

LOCHWILLER – ANALYSE DES MESURES TOPOGRAPHIQUES	
Rédacteur : E. IATAN	Entité : DRP/DPSM/UTAM EST
Projet : Lochwiller - Mesures topographiques	Numéro : AM21EST008
Date : 26/04/2021	Lieu : Freyming-Merlebach
Objet : Résultats de la campagne de mesures n°44 du 27/01/2021	
Diffusion interne : participants + N. KOEBERLÉ, V. QUÉRÉ, M. THIBERT	
Diffusion externe : DREAL Grand-Est : P. HANOCQ, V. BLANCHARD	
GEODERIS : R. HADADOU, M. KIMMEL	
Signature (n+1) : Vincent QUERE :	

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.

Nota :

Suite aux évènements et observations divers et variés survenus sur le lotissement du Weingarten à Lochwiller, un levé supplémentaire et partiel des repères d'auscultation du réseau au droit du site (35 points) a été effectué le 25 août 2020. On note :

- *Apparition de fissures et bourrelés sur l'impasse Koellberg au droit des anciennes zones de crevasses qui avaient fait l'objet d'un traitement en 2017. Cet évènement pourrait être à l'origine d'une rupture du tubage de piézomètre SC5 qui n'a d'ailleurs pu être équipé dans le cadre du suivi du niveau d'eau de la nappe du Keuper ;*
- *Rupture d'une canalisation d'eau potable dans la nuit du 20 au 21 août dans le lotissement.*

2. Campagne n°44 du 27 janvier 2021 : Résultats et commentaires

La campagne s'est déroulée le 27 janvier 2021. Le réseau est aujourd'hui constitué de 96 repères. 91 repères ont été retrouvés et mesurés. Les repères R1013a, 1026, 1061, 1062, 1065a, 1071 et DF2 étaient inaccessibles ou disparus.

2.1. Mouvements verticaux (DZ)

Les graphes ci-après illustrent l'évolution des mouvements verticaux sur l'année qui précède cette campagne (période du 27/01/2020 au 27/01/2021) sur un panel de repères représentatif du réseau. Pour plus de clarté, un graphique dédié aux repères relatifs aux mesures de fissurométries est proposé séparément.

