


Réf. : DRP/DPSM/UTAM-Est/2019-010/SV

le 08/01/2019

LOCHWILLER – ANALYSE DES MESURES TOPOGRAPHIQUES	
Rédacteur : S. VICENTIN	Entité : DRP/DPSM/UTAM EST
Projet : Lochwiller - Mesures topographiques - AM19EST008	Numéro : I04030801
Date : 08/01/2019	Lieu : <b>Freyming-Merlebach</b>
Objet : <b>Résultats de la campagne de mesures n°30 du 04/12/2018</b>	
Diffusion interne : participants + N. KOEBERLÉ, L. SEMMELBECK, C. BOCQUILLON, R. FISCHER	
Diffusion externe : DREAL Grand-Est : P. HANOCQ, S. CUNCHE	
GEODERIS : R. HADADOU, M. KIMMEL	
En cas de diffusion externe visa et nom du responsable : N. KOEBERLÉ 	

## 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 a, R1023 a, R1024 a, R1034 a, R1035 a, R1036 a et R1045 a.

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.

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 lors de la campagne du **2 octobre 2017**. 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 situées sur le verger et au niveau de l'impasse Koellberg. Le levé du 2 octobre 2017 sera considéré comme la référence pour le calcul des valeurs cumulées sur ces 11 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 ( $\Delta XY$ ), le gisement<sup>1</sup> (ou l'azimut) du vecteur, défini par le point de référence et le dernier point mesuré, est déterminé.

## **2. Campagne n°30 du 4 décembre 2018 : Résultats et commentaires**

La campagne s'est déroulée le 4 décembre 2018. Le réseau est aujourd'hui constitué de 98 repères. Le repère R1083, disparu lors de la campagne précédente, a été réimplanté.

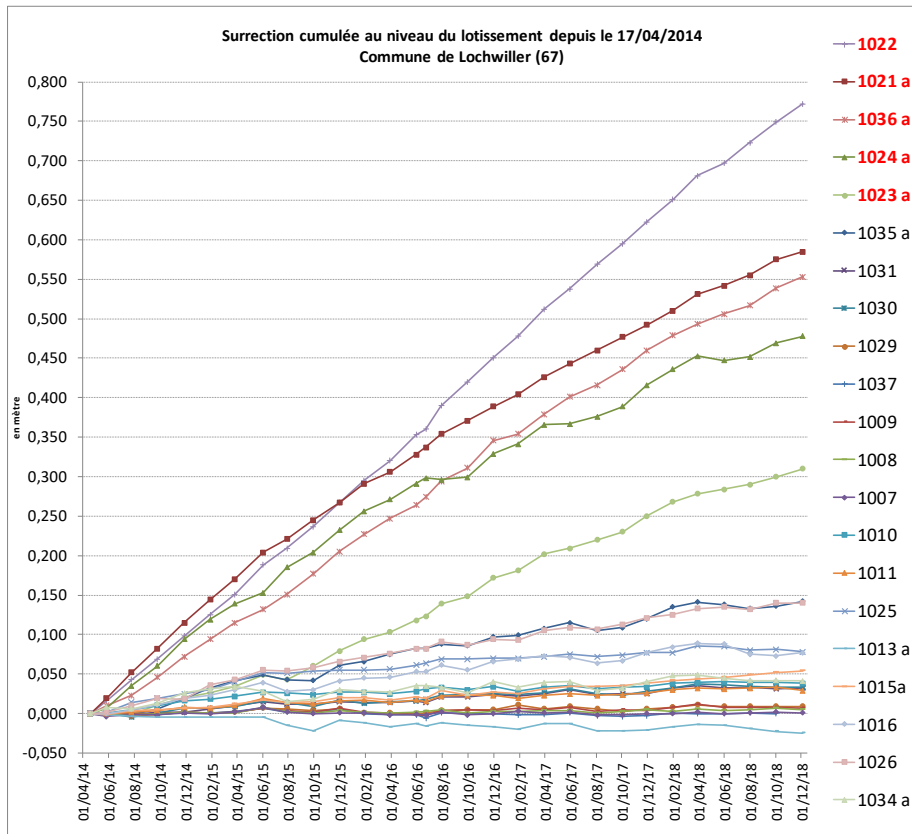
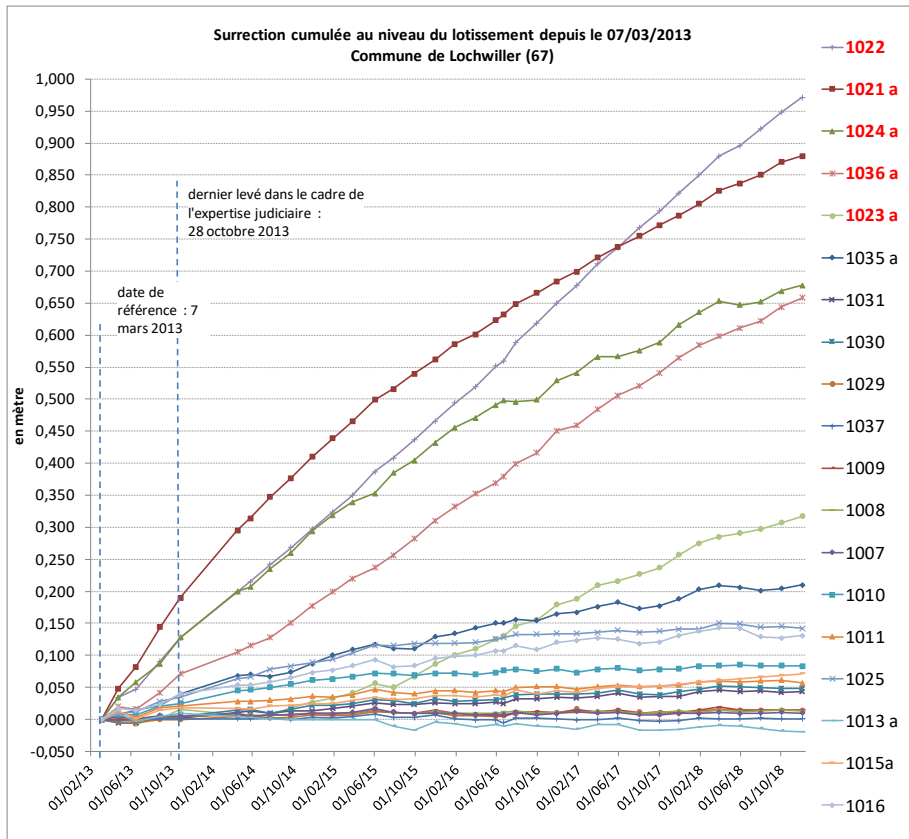
- a. Mouvements verticaux (DZ) des repères au niveau du lotissement (44 repères de R1001 à R1046)

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).

**On constate que le phénomène de surrection se poursuit sur les points R1021 a, R1022, R1023 a, R1024 a et R1036 a** (repères présentant les mouvements les plus significatifs par rapport aux dates de référence du 7 mars 2013 et du 17 avril 2014). Les repères R1021 a et 1024 a présentent toutefois une tendance à la surrection en diminution progressive depuis les premières mesures. Ce dernier, qui affiche des fluctuations plus marquées, semble influencé par les conditions météorologiques comme plusieurs autres repères (R1035a, R1016, ...).

---

<sup>1</sup> 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).



Les résultats sont repris dans le tableau ci-dessous en précisant la tendance vis-à-vis de la campagne précédente (2 mois) ainsi que la situation par rapport à novembre 2017 (évolution annuelle).

	Cumulé (référence au 07/03/13)	Cumulé (référence au 17/04/14)	Cumulé (référence au 29/11/17 cumulé 2018)	Tendance (partiel) (référence au 2/10/18)
R 1021 a	88,0 cm	58,5 cm	9,3 cm	+1,0 cm
<b>R 1022</b>	<b>97,1 cm</b>	<b>77,2 cm</b>	<b>14,9 cm</b>	<b>+ 2,3 cm</b>
R 1023 a	31,7 cm	31,0 cm	6,0 cm	+ 1,0 cm
R 1024 a	67.8 cm	47,8 cm	6,2 cm	+ 0,9 cm
R 1036 a	65,8 cm	55,3 cm	9,3 cm	+ 1,4 cm

La valeur maximale cumulée en référence au levé du 7 mars 2013 atteint 97,1 cm sur le point R1022 (+2,3 cm par rapport à la campagne du 2 octobre 2018). Ce dernier montre une surrection de 77,2 cm par rapport au levé du 17/04/2014.

