cm. Ces valeurs sont influencées par les mouvements de tassements mesurés lors de la campagne précédente.

Un calcul des vitesses a été effectué entre les différentes campagnes de mesures sur l'ensemble des repères. Pour cette campagne, elles se situent entre -0,5 (tassement) et 1,3 cm (surrection) par mois. On rappellera qu'elle atteignait 3 cm au printemps 2013 pour le repère R1021. Les calculs de vitesses indiquent qu'à l'exception du repère R1023 bis, tous les repères montrent une tendance à la baisse ou à la stabilité.

- Une poursuite des déplacements horizontaux avec une valeur maximale sur le repère R1036bis de 60 cm en référence au levé du 7 mars 2013 et de 47,4 cm en référence au levé du 17 avril 2014 selon un même azimuth (ouest à sud-ouest). La plus forte tendance en référence au levé du 3 août 2017 est mesurée sur le repère R1036 bis (+1,7 cm sur 2 mois).

Concernant les 12 repères installés en septembre 2015 (1^{ère} extension du réseau), seul le repère R1056 présente un mouvement de surrection significatif par rapport à la campagne précédente (≥ 1 cm en 2 mois). L'écart maximum en cumulé (référence septembre 2015) est mesuré sur ce point et atteint 21,3 cm

Pour les repères de la 2^{ème} extension (hors déformètre), deux repères présentent des déplacements horizontaux supérieurs à 1 cm (R1076 : 1,8 cm et R1077 : 1,4 cm).

Comme pour les mouvements verticaux, des vitesses de déplacement ont été calculées. Elles se situent entre 0 et 0,9 cm/mois. La tendance est généralement à la baisse ou à la stabilité. Deux repères montrent une légère hausse de la vitesse : R1016 et R1062.

- Une zone impactée, au droit du lotissement, toujours limitée entre la rue de Sonderberg au nord, la rue de l'Etang à l'ouest.