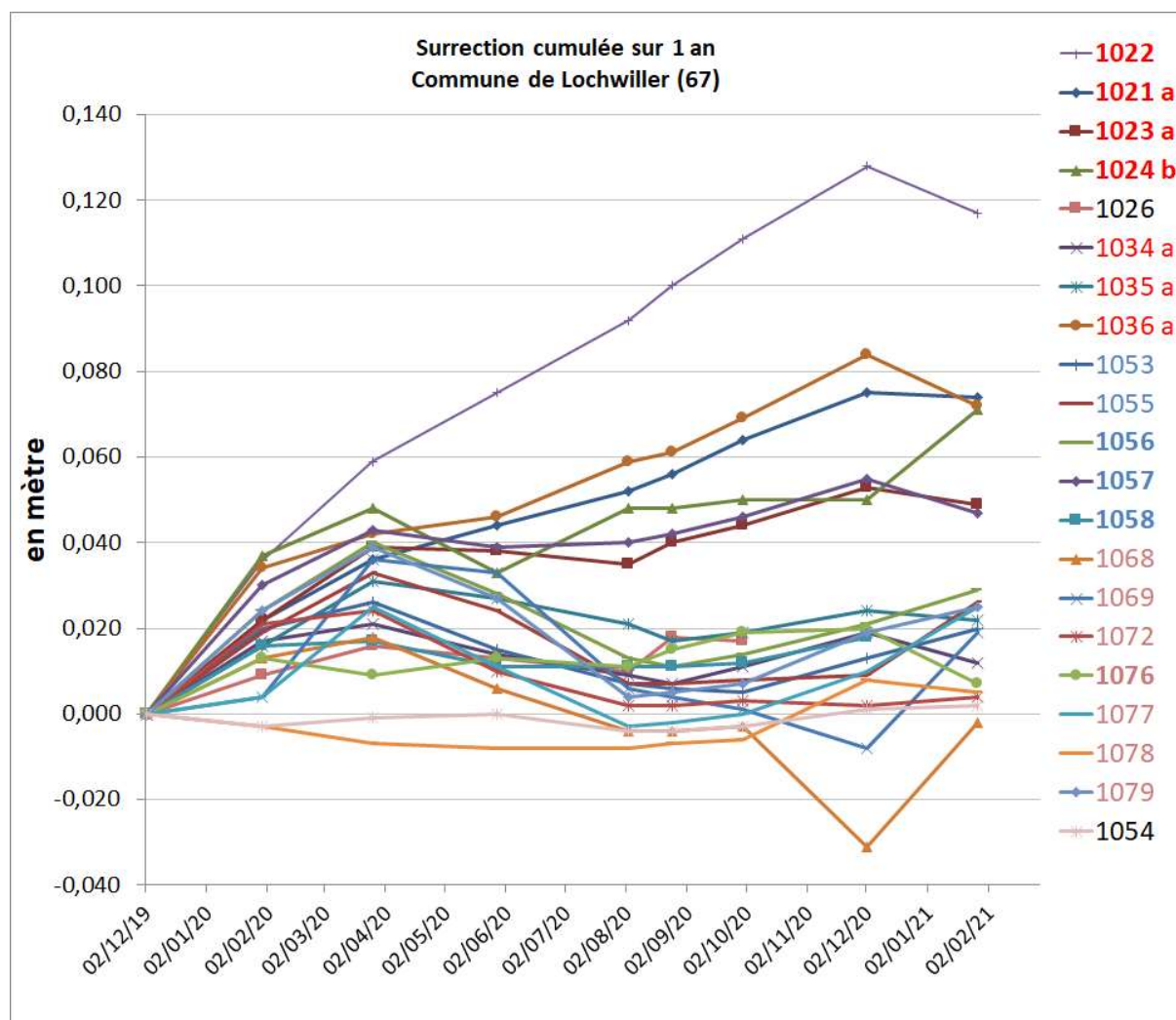
¹ Le **gisement** d'une direction est l'angle que fait cette direction avec le Nord géographique. Il est compté de 0 à 400 [grades](#) dans le sens des aiguilles d'une montre (synonyme d'azimut).

On 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 2019. 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 fissuromètres et déformètres)

77 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.



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 27/01/2020)	Tendance (partiel) (référence au 02/12/2020)
R 1021 a	7/03/2013	101,2 cm	6,3 cm	+ 1,0 cm
R 1022	7/03/2013	121,7 cm	10,5 cm	+1,3 cm
R 1024 b	7/03/2013	82,6 cm	4,3 cm	nouveau point
R 1036 a	7/03/2013	81,7 cm	6,2 cm	+ 1,2 cm
R 1056	29/09/2015	15,8 cm	1,5 cm	+ 1,8 cm
R 1057	29/09/2015	40 cm	4,2 cm	+1,7 cm
R 1076	30/03/2017	8,9 cm	0,7 cm	+0 cm

La valeur maximale cumulée en référence au levé du 7 mars 2013 atteint 121,7 cm sur le point R1022 (+1,3 cm par rapport à la campagne du 02/12/20 - impasse du Koellberg).

La valeur maximale cumulée annuelle (référence du 27/01/2020) atteint 10,5 cm sur ce point. Ce point présente également la plus forte tendance à la surrection (partiel + 1,3 cm).

Les mouvements de surrection en valeurs cumulées annuelles les plus importants se situent généralement au niveau de l'impasse du Koellberg (R1021a, R1022, R1024b), au niveau du verger au sud du lotissement, de part et d'autre des zones crevassées (R1036a, R1023a et R1057).

La valeur du point R1068 enregistrée pendant la campagne N°43 semble anormale. Après une mesure en décembre 2020 marquant une rupture, la valeur de la campagne N°44 est très proche de la campagne N°42.

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).

