

Réf. : DRP/DPSM/UTAM-Est/2020-014/SV

le 10/01/2020

LOCHWILLER – ANALYSE DES MESURES TOPOGRAPHIQUES	
Rédacteur : S. VICENTIN	Entité : DRP/DPSM/UTAM EST
Projet : Lochwiller - Mesures topographiques - AM19EST008	Numéro : I04030801
Date : 10/01/2020	Lieu : Freyming-Merlebach
Objet : Résultats de la campagne de mesures n°36 du 2/12/2019	
Diffusion interne : participants + N. KOEBERLÉ, L. SEMMELBECK, V. QUÉRÉ, M. THIBERT	
Diffusion externe : DREAL Grand-Est : P. HANOCQ, S. CUNCHE	
GEODERIS : R. HADADOU, M. KIMMEL	

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 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.

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.

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. 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). De plus, les têtes de forage des quatre déformètres (DF1 à DF4) sont intégrées dans le réseau.

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. Une seconde phase de travaux de restauration de la voirie s'est déroulée du **29 juillet au 5 août 2019** au niveau de la place de contournement de l'impasse du Koellberg. Un traitement de petites fissures a également été réalisé.

La fréquence des levés est bimestrielle.

Afin de préciser les tendances d'évolution des repères en place, des calculs de mouvements sont effectués :

- par rapport au levé précédent (en général 2 mois) ;
- par rapport à chaque référence (07/03/2013, 17/04/2014, 29/09/2015, 30/03/2017 et 02/10/2017) ;
- sur une période d'une année précédant la campagne (cumulé annuel).

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.

Ce compte-rendu a pour objectif de préciser la tendance actuelle des mouvements du sol. L'interprétation des résultats prendra en compte les écarts par rapport au levé précédent et sur la valeur cumulée annuelle.

2. Campagne n°36 du 2 décembre 2019 : Résultats et commentaires

La campagne s'est déroulée le 2 décembre 2019. Le réseau est aujourd'hui constitué de 98 repères. Tous les repères ont été retrouvés et mesurés.

2.1. Mouvements verticaux (DZ)

Les graphes ci-après illustrent l'évolution des mouvements verticaux sur l'année qui précède cette campagne (période du 04/12/2018 au 02/12/2019) sur un panel de repères représentatif du réseau. Pour plus de clarté, un graphique dédié aux repères relatifs aux mesures de fissuométries est proposé séparément.

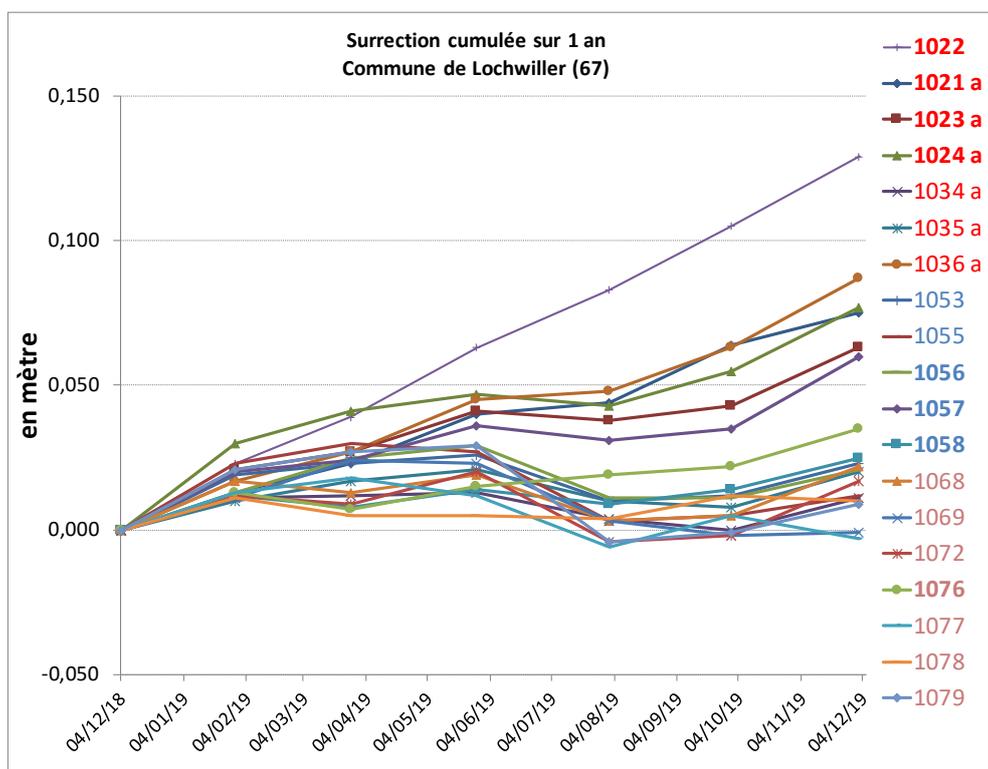
On rappellera que les repères situés au niveau du verger montrent parfois une cinétique de mouvement particulière (R1053, 1055 et 1056). Ils sont généralement représentatifs d'un phénomène de réhydratation des terrains argileux par les pluies météoriques après un épisode de sécheresse été/automne 2018. 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 sur des terrains non imperméabilisés (verger, espaces verts).

On ne peut exclure également le fait que l'on puisse être, localement, en présence d'un phénomène de dissolution du gypse.

2.2. Repères d'auscultation de R1001 à R1089 (hors fissuomètres et déformètres)

88 repères d'auscultation, numérotés de R1001 à R1089 (repères implantés en 2013/2014, 1^{ère} extension en 2015 et 2^{ème} extension en 2017) ont été mesurés.

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).



Les résultats sont repris dans le tableau ci-dessous. Pour mémoire, on rappellera les valeurs cumulées par rapport aux dates de référence.

N° repère	Date de référence	Cumulé (par rapport à la référence)	Cumulé annuel (référence au 04/12/18)	Tendance (partiel) (référence au 30/09/19)
R 1021 a	7/03/2013	95,5 cm	7,5 cm	+ 1,1 cm
R 1022	7/03/2013	110,0 cm	12,9 cm	+ 2,4 cm
R 1023 a	7/03/2013	38,0 cm	6,3 cm	+ 2,0 cm
R 1024 a	7/03/2013	75,5 cm	7,7 cm	+ 2,2 cm
R 1036 a	7/03/2013	74,5 cm	8,7 cm	+ 2,4 cm
R 1055	29/09/2015	3,0 cm	1,2 cm	+ 0,7 cm
R 1056	29/09/2015	12,9 cm	2,1 cm	+ 1,0 cm
R 1057	29/09/2015	35,3 cm	6,0 cm	+ 2,5 cm
R 1058	29/09/2015	17,3 cm	2,5 cm	+ 1,1 cm
R 1072	30/03/2017	- 0,3 cm	1,7 cm	+ 1,9 cm

R 1076	30/03/2017	8,2 cm	3,5 cm	+ 1,3 cm
R 1077	30/03/2017	- 2,0 cm	- 0,3 cm	- 0,8 cm

La valeur maximale cumulée en référence au levé du 7 mars 2013 atteint 110,0 cm sur le point R1022 (+2,4 cm par rapport à la campagne du 30 septembre 2019-impasse du Koellberg). La valeur maximale cumulée annuelle (référence du 04/12/18) atteint 12,9 cm sur ce point. Ce dernier présente également une des plus fortes tendances à la surrection (partiel) avec les repères R1036a (+2,4 cm) et R1057 (+2,5 cm). 15 repères affichent des valeurs de surrection supérieures à 1 cm.