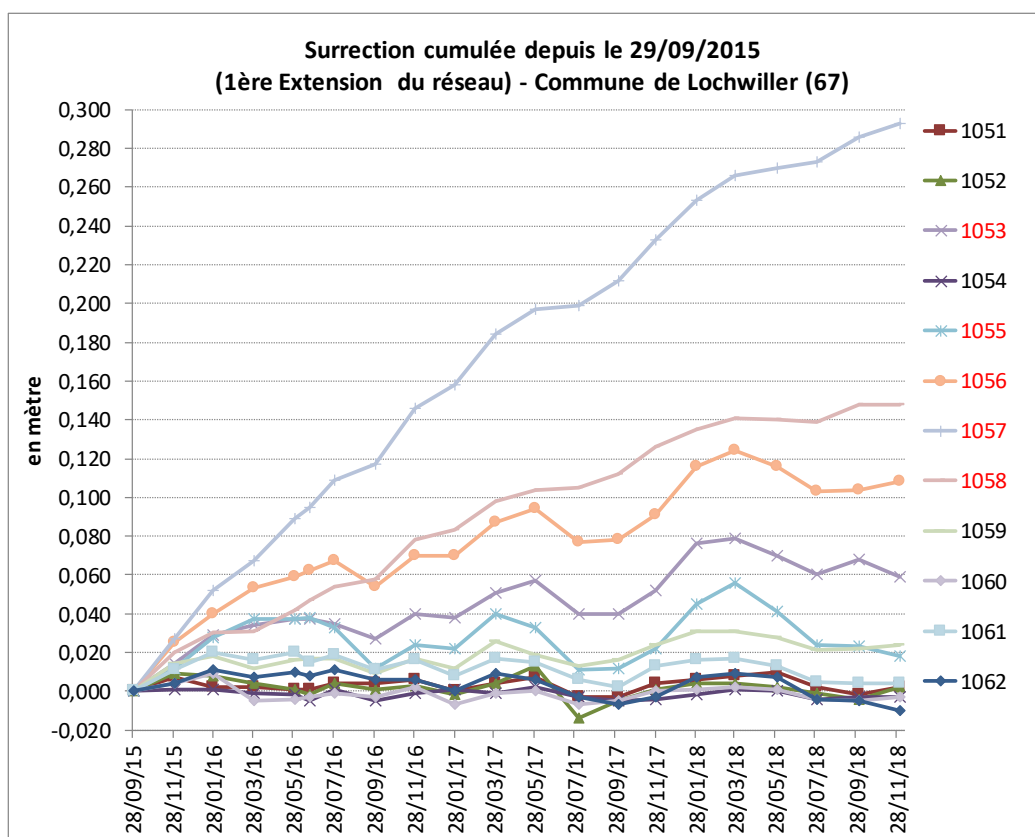
La plus forte tendance à la surrection (partiel) est observée sur le repère R1022 (+2,3 cm).

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 cumulé correspond au levé du 29 septembre 2015 (cumulé sur 3 ans et 2 mois). Une tendance vis-à-vis de la campagne précédente est également indiquée ainsi que la situation par rapport à novembre 2017 (évolution annuelle).

	Cumulé (réf. au 29/09/15)	Cumulé (réf. au 29/11/17 cumulé 2018)	Tendance (partiel) (réf. au 2/10/18)
R 1053	5,9 cm	0,7 cm	- 0,9 cm
R 1055	1,8cm	- 0,4 cm	- 0,5 cm
R 1056	10,8 cm	1,7 cm	+ 0,4 cm
<b>R 1057</b>	<b>29,3 cm</b>	<b>6,0 cm</b>	<b>+ 0,7 cm</b>
R 1058	14,8 cm	2,2 cm	+ 0 cm

Les mouvements verticaux les plus significatifs se situent au niveau du verger. Sur les 12 repères relevés, les écarts sont compris entre -1,0 et +29,3 cm en valeurs cumulées. La tendance sur les deux derniers mois est comprise entre -0,9 et +0,7 cm.

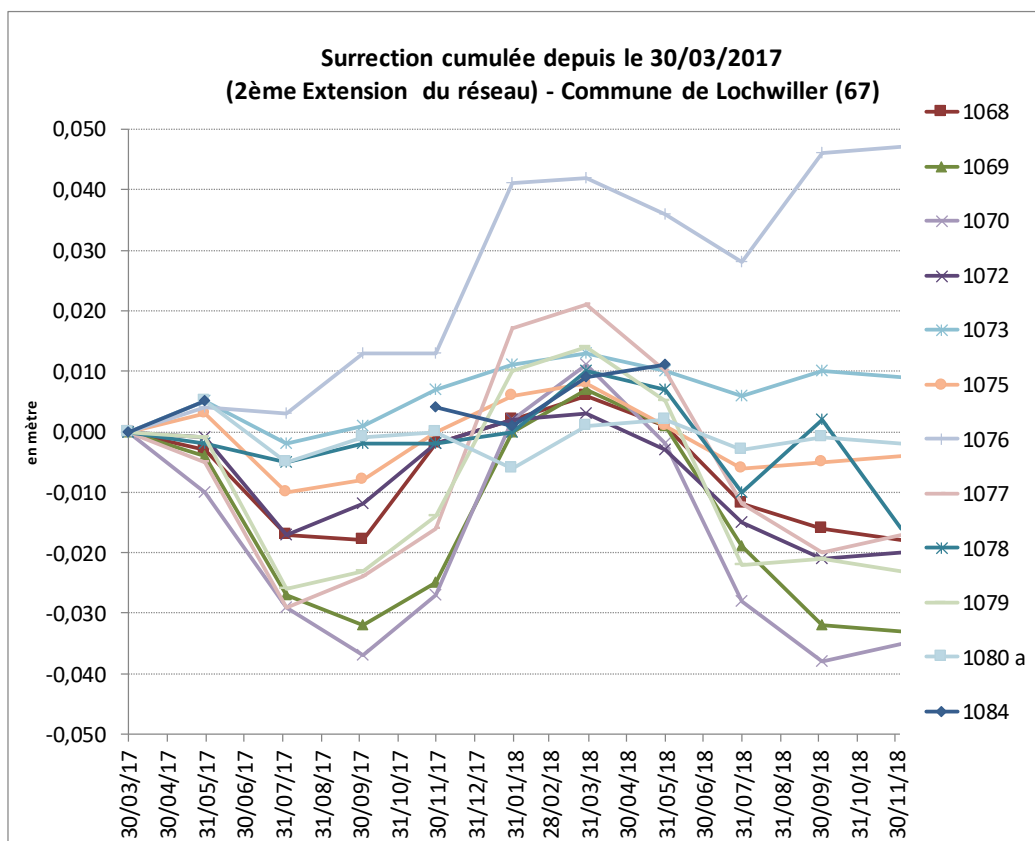
Les repères R1056, R1057 et R1058, situés de part et d'autre de la zone de crevasses qui traverse une partie du verger, présentent les valeurs cumulées les plus importantes (respectivement +10,8 ; +29,3 et +14,8 cm).

On rappellera que les repères situés au niveau du verger montrent parfois une cinétique de mouvement particulière (R1053, 1055 et 1056). Ils sont représentatifs d'un phénomène de réhydratation des terrains argileux par les pluies météoriques après un épisode de sécheresse au mois de juillet dernier. Ce phénomène se cumule au gonflement initié par l'anhydrite et peut

expliquer les tendances mesurées épisodiquement. Cette remarque est valable pour tous les repères situés en sol susceptible (verger, espaces verts).

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

Les 31 repères implantés lors de la campagne du 30 mars 2017 dans le cadre de la 2<sup>ème</sup> extension du réseau 2017 ont été mesurés.



Le tableau ci-dessous reprend les repères mesurés depuis mars 2017 présentant les mouvements verticaux les plus significatifs (hors déformètres), 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 20 mois). Une tendance vis-à-vis de la campagne précédente est également indiquée ainsi que la situation par rapport à novembre 2017 (évolution annuelle).

	Cumulé (réf. au 30/03/17)	Cumulé (réf. au 29/11/17 cumulé 2018)	Tendance (partiel) (réf. au 2/10/18)
R 1068	-1,8 cm	- 1,6 cm	- 0,2 cm
R 1069	-3,3 cm	- 0,8 cm	- 0,1 cm
R 1070	- 3,5 cm	- 0,8 cm	+ 0,3 cm
R 1076	<b>+ 4,7 cm</b>	+ 3,4 cm	+ 0,1 cm
R 1077	- 1,7 cm	- 0,1 cm	+ 0,3 cm
R 1078	- 1,6 cm	-1,4 cm	- 1,8 cm
R 1079	-2,3 cm	-0,9 cm	- 0,2 cm

Les mouvements verticaux sont compris entre -3,5 et + 4,7 cm en valeurs cumulées. La tendance sur les deux derniers mois est comprise entre - 1,8 et + 0,3 cm.

Comme pour la 1<sup>ère</sup> extension, on observe un comportement similaire sur certains repères avec une cinétique du mouvement influencée par les conditions météorologiques (réhydratation des terrains argileux + gonflement initié par l'anhydrite).

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. Deux types de courbes de tendance sont proposés :