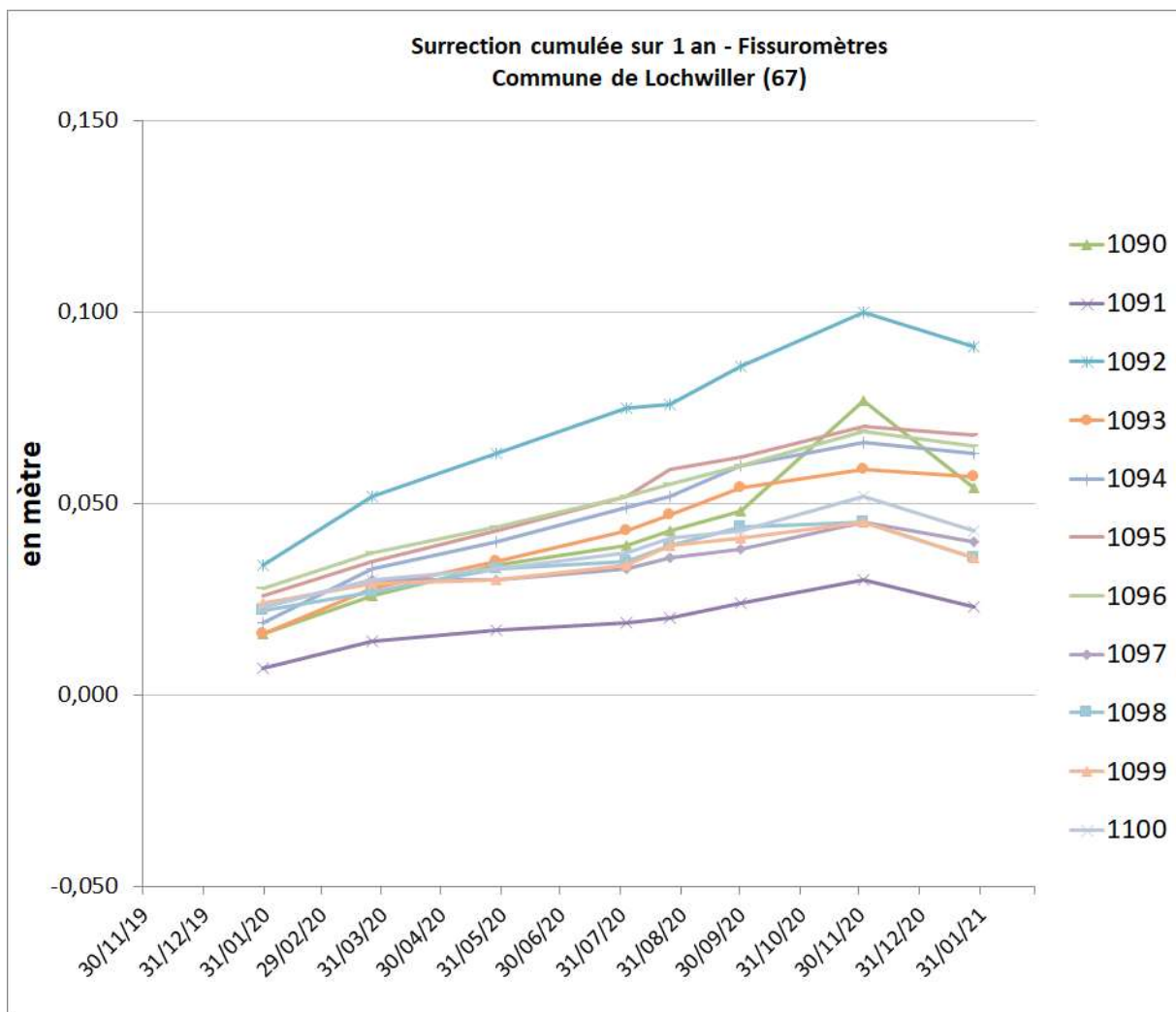
Les valeurs enregistrées sur les deux derniers mois, ont une tendance à la baisse

Aucun repère ne présente un mouvement significatif par rapport à la mesure précédente (>1 cm sur 2 mois). Les mouvements verticaux, sur 2 mois, sont compris entre - 0,7 et 2,9 cm (voir fichier « synthèse des relevés », onglet « synthèse globale »).