Les mouvements de surrection en valeurs cumulées annuelles les plus importants se situent au niveau de l'impasse du Koellberg (R1021a, R1022, R1024a), au niveau du verger au sud du lotissement, de part et d'autre des zones crevassées (R1036a, R1023a, R1056 et R1057).

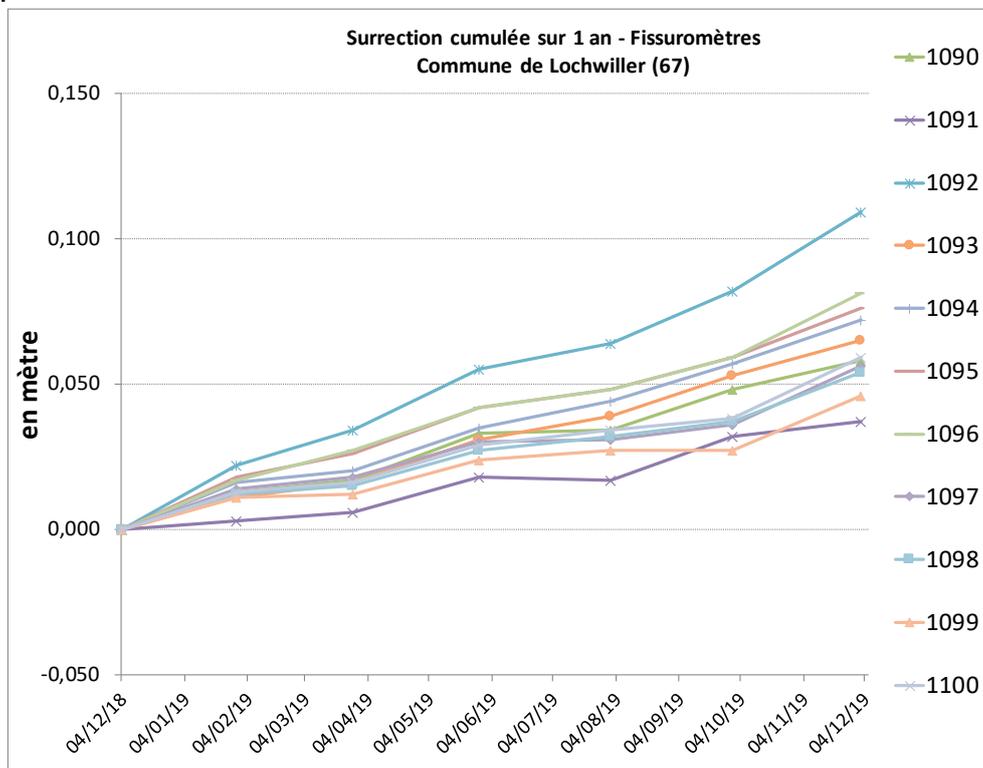
2.3. Repères attachés au suivi des crevasses (R1090 à R1100) :

Le graphe ci-dessous concerne les 11 repères attachés aux mesures de fissurométrie (repères implantés le 02/10/2017).

8 repères (R1092 à R1100) présentent un mouvement significatif par rapport à la mesure précédente (>1 cm sur 2 mois). Les mouvements verticaux, sur 2 mois, sont compris entre 0,5 et 2,7 cm (voir fichier « synthèse des relevés », onglet « synthèse globale »).

La valeur cumulée sur 1 an est comprise entre 3,7 et 10,9 cm.

La valeur cumulée par rapport à la date de référence (02/10/2017) est comprise entre 11,1 et 25,1 cm.



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

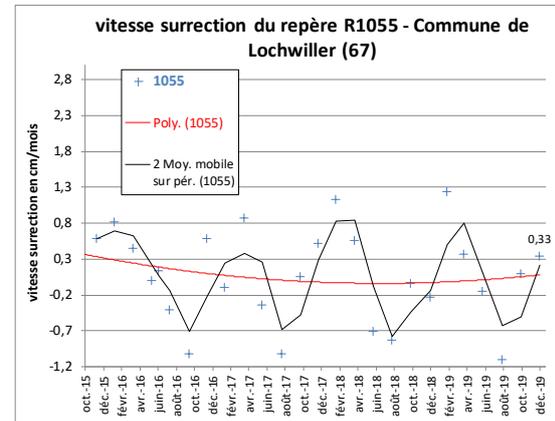
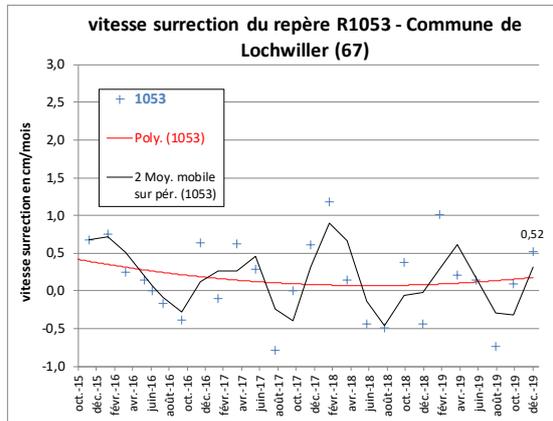
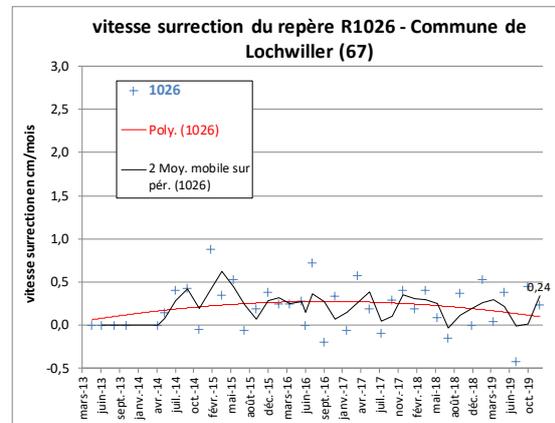
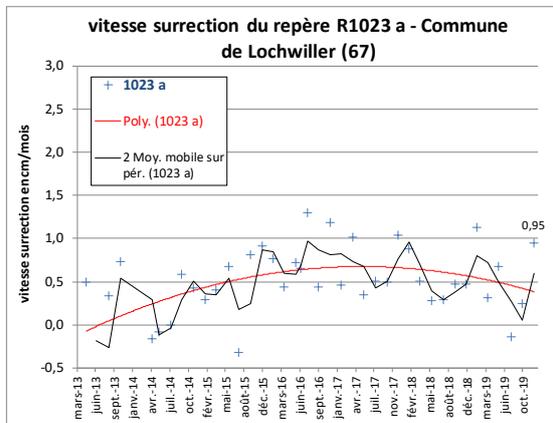
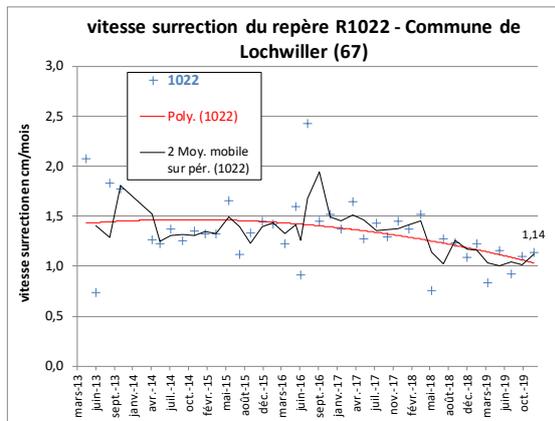
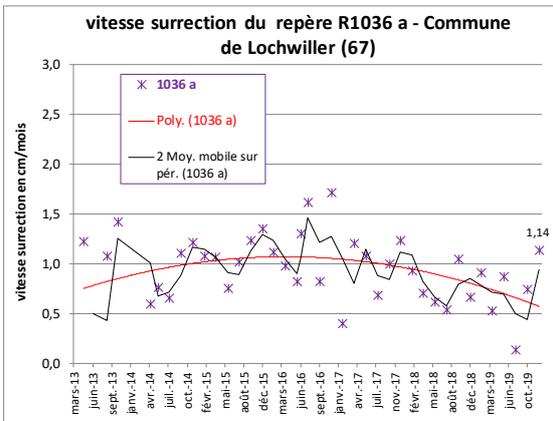
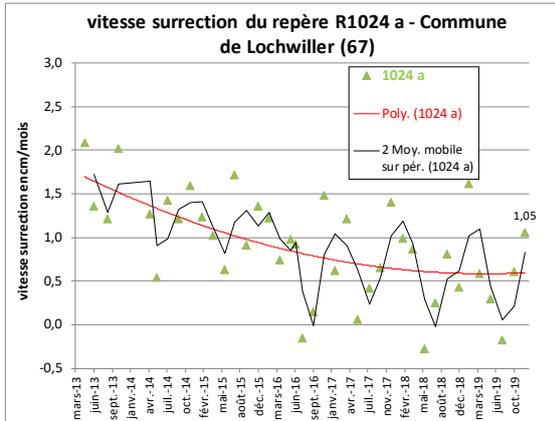
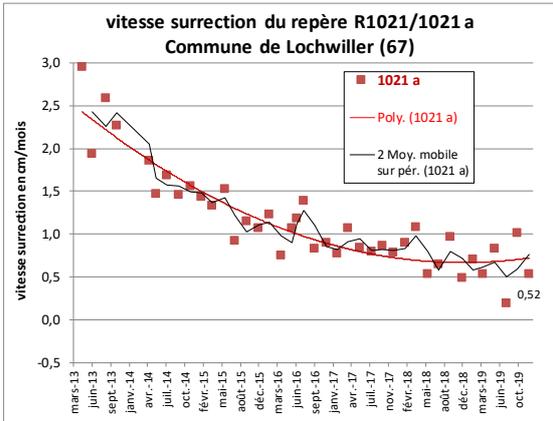
Afin de disposer d'une bonne approche de la tendance évolutive des mouvements verticaux, un calcul des vitesses a été effectué entre les différentes campagnes de mesures sur l'ensemble des repères. Seuls les résultats des points présentant des vitesses actuelles significatives ont été reportés dans les graphes ci-dessous. Deux types de courbes de tendance sont proposés :