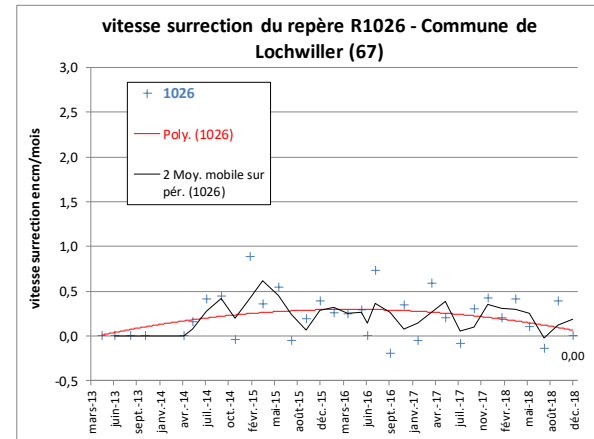
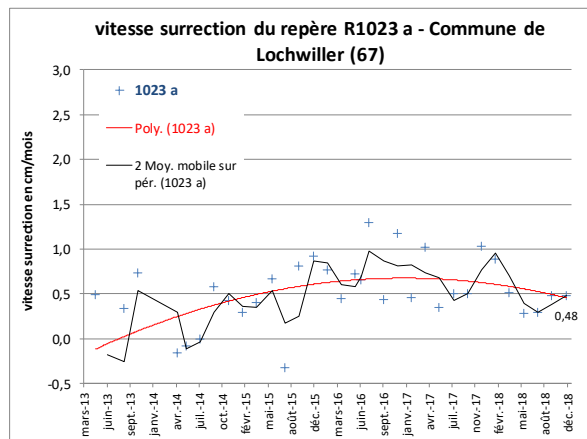
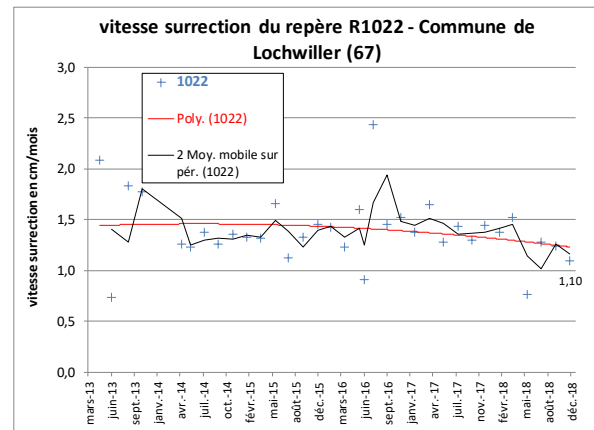
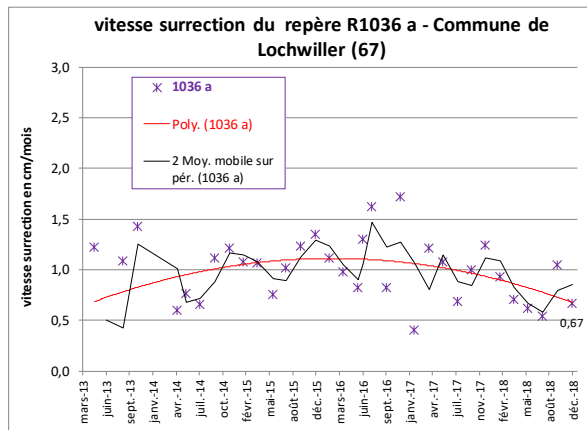
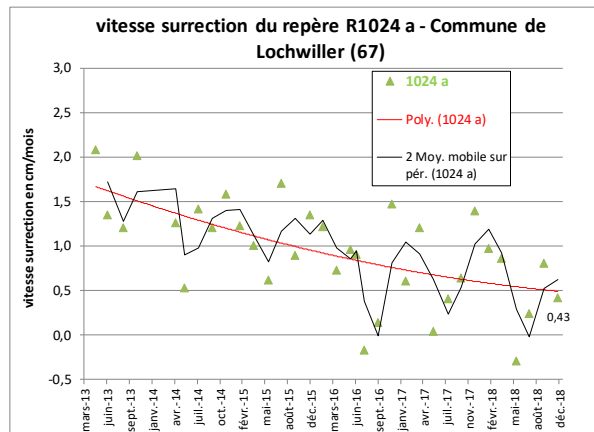
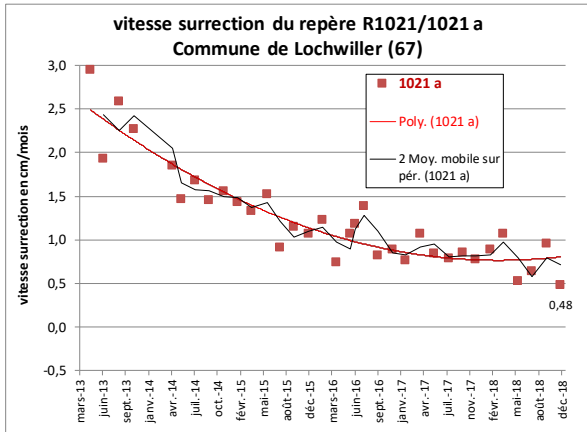
- Courbes de tendance polynomiale (2): tendance pour des vitesses homogènes, peu influencées par des éléments extérieurs (météorologie),
- Courbes de tendance Moyenne mobile (2) : tendance pour des vitesses hétérogènes, influencées par des éléments extérieurs (météorologie).

Les valeurs négatives correspondent à des tassements, les valeurs positives à une surrection.

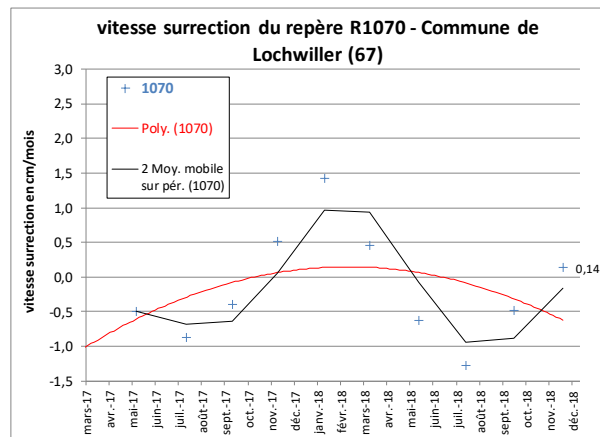
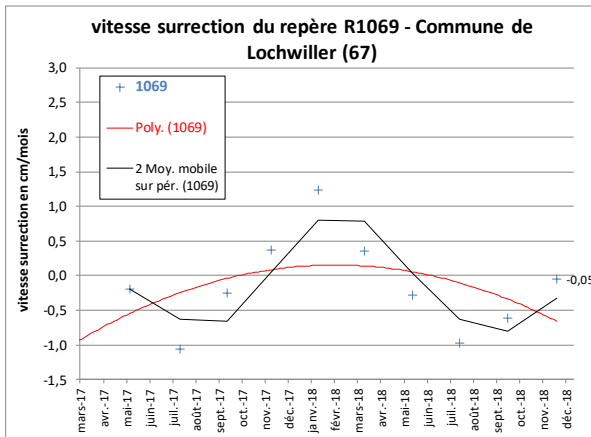
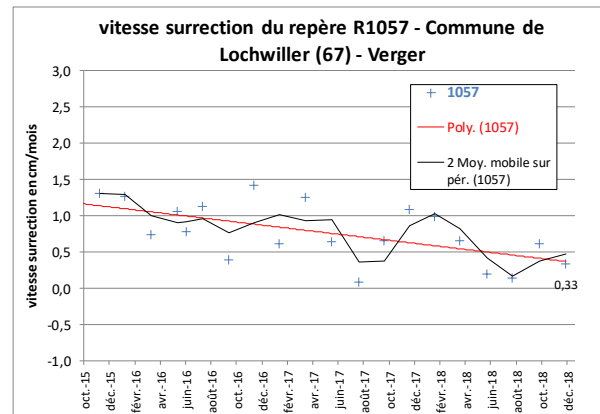
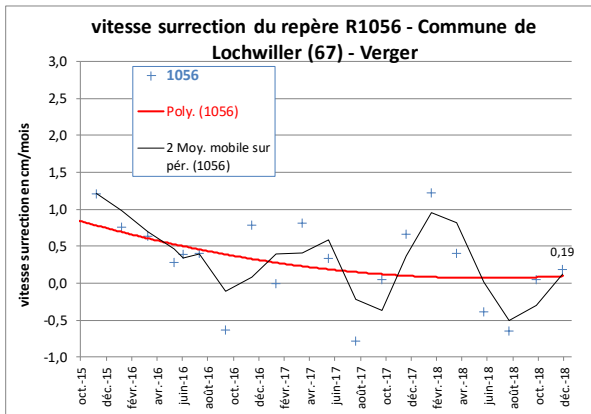
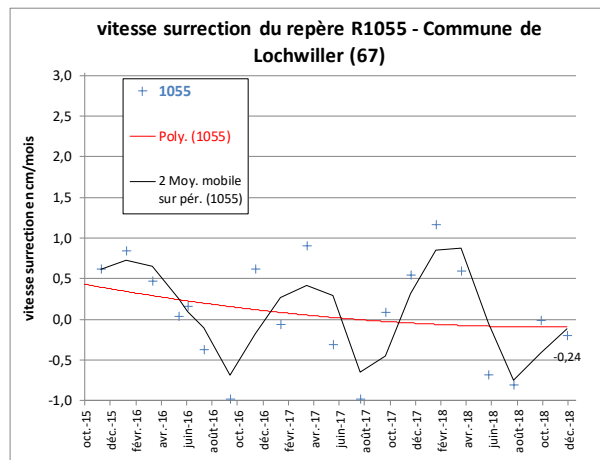
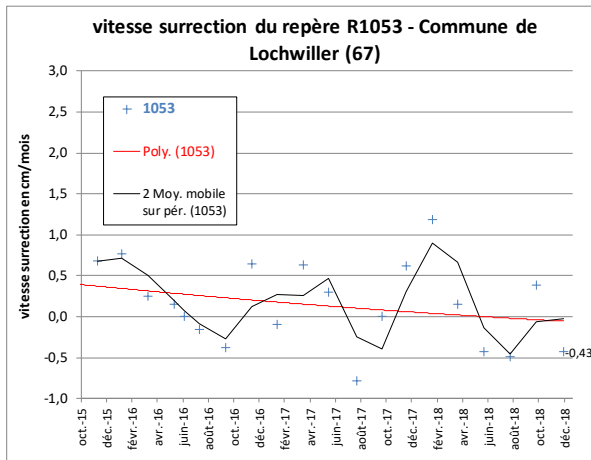
**La vitesse actuelle est calculée sur la base des deux dernières campagnes. Elle se situe entre - 0,9 et 1,1 cm/mois (effets des conditions climatiques sur le réseau). Les tendances de vitesses des points remarquables sont les suivantes :**