La valeur cumulée sur 1 an est comprise entre 2 et 7,3 cm.

La valeur cumulée par rapport à la date de référence (02/10/2017) est comprise entre 13,4 cm et 34,2 cm.

Les valeurs enregistrées sur les deux derniers mois, ont une tendance à la baisse.



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

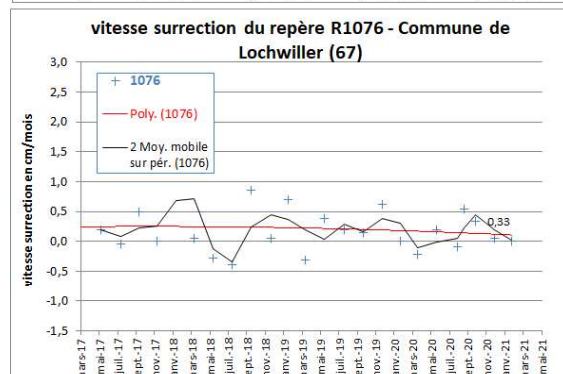
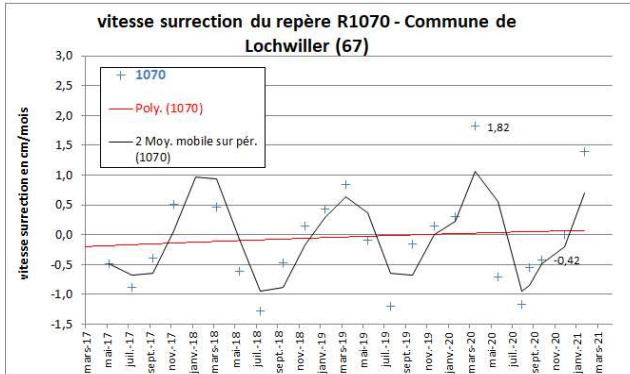
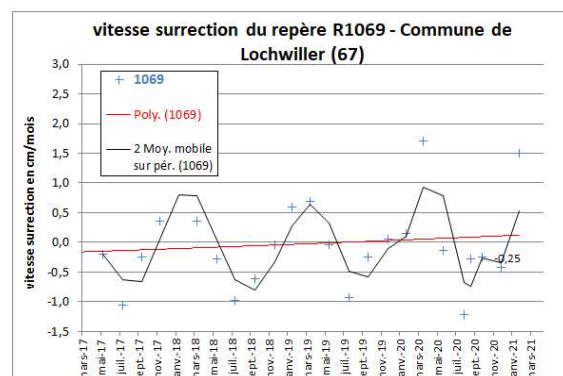
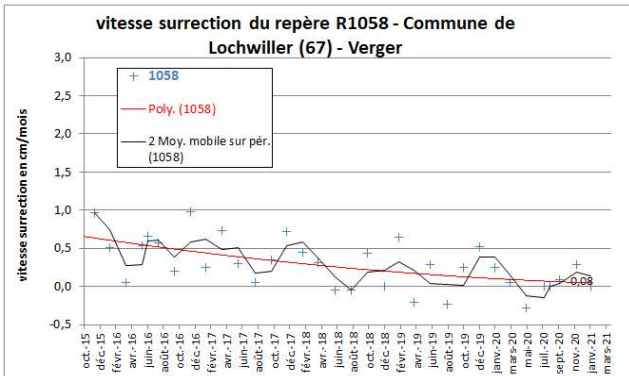
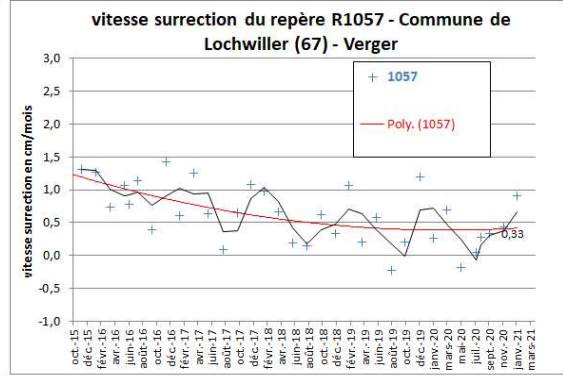
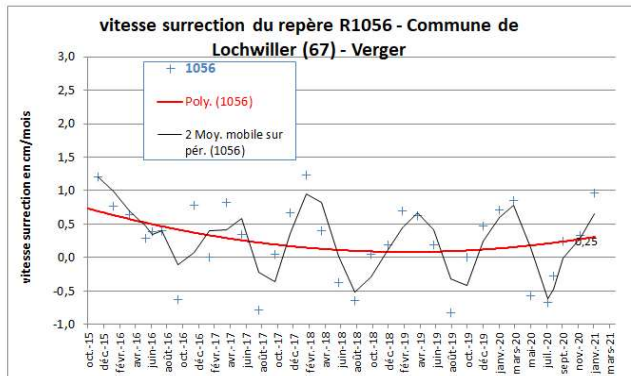
Afin de disposer d'une bonne approche de la tendance évolutive des mouvements verticaux, un calcul des vitesses a été effectué entre les différentes campagnes de mesures sur l'ensemble des repères. Seuls les résultats des points présentant des vitesses actuelles significatives ont été reportés dans les 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 campagnes du 02/12/2020 et du 27/01/2021. Elle se situe entre - 0,5 et + 1,2 cm.