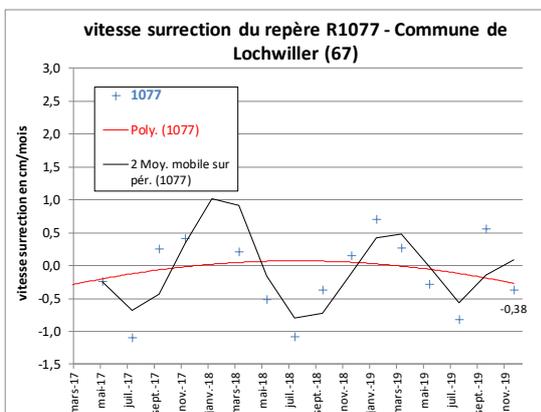
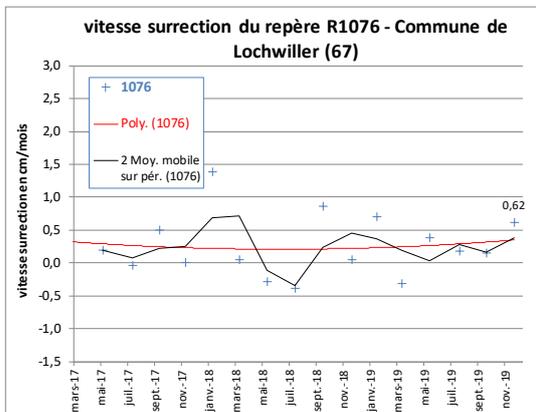
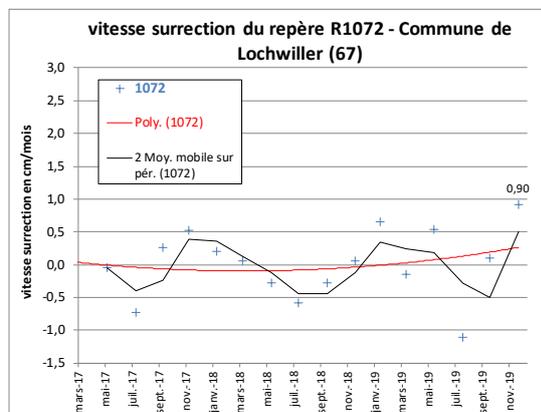
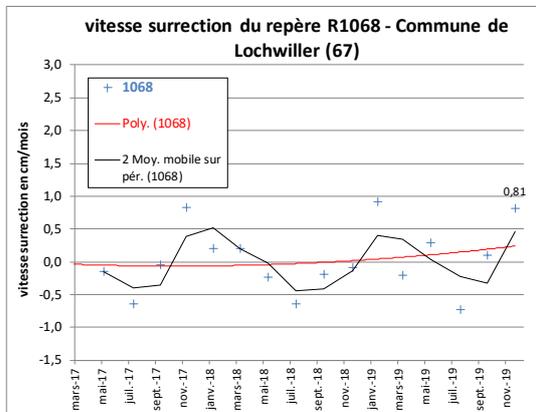
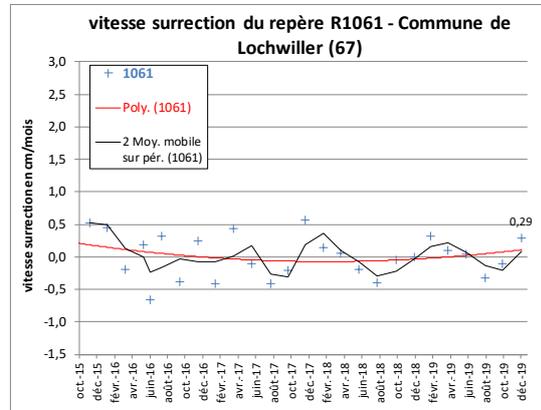
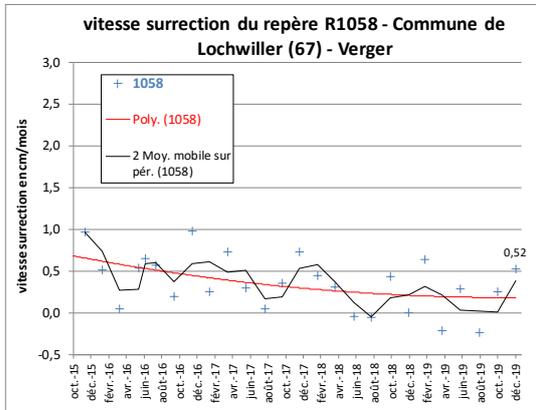
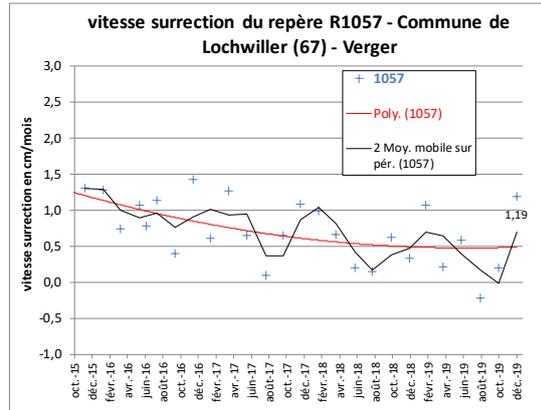
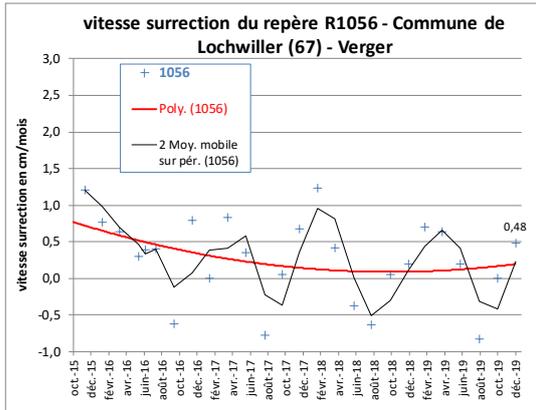
- Courbes de tendance polynomiale (2): tendance pour des vitesses homogènes, peu influencées par des éléments extérieurs (météorologie),
- Courbes de tendance Moyenne mobile (2) : tendance pour des vitesses hétérogènes, influencées par des éléments extérieurs (météorologie).