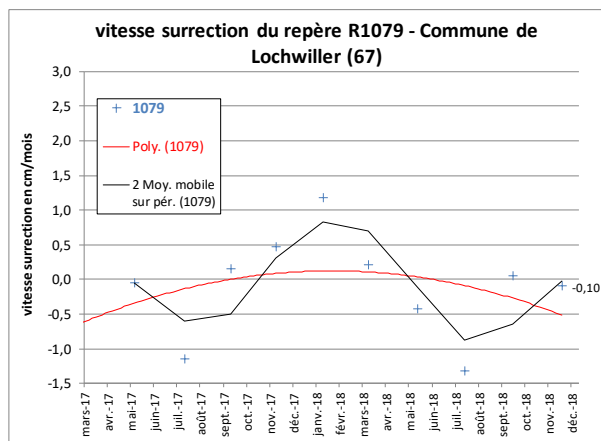
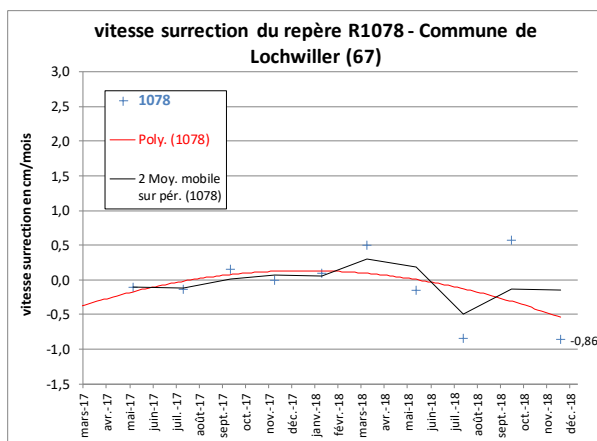
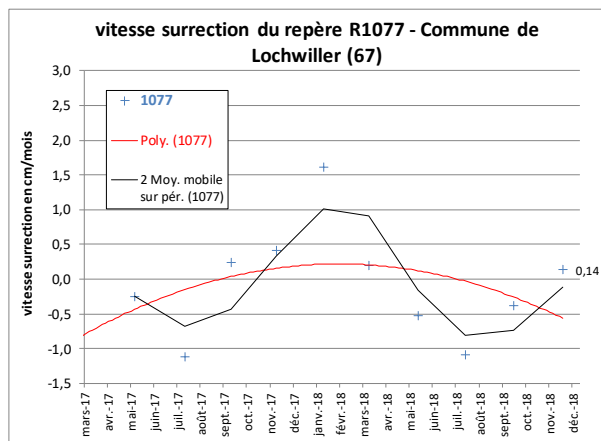
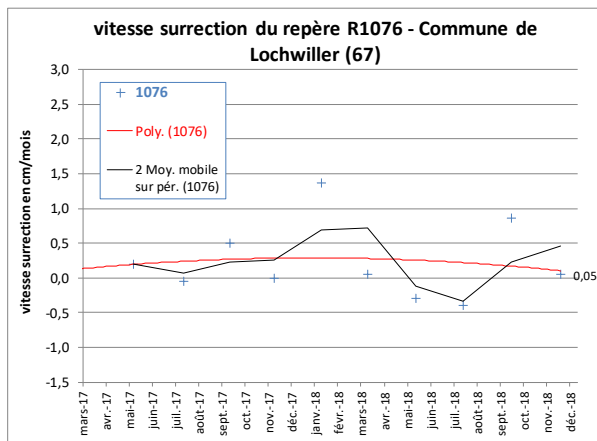
- pour le repère R1021/1021a, après une baisse régulière de la vitesse de mars 2013 à septembre 2015, on assiste à une tendance à la stabilité aux alentours de 0,8 cm/mois,
- une tendance à la stabilité des repères R1022 et R1036a aux alentours de 1,4 cm/mois et 1 cm/mois respectivement,
- une tendance à la baisse pour le repère R1024 a avec des valeurs hétérogènes oscillant entre 0 et 1,5 cm/mois,
- pour le repère R1023 a, après une légère tendance à la hausse, on assiste depuis 2017 à une tendance à la stabilité à 0,5 cm/mois,
- pour les repères au niveau du verger R1053, R1055, R1056, R1057 (1<sup>ère</sup> extension), et R1069, R1070, R1076, R1077, R1078 et R1079 (2<sup>ème</sup> extension), les différentes courbes de tendance montrent un profil assez similaire avec des vitesses plutôt hétérogènes, particulièrement influencées par les conditions climatiques.

On constate que pour l'ensemble des repères, la tendance générale est à la baisse (décélération) ou à la stabilité avec pour certains des comportements particuliers influencés par les conditions météorologiques (retrait / gonflement des argiles).



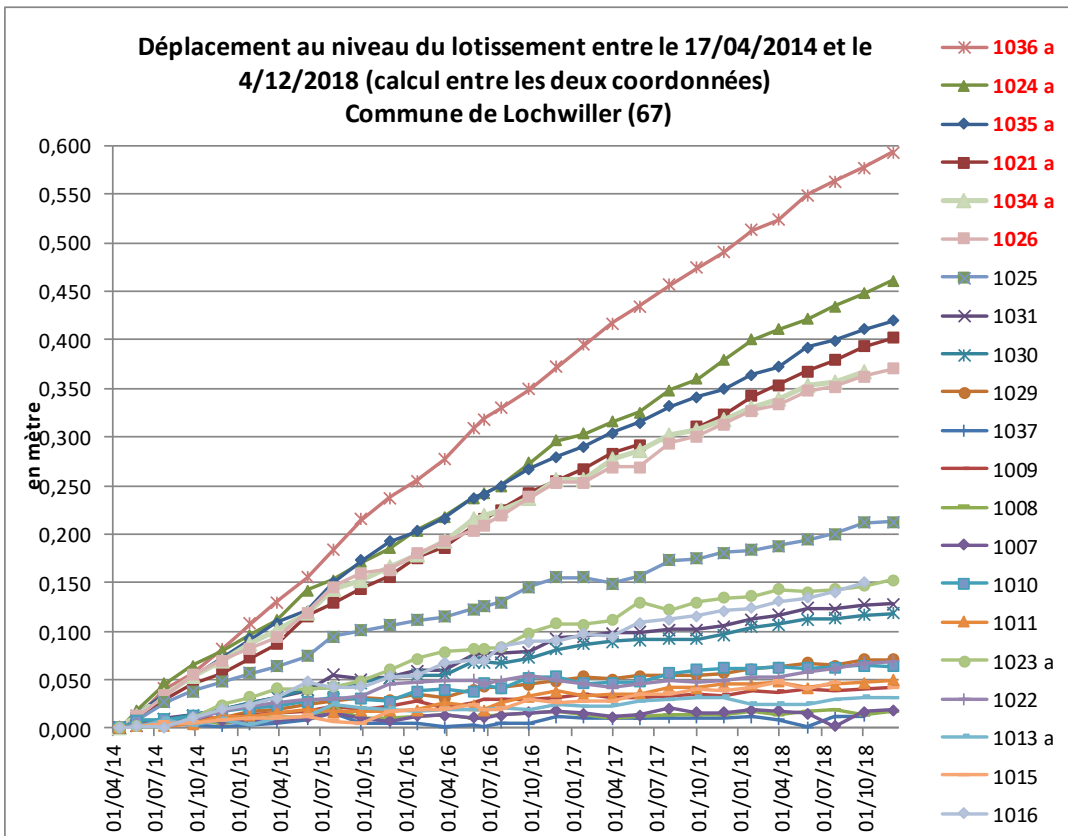
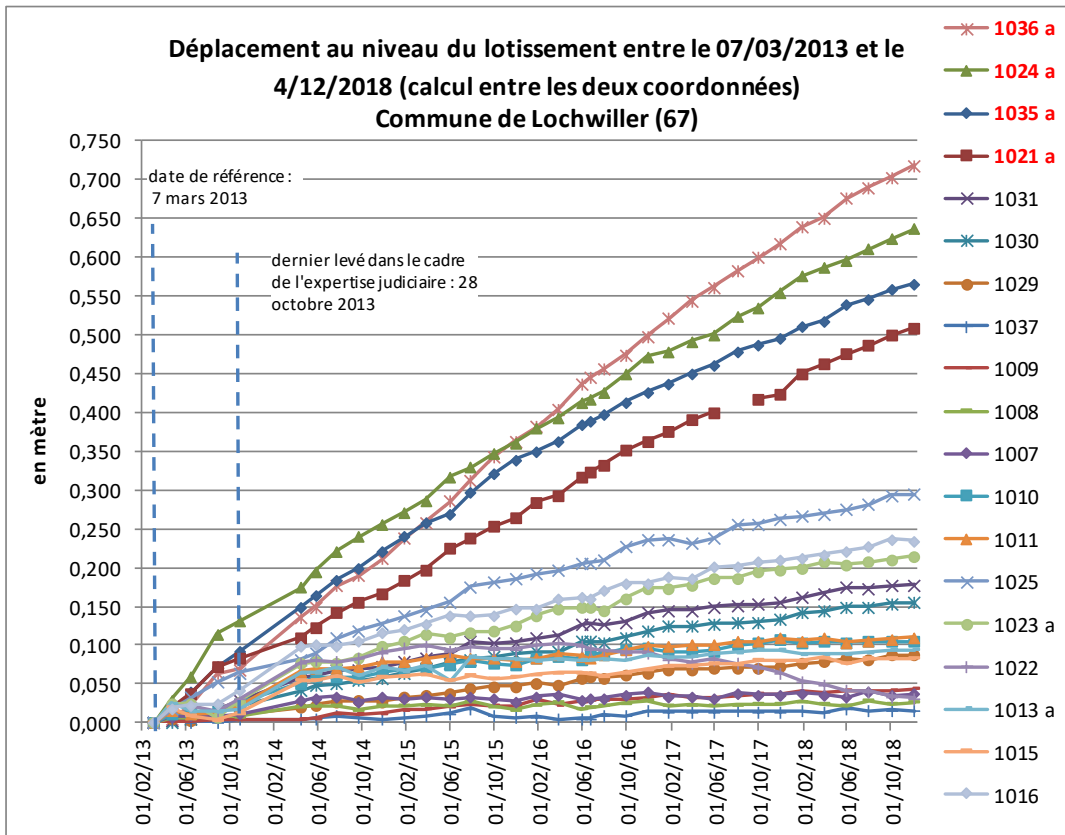






e. Déplacements horizontaux (DX Y) des repères au niveau du lotissement (44 repères de R1001 à R1046)