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.

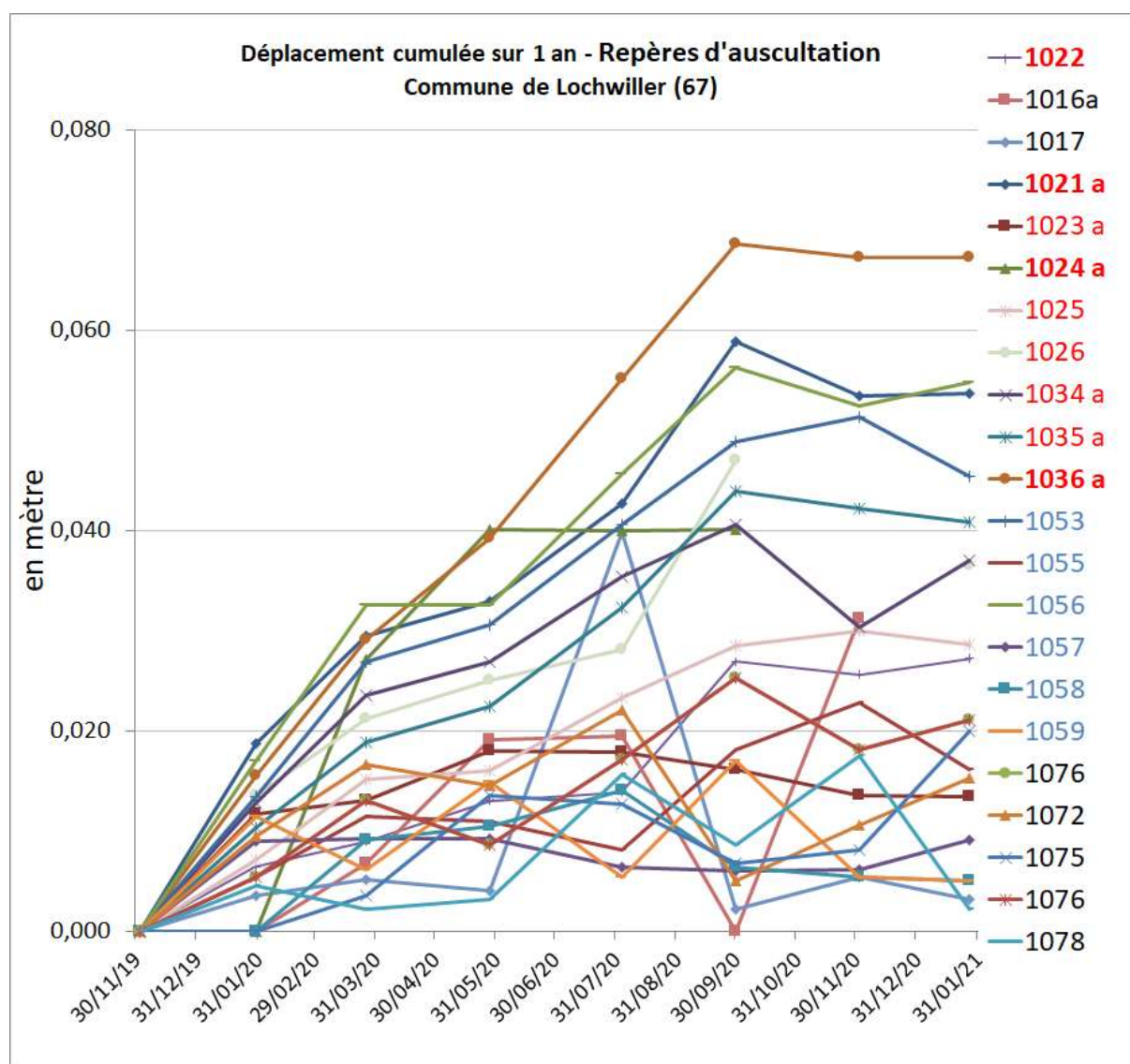


3. Déplacements horizontaux (DX Y)

Les graphes ci-après illustrent l'évolution des déplacements horizontaux sur l'année qui précède cette campagne (période du 27/01/2020 au 27/01/2021).

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

77 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.



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 27/01/2020)	Tendance (partiel) 02/12/2020)	Gis. (en grade) (réf. au 27/01/2020)
R 1016 a	07/03/2013	Non levé	Non levé	Non levé	Non levé
R 1017	17/04/2014	2,1 cm	0,3 cm	0,3 cm	20,483
R 1018	17/04/2014	0,5 cm	0,3 cm	0,5 cm	20,483
R 1019	17/04/2014	0,3 cm	0,1 cm	0,5 cm	100
R 1021 a	07/03/2013	63,8 cm	5,4 cm	0,6 cm	273,134
R 1026	17/04/2014	Non levé	Non levé	Non levé	Non levé
R 1036 a	07/03/2013	87,3 cm	6,7 cm	0,7 cm	246,652
R 1056	29/09/2015	43,3 cm	5,5 cm	1 cm	257,407
R 1076	30/03/2017	12,9 cm	2,1 cm	1,1 cm	196,971

La valeur maximale cumulée en référence au levé du 7 mars 2013 atteint 87,3 cm sur le point R1036a (0,7 cm par rapport à la campagne du 02/12/2020).

La valeur maximale cumulée annuelle (référence du 27/01/2020) atteint 6,7 cm sur ce point.

Le déplacement partiel (par rapport au levé du 02/12/2020), c'est-à-dire sur 2 mois, le plus important est observé sur le repère R1076 (1,1 cm). Certains repères présentent des déplacements partiels relativement important par rapport aux mouvements attendus (R1017, R1021a, R1025).

L'azimut des déplacements observé sur la carte « Cumul annuel de décembre 2019 à décembre 2020 » est quasi 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.