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 - 0,4 et + 1,3 cm/mois.

La tendance générale est à la baisse (décélération) ou à la stabilité de la vitesse de surrection. On note toutefois, par période, des fluctuations de cette vitesse sur certains repères implantés sur des sols susceptibles attribuables aux conditions météorologiques. Le calcul des vitesses indique clairement l'impact des conditions climatiques (sécheresse) sur les mesures lors de cette campagne.



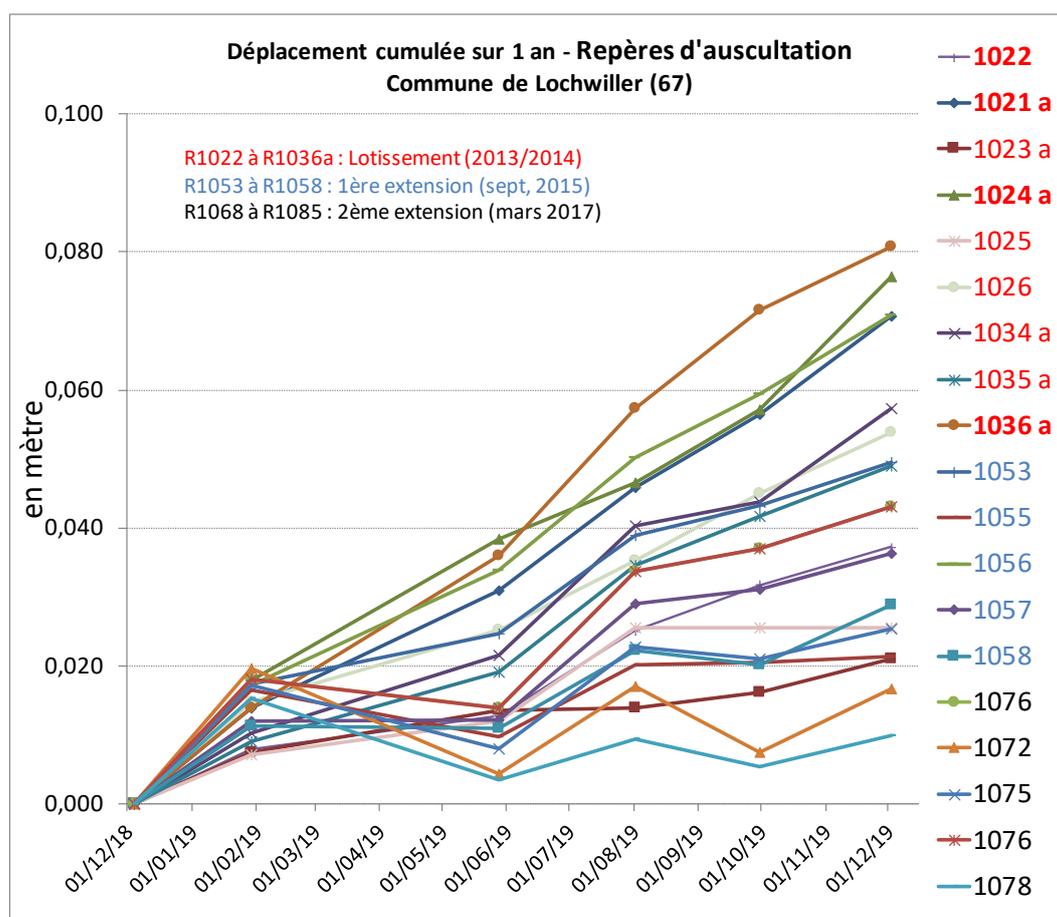


3. Déplacements horizontaux (DX Y)

Les graphes ci-après illustrent l'évolution des déplacements horizontaux sur l'année qui précède cette campagne (période du 04/12/2018 au 02/12/2019).

3.1. Repères d'auscultation de R1001 à R1089 (hors fissuromètres)

Le graphe ci-dessous concerne les 88 repères d'auscultation, numérotés de R1001 à R1089 (repères implantés en 2013/2014, 1^{ère} extension en 2015 et 2^{ème} extension en 2017).



Les résultats sont repris dans le tableau ci-dessous. Pour mémoire, on rappellera les valeurs cumulées par rapport aux dates de référence.

N° repère	Date de référence	Cumulé (par rapport à la référence)	Cumulé annuel (référence au 4/12/18)	Tendance (partiel) (référence au 30/09/19))	Gis. (en grade) (réf. au 4/12/18)
R 1024 a	07/03/2013	71,2 cm	7,6 cm	1,9 cm	294
R 1036 a	07/03/2013	80,0 cm	8,1 cm	0,9 cm	246
R 1026	17/04/2014	42,2 cm	5,4 cm	0,9 cm	276

R 1034 a	17/04/2014	43,3 cm	5,7 cm	1,3 cm	251
R 1035 a	07/03/2013	61,5 cm	4,9 cm	0,8 cm	256
R 1021 a	07/03/2013	57,9 cm	7,1 cm	1,5 cm	263
R 1053	29/09/2015	27,5 cm	5,0 cm	0,6 cm	246
R 1056	29/09/2015	37,2 cm	7,1 cm	1,2 cm	247
R 1059	29/09/2015	4,8 cm	0,7 cm	1,2 cm	100
R 1076	30/03/2017	11,6 cm	4,3 cm	0,6 cm	204
R 1078	30/03/2017	2,2 cm	1,0 cm	1,2 cm	189
R 1086	30/03/2017	0,9 cm	1,5 cm-	1,4 cm	226

La valeur maximale cumulée en référence au levé du 7 mars 2013 atteint 80,0 cm sur le point R1036a (0,9 cm par rapport à la campagne précédente).