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 (2/10/2018) ainsi que la situation par rapport à novembre 2017 (évolution annuelle). Il précise également le gisement du déplacement (par rapport au nord géographique) :

	Cumulé (réf. au 07/03/13)	Cumulé (réf. au 17/04/14)	Cumulé (réf. au 29/11/17 cumulé 2018)	Tendance (partiel) (réf. au 2/10/18)	Gis. (en grade) (réf. au 17/04/14)
R 1024 a	63,7 cm	46,1 cm	8,2 cm	1,3 cm	306
<b>R 1036 a</b>	<b>71,9 cm</b>	<b>59,3 cm</b>	<b>10,3 cm</b>	<b>1,6 cm</b>	257
R 1026	(nouveau point)	37,0 cm	5,7 cm	0,8 cm	290
R 1034 a	(nouveau point)	37,7 cm	5,9 cm	0,9 cm	259
R 1035 a	56,6 cm	42,0 cm	7,2 cm	0,9 cm	265
R 1021 a	50,9 cm	40,2 cm	7,9 cm	0,9 cm	280
R 1023 a	21,5 cm	15,3 cm	2,0 cm	0,8 cm	48
R 1025	29,5 cm	21,3 cm	3,3 cm	0,2 cm	345
R 1022	3,2 cm	6,9 cm	3,8 cm	0,3 cm	309

La valeur maximale cumulée en référence au levé du 7 mars 2013 atteint 71,9 cm sur le point R1036 a (1,6 cm par rapport à la campagne précédente). Ce dernier montre un déplacement de 59,3 cm par rapport au levé du 17/04/2014 et représente la valeur maximale par rapport à cette référence.

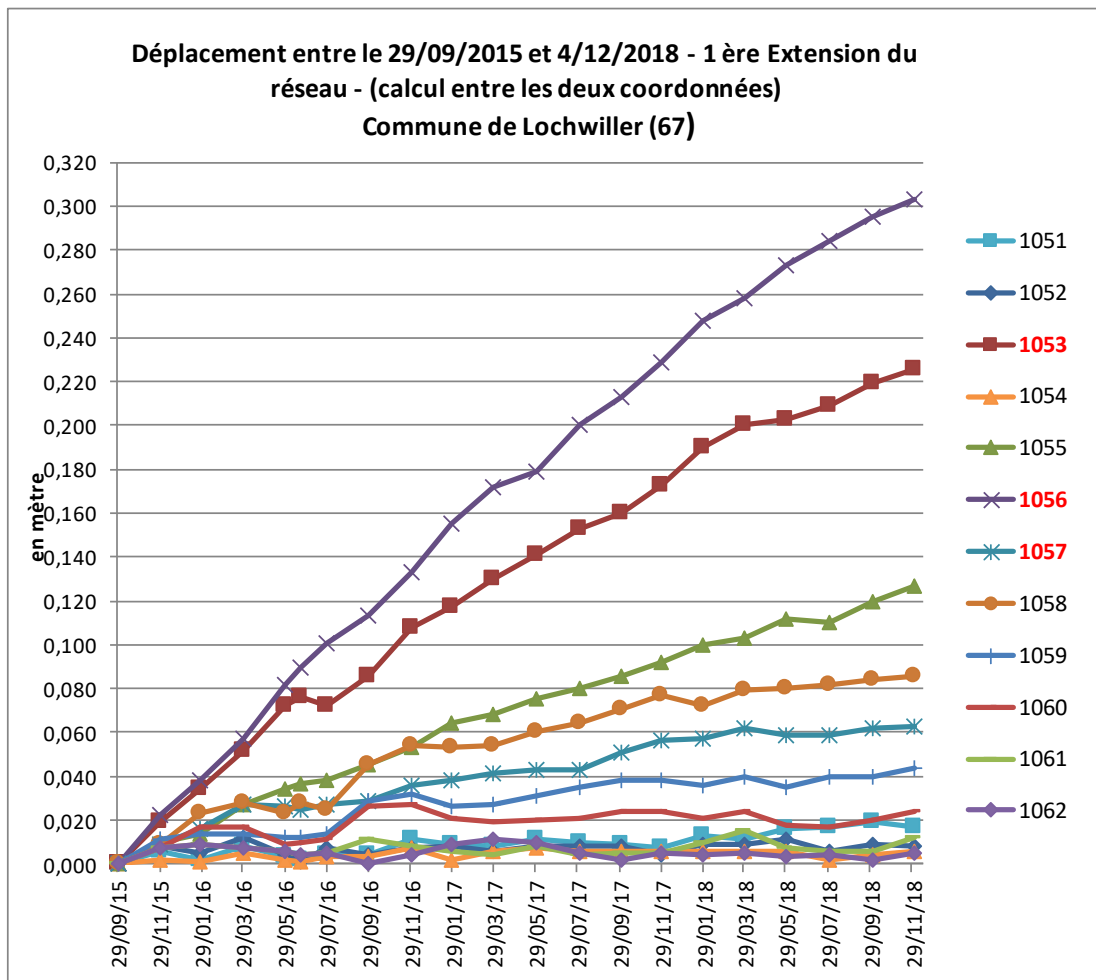
Le déplacement partiel (par rapport au levé précédent du 2 octobre 2018, c'est-à-dire sur 2 mois, le plus important est observé sur les repères R1036 a (1,6 cm).

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

f. Déplacements horizontaux (DX Y) des repères 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 première 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. Ces déplacements affectent certains repères, en particulier ceux situés au niveau du verger.



Le tableau ci-dessous reprend les repères mesurés depuis septembre 2015 (1<sup>ère</sup> 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 3 ans et 2 mois). Le gisement du déplacement est calculé pour ces valeurs. Les tendances vis-à-vis de la campagne précédente sont également indiquées ainsi que la situation par rapport à novembre 2017 (évolution annuelle).

	Cumulé (réf. au 29/09/15)	Cumulé (réf. au 29/11/17 cumulé 2018)	Tendance (partiel) (réf. au 2/10/18)	Gis. (en grade) Réf. au 29/09/15)
R 1053	22,6 cm	5,3 cm	0,7 cm	247
R 1055	12,7cm	3,5 cm	1,1 cm	221
R 1056	30,3 cm	7,4 cm	0,8 cm	259
R 1057	6,3 cm	1,0 cm	0,5 cm	123
R 1058	8,6 cm	1,1 cm	0,7 cm	90
R 1059	4,4 cm	0,8 cm	0,4 cm	41

La valeur maximale cumulée en référence au levé du 29 septembre 2015 atteint 30,3 cm sur le point R1056 (0,8 cm par rapport à la campagne précédente). Le déplacement partiel maximum est atteint sur le repère R1055 (1,1 cm).

Sur les 12 repères relevés, les écarts sont compris entre 0,5 et 30,3 cm en valeurs cumulées avec une tendance comprise entre 0,3 et 1,1 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,

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)

Le tableau ci-dessous reprend les repères mesurés depuis mars 2017 (2<sup>ème</sup> 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 20 mois). Le gisement du déplacement est calculé pour ces valeurs. Les tendances vis-à-vis de la campagne précédente sont également indiquées ainsi que la situation par rapport à novembre 2017 (évolution annuelle).

	Cumulé (réf. au 30/03/17)	Cumulé (réf. au 29/11/17 cumulé 2018)	Tendance (partiel) (réf. au 2/10/18)	Gis. (en grade) Réf. au 30/03/17)
R 1069	1,2 cm	1,0 cm	0,2 cm	361
R 1070	1,4 cm	1,1 cm	0,1 cm	166
R 1072	3,1 cm	1,5 cm	0 cm	375
R 1076	7,3 cm	4,0 cm	1,1 cm	197
R 1077	4,3 cm	2,3 cm	0,8 cm	189
R 1078	1,2 cm	1,0 cm	1,5 cm	195