La valeur maximale cumulée annuelle (référence du 4/12/18) atteint 8,1 cm sur ce point.

Le déplacement partiel (par rapport au levé précédent du 30/09/19), c'est-à-dire sur 2 mois, le plus important est observé sur le repère 1024a (1,9 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, R1021a, R1036a, R1026, R1034a, R1035a, R1036a, R1053, 1055 et 1056,
- nord / nord-ouest pour les points R1010, R1016, R1022 et R1025,
- est / nord-est pour le point R1023a, 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.

3.2. Repères attachés au suivi des crevasses (R1090 à R1100) :

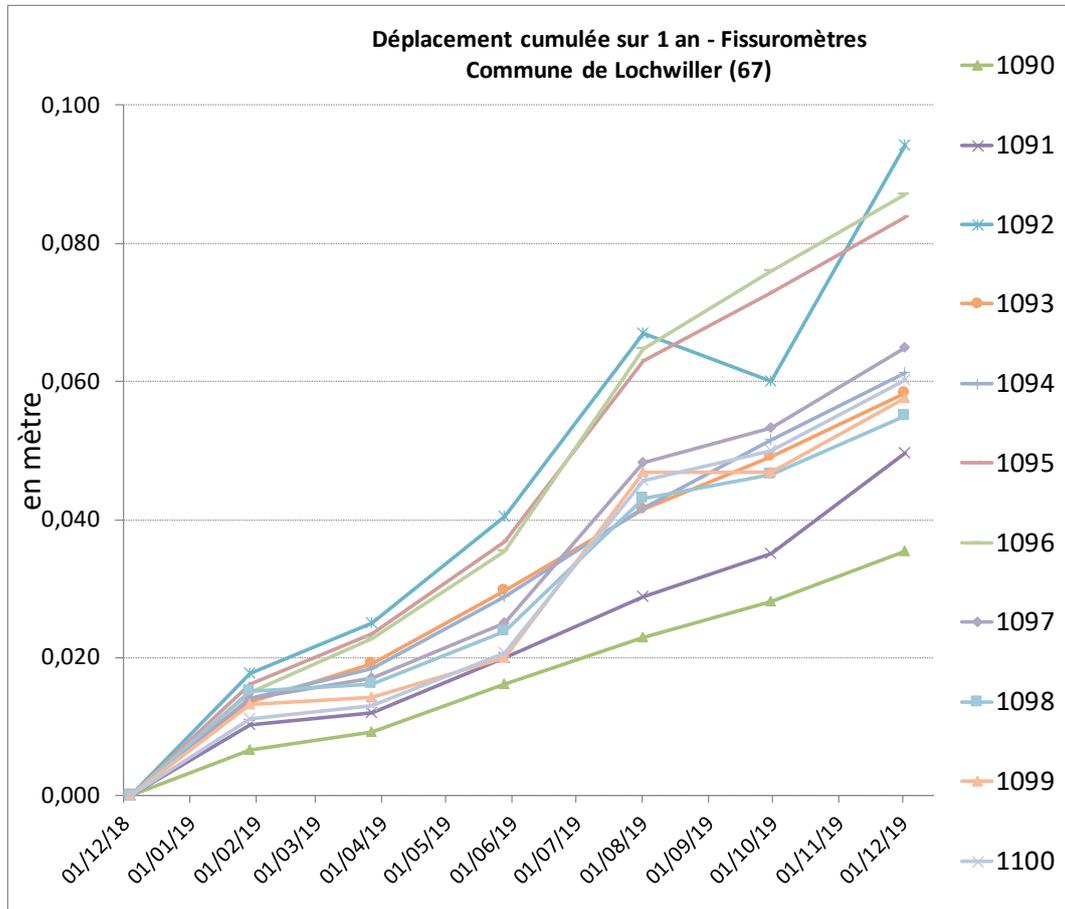
Le graphe ci-dessous concerne les 11 repères attachés aux mesures de fissurométrie (repères implantés le 02/10/2017).

Les mouvements horizontaux, sur 2 mois, sont compris entre 0,9 et 3,9 cm (voir « synthèse des relevés », onglet « synthèse globale »).

Les valeurs cumulées annuelles sont comprises entre 3,5 et 9,4 cm. La valeur cumulée par rapport à la date de référence (02/10/2017) est comprise entre 9,8 et 20,9 cm.

Le déplacement cumulé annuel mesuré sur le repère R1092 calculé lors de cette campagne indique que la valeur du gisement du déplacement partiel déterminée lors de la précédente

campagne était soit erronée (erreur dans le levé), soit influencée par les effets de la nouvelle crevasse apparue à proximité du fissuromètre F2.

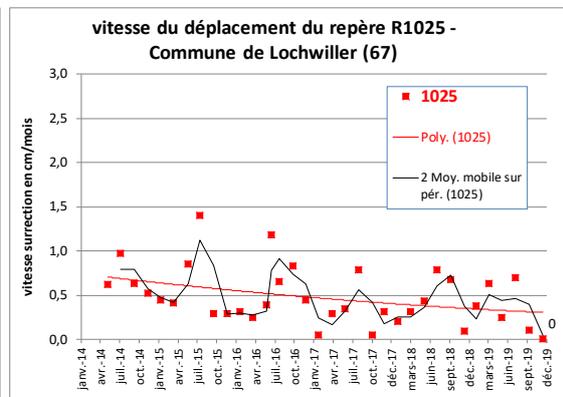
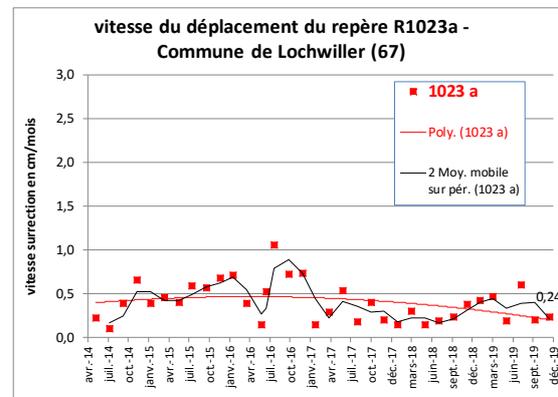
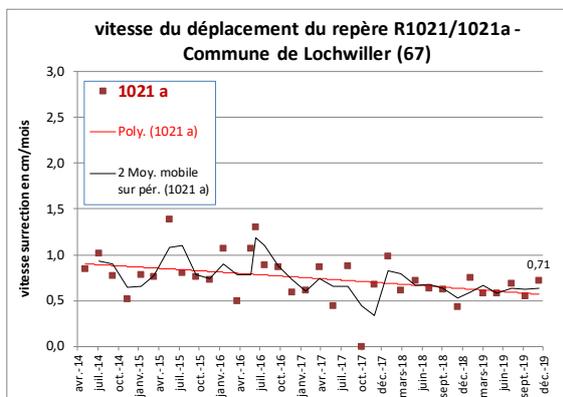
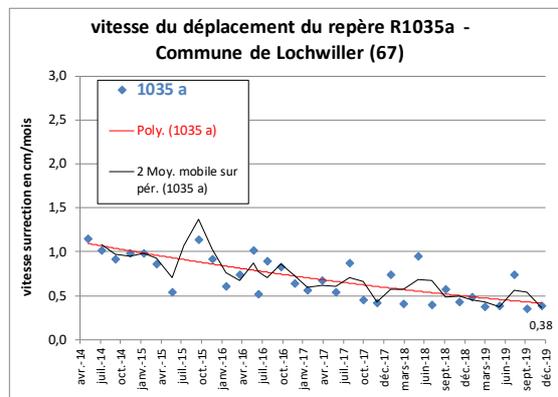
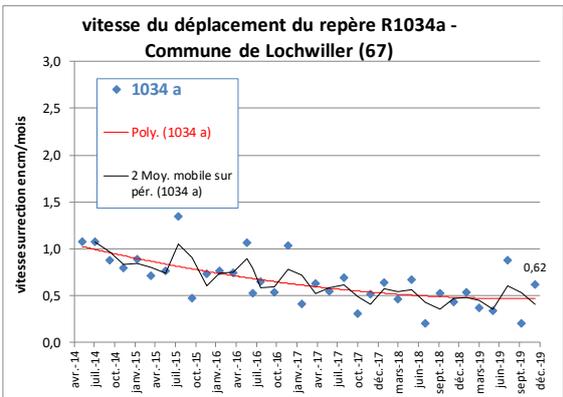
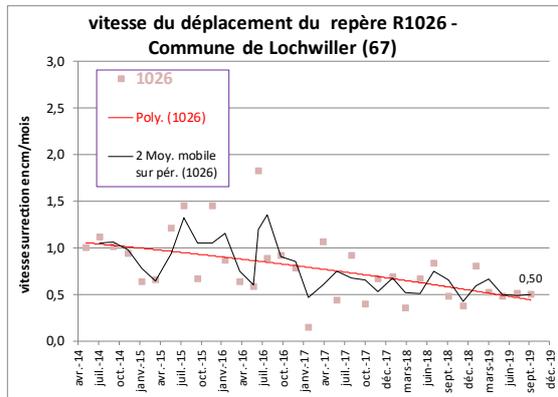
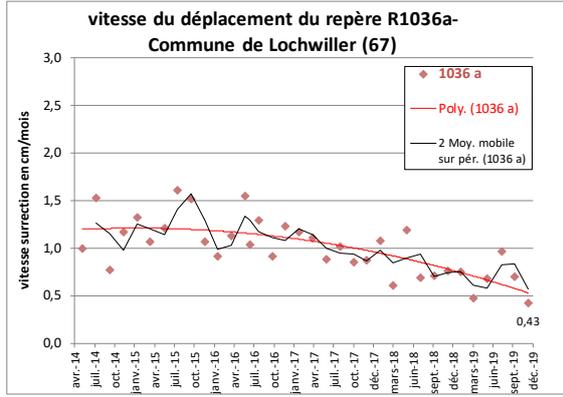
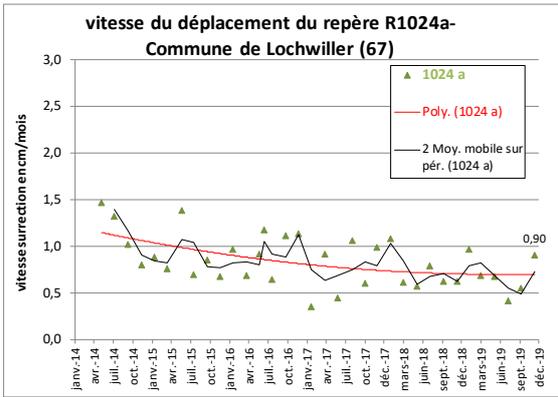


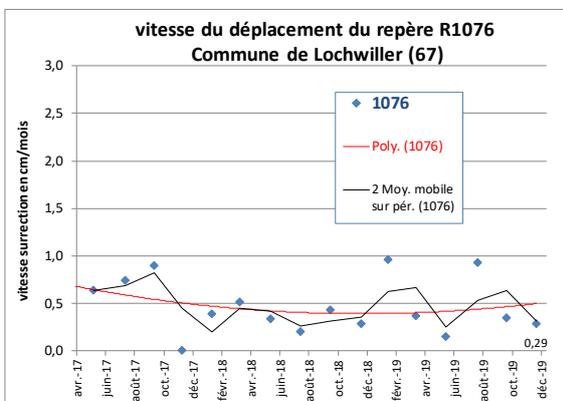
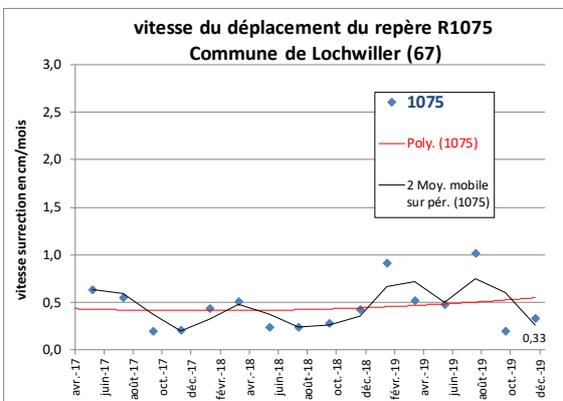
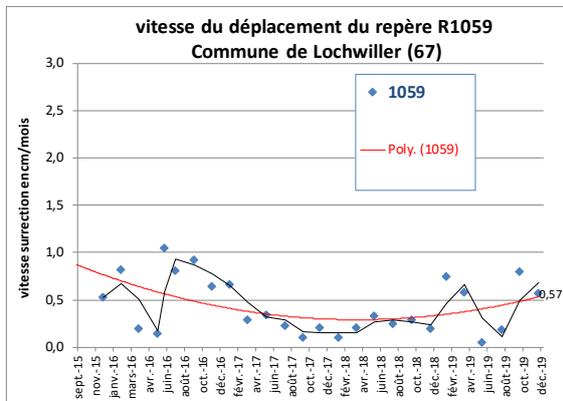
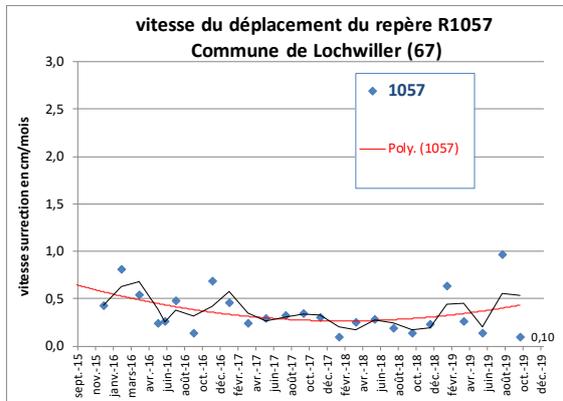
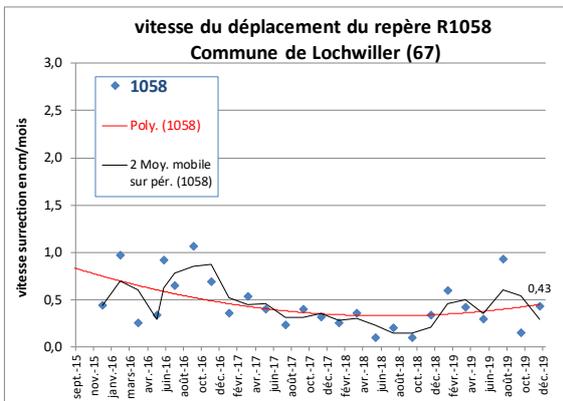
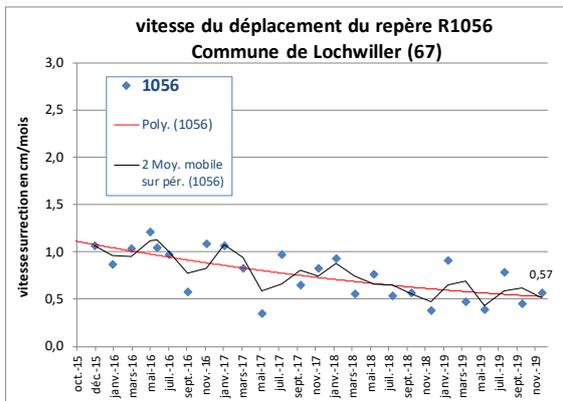
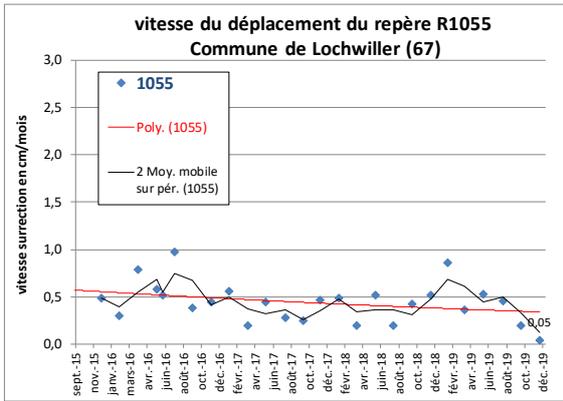
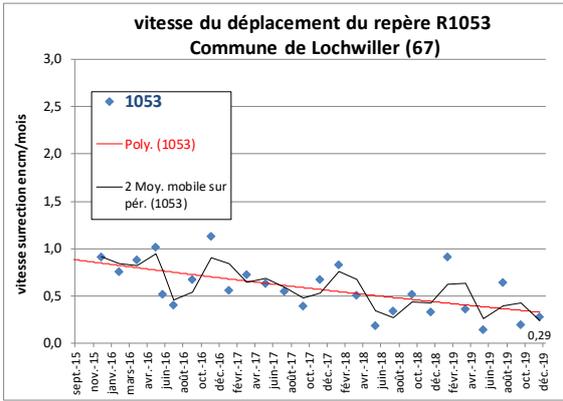
3.3. Calcul des vitesses des déplacements horizontaux (DXY) sur les repères remarquables de l'ensemble du réseau