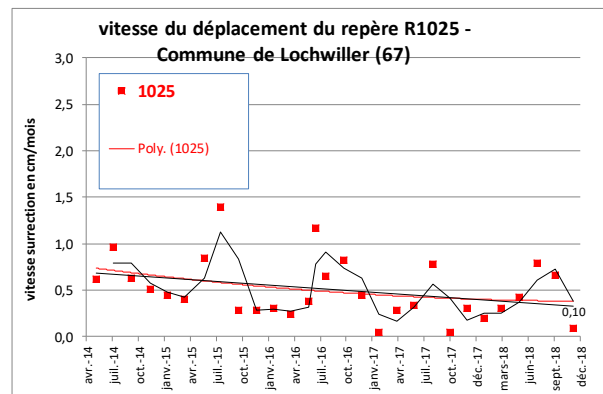
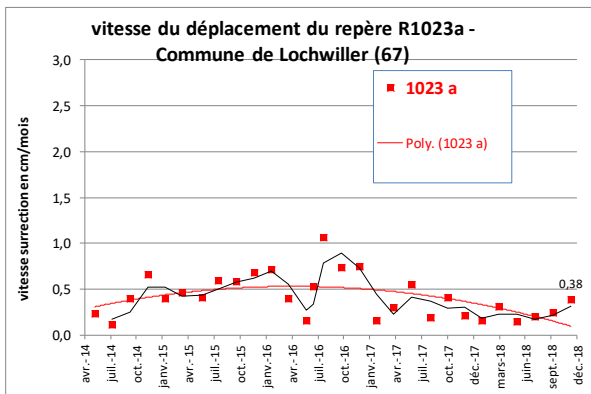
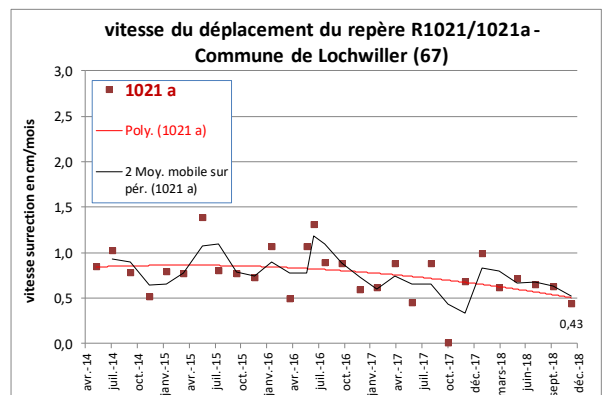
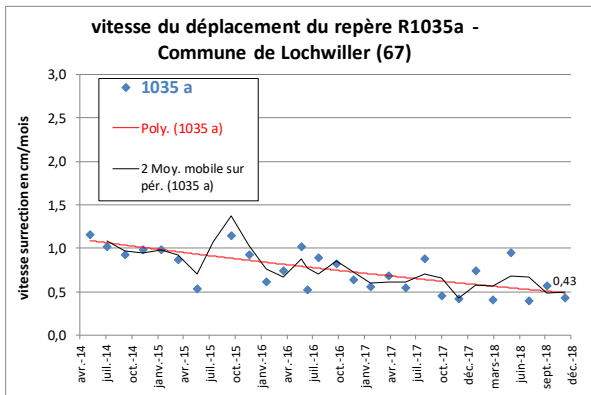
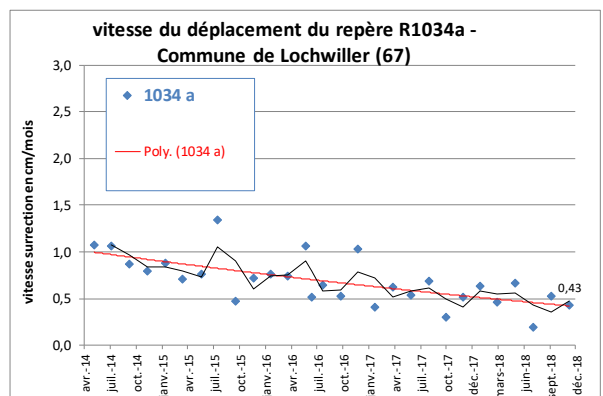
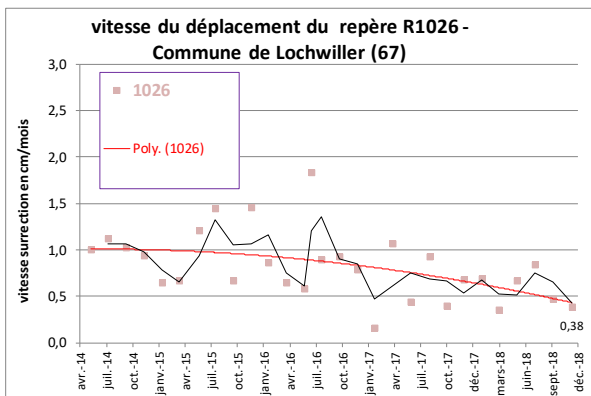
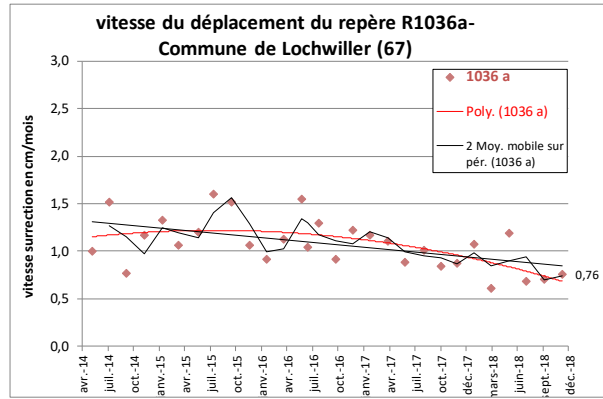
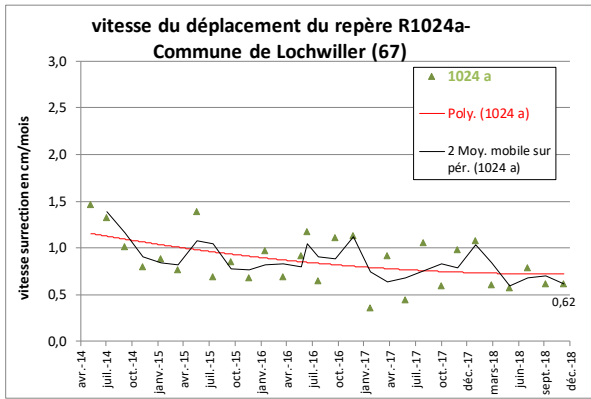
La tendance vis-à-vis de la campagne précédente (sur 2 mois) sur les 27 repères mesurés (hors déformètres) montre des valeurs comprises entre 0 et + 1,5 cm (valeur maximum mesurée sur le repère R1078). Ce repère présente par ailleurs un tassement partiel (sur 2 mois) de 1,8 cm. 2 repères présentent des valeurs supérieures à 1 cm. Les valeurs cumulées depuis le 30 mars 2017 se situent entre 0,2 et + 7,3 cm. Les quelques azimuts calculés sont donc donnés à titre indicatif en attendant de disposer de mouvement plus significatif.

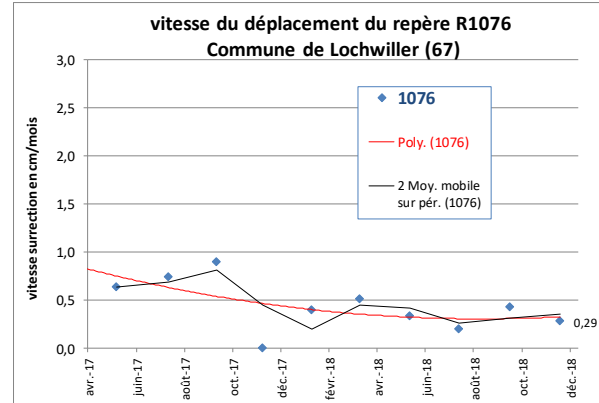
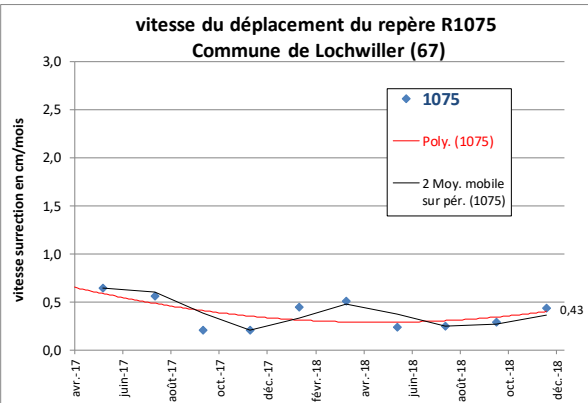
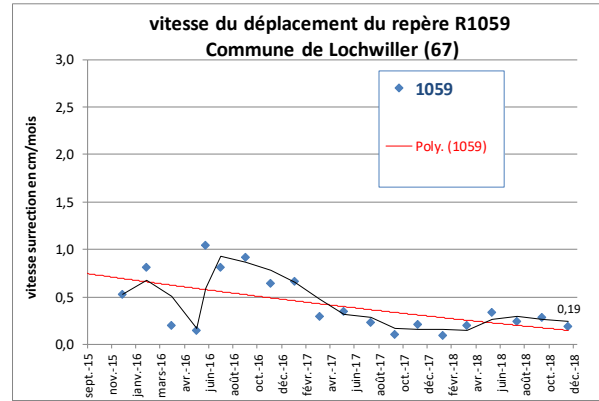
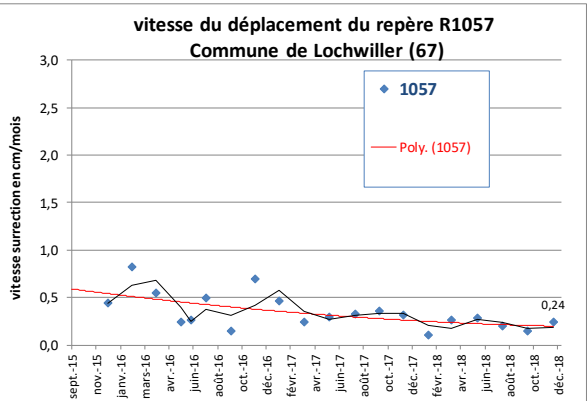
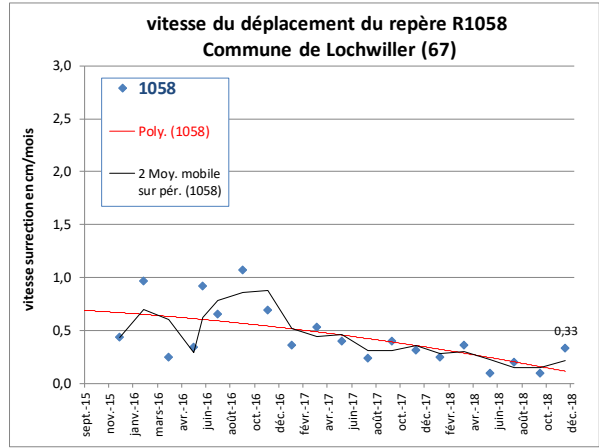
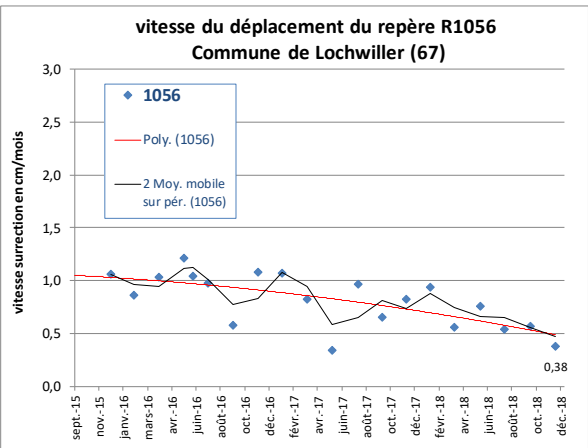
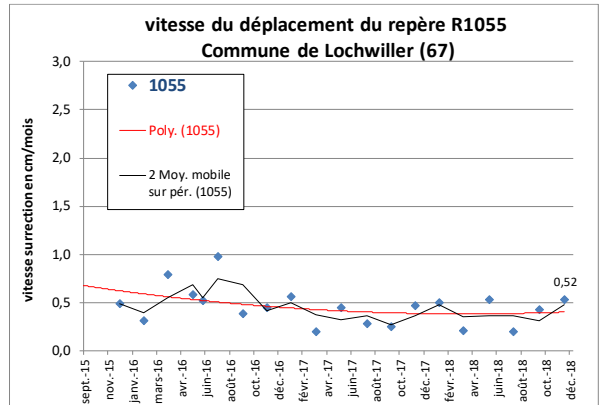
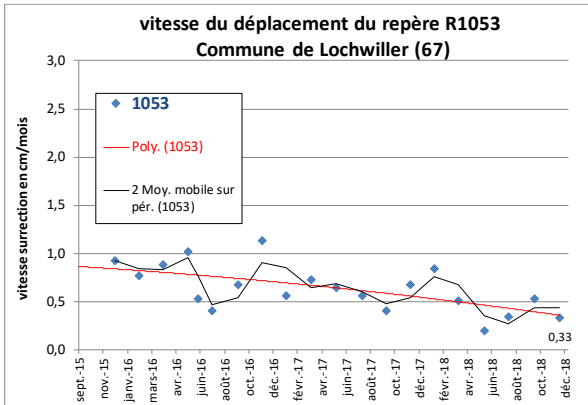
h. Calcul des vitesses des déplacements horizontaux (DXY) sur les repères remarquables de l'ensemble du réseau

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. Comme pour les mouvements verticaux, deux types de courbes de tendance sont proposées : Polynomiale et Moyenne mobile. 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 0,8 cm/mois (entre 0 et 0,7 cm/mois lors de la campagne précédente).

On notera une légère tendance à la baisse des vitesses de déplacement (décélération) pour une grande majorité des repères. Quelques repères présentent une stabilité.

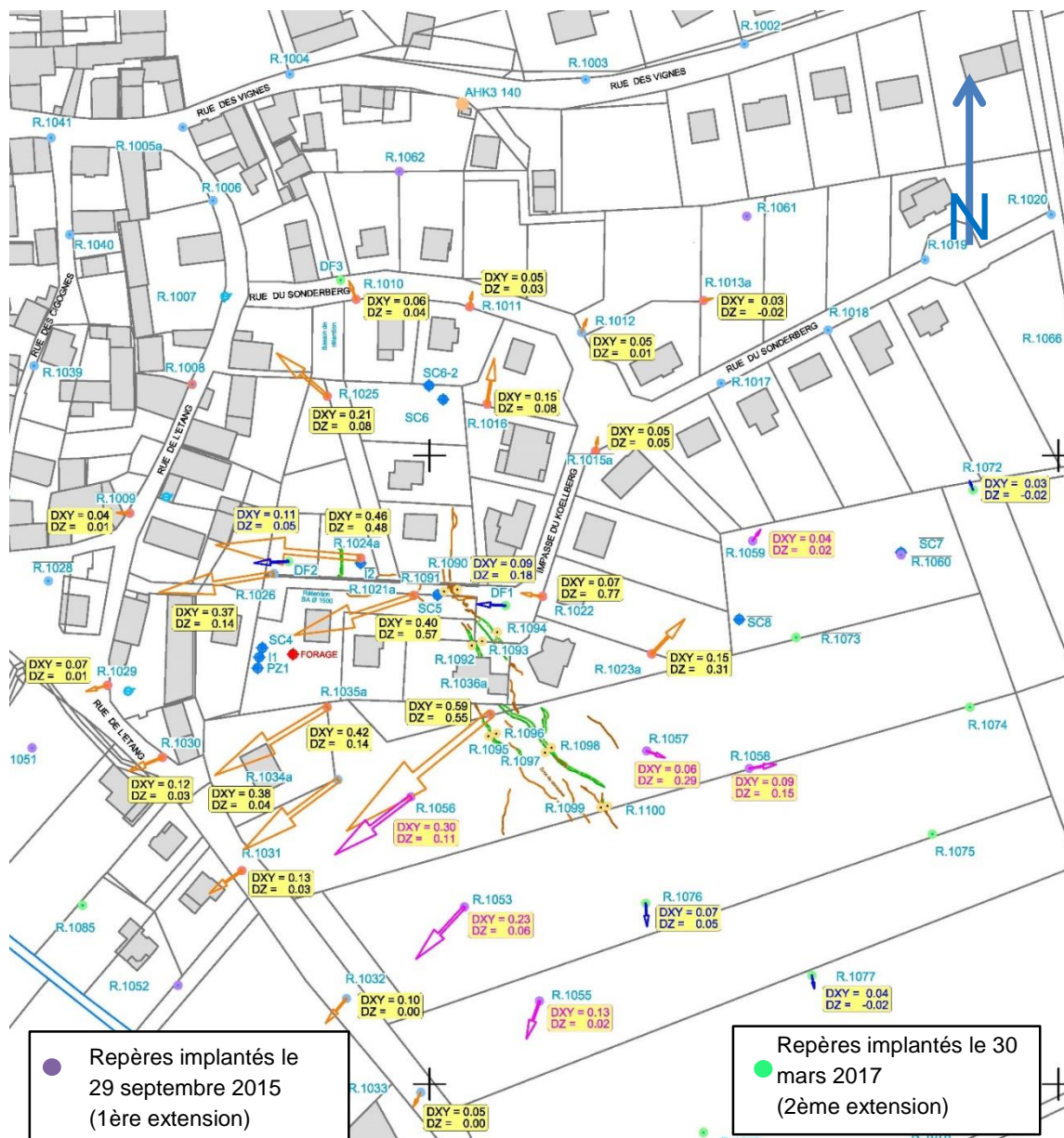






i. Extension du phénomène

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**.



Extrait du plan Cumul depuis le 17 avril 2014

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.

Concernant les mouvements verticaux, partiels (sur les 2 dernières campagnes) des repères R1001 à R1089 (hors déformètres et fissuromètres), les repères qui affichent une valeur significative ( $>1$  cm) sont :

- R1021a, R1022, R1023a, R1024a (impasse du Koelberg) et R1036a (à proximité des crevasses), en surrection ;
- R1078, 2<sup>ème</sup> extension, au niveau du chemin de terre au sud du lotissement, en tassement (passages d'engins ?) ;

Pour les déplacements partiels (mouvements horizontaux), 5 repères affichent une valeur significative (>1 cm) :

- R1024a et R1036a (sud du lotissement) ;
- R1055, 1<sup>ère</sup> extension, en aval pendage du réseau de crevasse dans le verger ;
- R1077 et R1078 (sud de la commune), 2<sup>ème</sup> extension ;

En valeur cumulée, les mouvements les plus significatifs restent limités entre les rues de Sonderberg au nord, de l'Etang à l'ouest ainsi qu'au niveau des zones crevassées au sud du lotissement.

- j. Mesures de fissurométrie (voir tableau de synthèse et plan « Zones de crevasses annexés).

11 repères ont été installés lors de la campagne du 2 octobre 2017 afin 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.

On constate que 3 repères présentent un mouvement significatif par rapport à la mesure précédente (>1 cm sur 2 mois) en surrection. Ils sont attachés au fissuromètre F 2. Les mouvements verticaux, sur 2 mois, sont compris entre 0,4 et 1,7 cm (voir « synthèse des relevés », onglet « synthèse globale »).