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 1,9 cm/mois (campagne précédente 0 et 0,9 cm/mois).

La tendance générale est à la stabilité, voir à la baisse des vitesses de déplacement avec des fluctuations plus ou moins importantes selon la nature des sols.





4. Extension du phénomène

Le plan « Cumul annuel (02/10/2018 au 30/09/2019) » ci-contre précise les repères concernés par un mouvement ≥ 2 cm, qu'il soit de surrection (vertical DZ) ou de translation (horizontal DXY). Il définit, au droit du lotissement, la **zone actuelle de mouvement**.

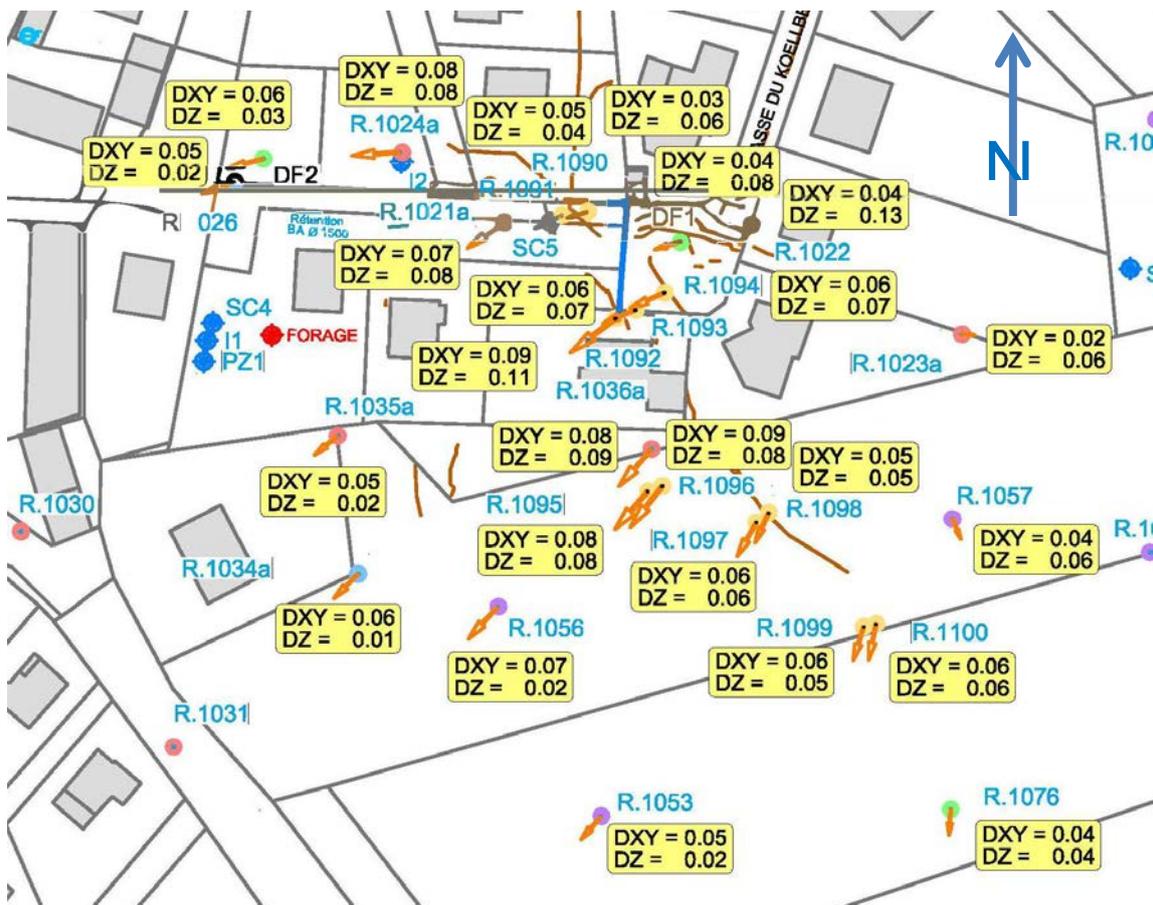
Le plan « Cumul depuis le 03 mars 2013 » permet de délimiter la zone concernée par des mouvements du sol depuis la première campagne de mesure.

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 en surrection significative (>1 cm) sont :

- R1021a, R1022, R1023a, R1024a, R1034a, R1035a, R1036a, R1053 ; R1056, R1057, R1058, R1060, R1068, R1072 et R1076.

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

- R1021a, R1024a, R1034a, R1056, R1059, R1066, R1069, R1070, R1077, R1078 et R1086.



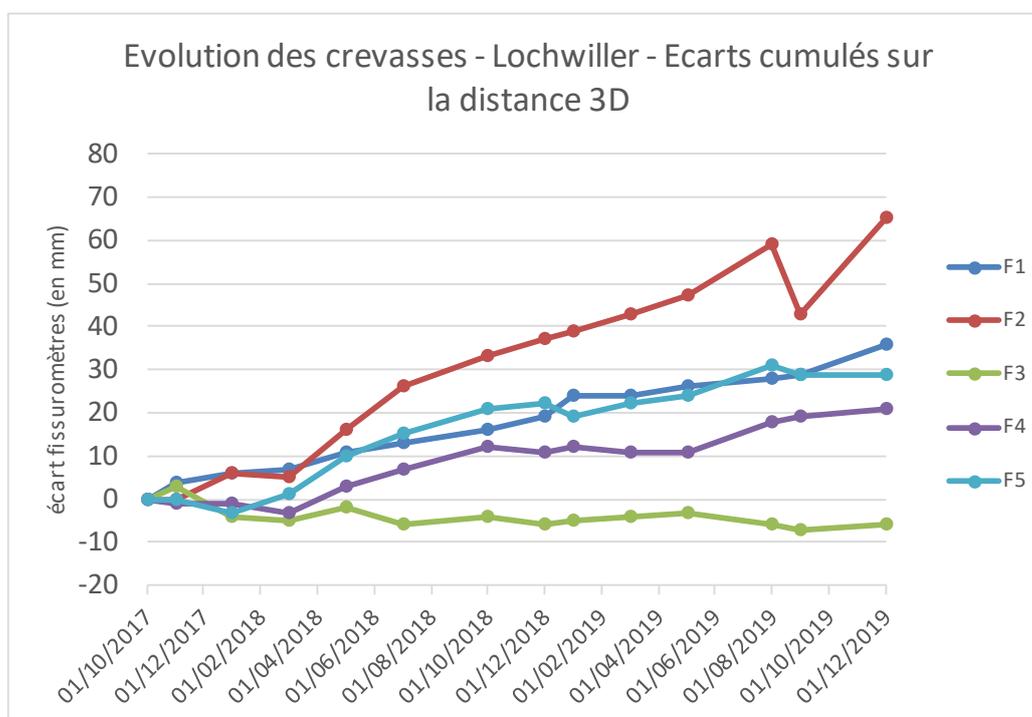
Extrait du plan Cumul sur 1 an (ref. 04/12/2018)

5. Mesures de fissurométrie (voir tableau de synthèse et plan « Zones de crevasses » annexés).

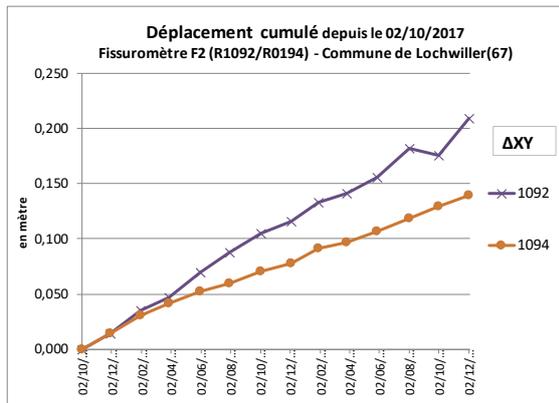
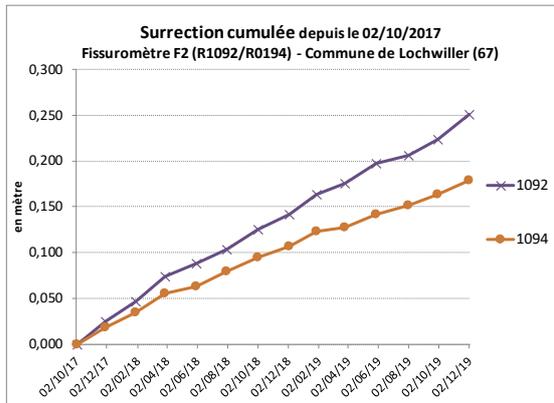
Les distances 3D ont été calculées au niveau de chaque fissuromètre. L'écart maximum est mesuré sur le fissuromètre F2 sur la place de l'impasse Koellberg. Il est de 6,5 cm en valeur cumulée par rapport à l'origine.

Fissuromètre	Points	distance entre fissuro au 2/10/17 (origine) (en m)	distance entre fissuro au 30/09/19 (en m)	distance entre fissuro au 2/12/19 (en m)	écart (réf. levé précédent) (en m)	écart (réf. à l'origine) (en m)	
F 1	1090	4,438	4,466	4,473	0,007	0,036	Impasse du Koellberg
	1091						
F 2	1092	9,191	9,234	9,256	0,022	0,065	Place du Koellberg
	1093						
	1094						
F 3	1095	2,577	2,570	2,571	0,001	-0,006	verger
	1096						
F 4	1097	2,757	2,776	2,778	0,002	0,021	verger
	1098						
F 5	1099	2,155	2,184	2,184	0,000	0,029	verger
	1100						

Le graphique ci-dessous illustre l'évolution des écarts sur les 5 fissuromètres depuis leurs implantations (distance 3D).



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).



La crevasse suivie par le fissuromètre F 2 ne nécessite pour l'instant aucun traitement particulier. Lors de la réception des travaux de réfection de la voirie au niveau de la place de retournement de l'impasse Koellberg (12 août 2019), une nouvelle crevasse est apparue au niveau de l'impasse Koellberg à proximité du fissuromètre F2 (R1092/R1093) d'extension métrique.



Plans et mesures

Les plans et le fichier des mesures réalisées le 30/09/2019 sont fournis en annexes.

6. Conclusion

Les résultats du levé topographique (altitude et planimétrie) de la campagne du 2 décembre 2019 indiquent :

- Une poursuite des mouvements de surrection du sol au niveau de l'impasse. La valeur maximale de surrection est mesurée sur le repère R1022 et atteint **+ 110,0** cm en référence au levé du 7 mars 2013 et de **12,9** cm sur une période d'un an ;

- 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 - **0,4** (tassement) et **+ 1,3** cm (surrection) par mois. On rappellera qu'elle atteignait + 3 cm/mois au printemps 2013 pour le repère R1021 ;
- Une poursuite des déplacements horizontaux avec une valeur maximale sur le repère R1036a de **80,0** cm en référence au levé du 7 mars 2013 et de **8,7** cm sur une période d'un an selon un même azimut (ouest) ;
- Comme pour les mouvements verticaux, des vitesses de déplacement ont été calculées. Elles se situent entre **0 et 1,9 cm/mois** ;
- Les distances 3D ont été calculées au niveau des cinq fissuromètres. L'écart maximum (écart entre la distance à l'origine et la distance au 2/12/2019), est mesuré sur la place de l'impasse Koellberg (F2 avec 6,5 cm en ouverture).