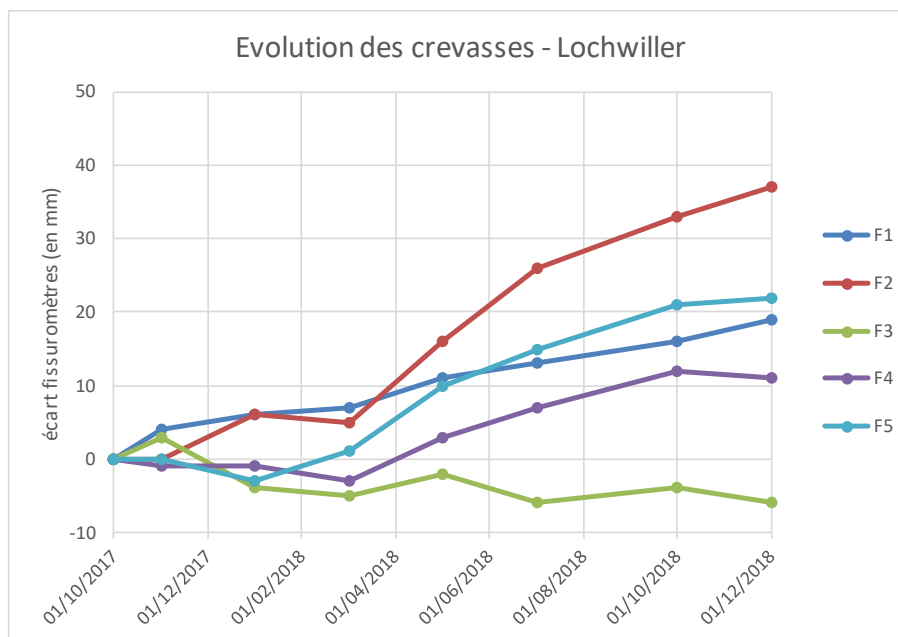
Concernant les déplacements, 2 repères affichent une valeur significative (>1 cm sur 2 mois). Ils sont attachés aux fissuromètres F 2 et F 3. Les mouvements horizontaux sont compris entre 0,4 et 1,2 cm (voir « synthèse des relevés », onglet « synthèse globale »). Les azimuts de déplacement

Fissuromètre	Points	distance au 2/10/17	distance au 2/10/18	distance au 2/10/18	écart (réf. levé)	écart (réf. à l'origine)
F 1	1090	4,438	4,453	4,457	0,004	0,019
	1091					
F 2	1092	9,191	9,225	9,228	0,004	0,037
	1093					
	1094					
F 3	1095	2,577	2,573	2,570	-0,003	-0,006
	1096					
F 4	1097	2,757	2,769	2,768	-0,001	0,011
	1098					
F 5	1099	2,155	2,177	2,178	0,001	0,022
	1100					

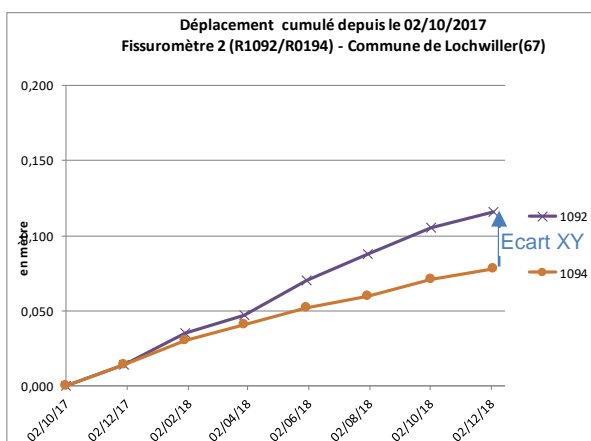
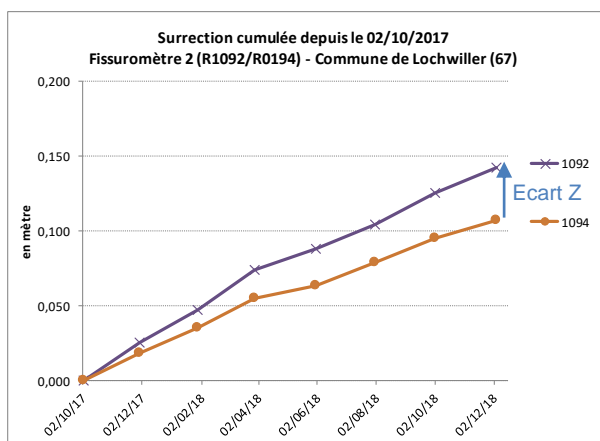
Les distances 3D ont été calculées au niveau de chaque fissuromètres. L'écart maximum (écart entre la distance entre fissuromètre à l'origine et la distance au 4/12/2018), est mesuré

sur le fissuromètre F2 sur la place impasse Koellberg (3.7 cm en ouverture) (voir « synthèse des relevés », onglet « suivi fissuromètres »).

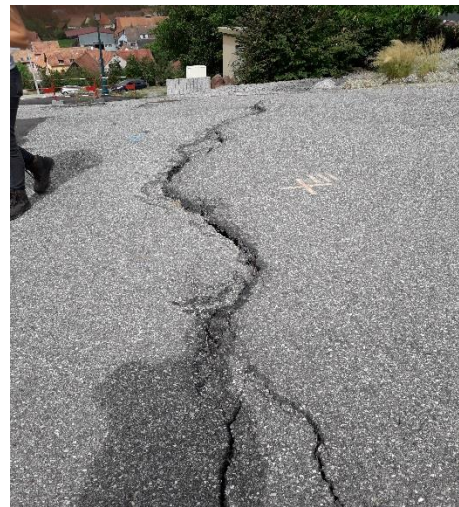
Le graphique ci-dessous illustre l'évolution des écarts sur les 5 fissuromètres depuis leurs implantations.



Les graphiques ci-dessous montrent l'évolution des deux repères attachés au fissuromètre F2 (repères R1092 et R1094 distants d'une dizaine de mètres environ). On observe un léger différentiel sur la composante Z (surrection) et sur la composante XY (déplacement).



Le contrôle visuel de l'évolution des crevasses traitées révèle l'apparition d'une nouvelle crevasse sur l'impasse di Koellberg, à proximité du repère R1022 qui présente la surrection maximale du réseau de surveillance. Cette crevasse semble en constante évolution et nécessitera un traitement courant 2019 (photos ci-dessous). La crevasse suivie par le fissuromètre F 2 ne nécessite pour l'instant aucun traitement particulier.



### Plans et mesures

Les plans et le fichier des mesures réalisées le 4/12/2018 sont fournis en annexes.

#### k. Conclusion

Les résultats du levé topographique (altitude et planimétrie) de la campagne du 4 décembre 2018 indiquent :

- Une poursuite des mouvements de surrection du sol mesurés au niveau des repères remarquables, R1021a, R1022, R1023a et R1036 a. La valeur maximale de surrection (repère R1022) est de **+ 97,1** cm en référence au levé du 7 mars 2013 et de + 77,2 cm en référence au levé du 17 avril 2014. Ce repère (impasse du Koellberg) présente la plus forte tendance en référence au levé précédent (+2,3 cm sur 2 mois).

Concernant les 12 repères installés en septembre 2015 (1<sup>ère</sup> extension du réseau), aucun repère ne présente de mouvement (surrection) significatif par rapport à la campagne précédente (>1 cm en 2 mois). L'écart maximum en cumulé (référence septembre 2015) est mesuré sur le repère R1057 (+ 29,3 cm).

Sur les 27 repères installés en mars 2017, (2<sup>ème</sup> extension) (hors déformètres), aucun ne présente un mouvement significatif en surrection par rapport à la campagne précédente (>1 cm en 2 mois). Le repère R1078 affiche un écart négatif de -1,8 cm (tassement). L'écart maximum en cumulé (référence mars 2017) est mesuré sur le repère R1076 (+ 4,7 cm).

- 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 -0,9 (tassement) et +1,1 cm (surrection) par mois. On rappellera qu'elle atteignait 3 cm au printemps 2013 pour le repère R1021. Les courbes de tendance « polynomiale » permettent d'observer la tendance générale de l'évolution des vitesses. Les courbes de tendance « moyenne mobile » mettent en évidence les hétérogénéités des valeurs souvent influencé par les conditions météorologiques. On constate que pour l'ensemble des repères, la tendance générale est à la baisse ou à la stabilité avec pour certains des comportements particuliers influencés par les conditions météorologiques (retrait / gonflement des argiles).
- Une poursuite des déplacements horizontaux avec une valeur maximale sur le repère R1036a de 71,9 cm en référence au levé du 7 mars 2013 et de 59,3 cm en référence

au levé du 17 avril 2014 selon un même azimut (ouest à sud-ouest). La plus forte tendance en référence au levé précédent est mesurée sur ce repère (+1,6 cm sur 2 mois).

Concernant les 12 repères installés en septembre 2015 (1<sup>ère</sup> extension du réseau), seul le repère R1055 présente un déplacement horizontal significatif par rapport à la campagne précédente (>1 cm en 2 mois). L'écart maximum en cumulé (référence septembre 2015) est mesuré sur le repère R1056 (30,3 cm).

Pour les repères de la 2<sup>ème</sup> extension (hors déformètre), 2 repères présentent un déplacement horizontal supérieur ou égal à 1 cm par rapport à la campagne précédente : R1077 et R1078 (respectivement 1,1 et 1,5 cm sur 2 mois).

Comme pour les mouvements verticaux, des vitesses de déplacement ont été calculées. Elles se situent entre 0 et 0,8 cm/mois. La tendance est généralement à la baisse ou à la stabilité.

- Les distances 3D ont été calculées au niveau de cinq fissuromètres. L'écart maximum (écart entre la distance entre fissuromètre à l'origine et la distance au 4/12/2018), est mesuré sur la place impasse Koellberg (3.7 cm en ouverture).
- Une zone impactée, au droit du lotissement, toujours limitée entre la rue de Sonderberg au nord, la rue de l'Etang à l'ouest jusqu'aux zones crevassées traitées au niveau du verger.
- Lors de cette campagne un levé des têtes de piézomètres et inclinomètres a été réalisé.