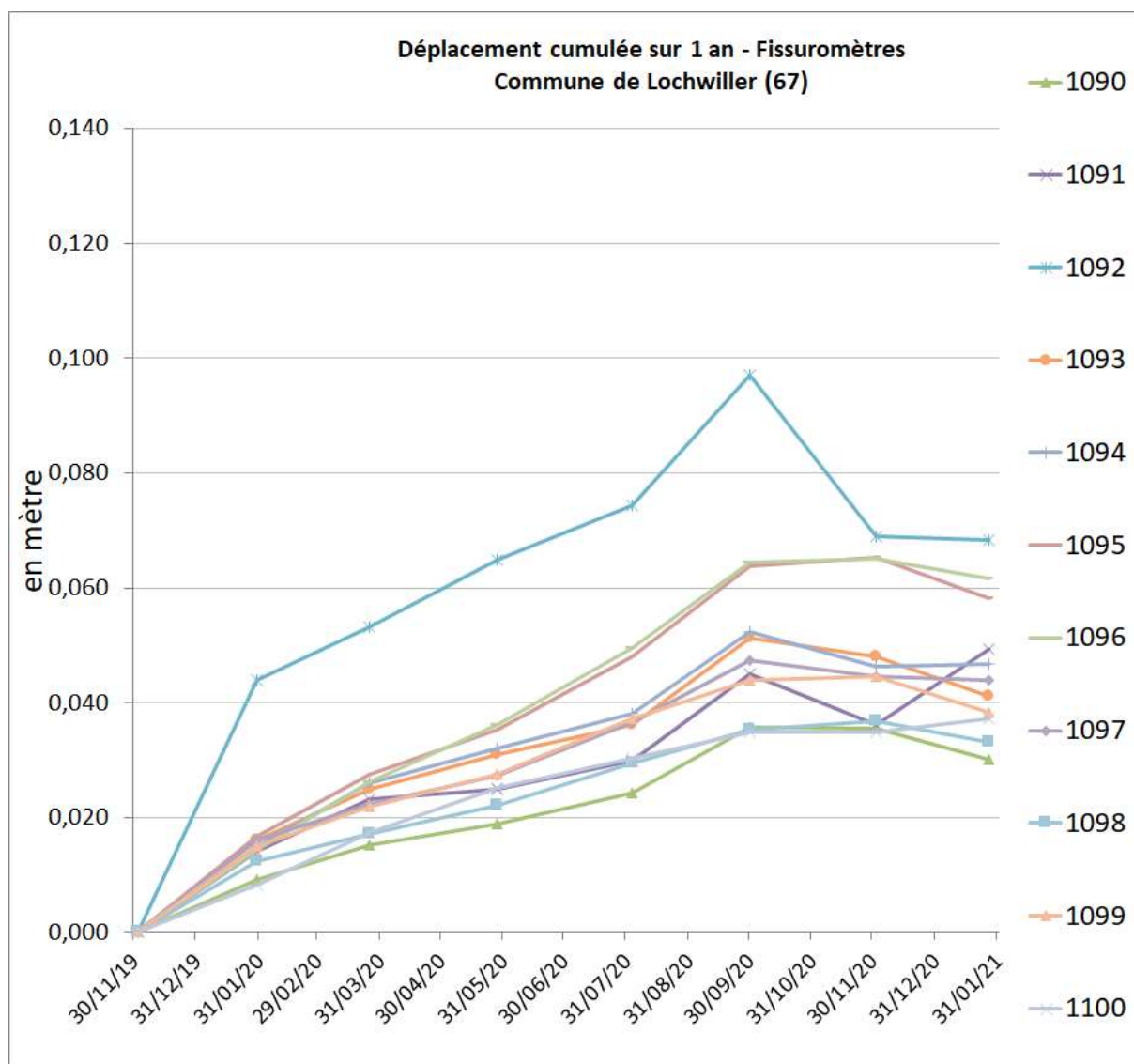
L'analyse des déplacements sur l'ensemble de la zone en mouvement nous montre deux directions préférentielles : sud-ouest et nord-est.

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 0,5 et 1 cm (voir « synthèse des relevés », onglet « synthèse globale »).

Les valeurs cumulées annuelles sont comprises entre 3,5 et 6,9 cm. La valeur cumulée par rapport à la date de référence (02/10/2017) est comprise entre 13 cm et 26,9 cm.



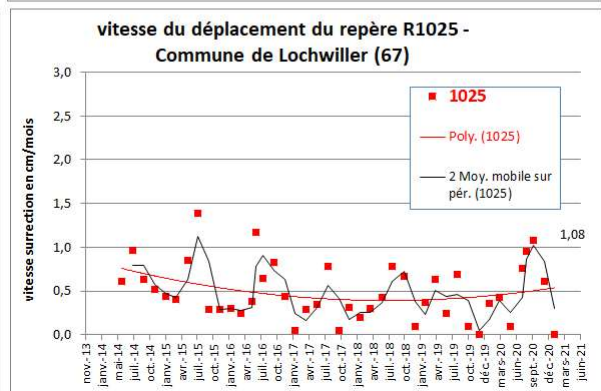
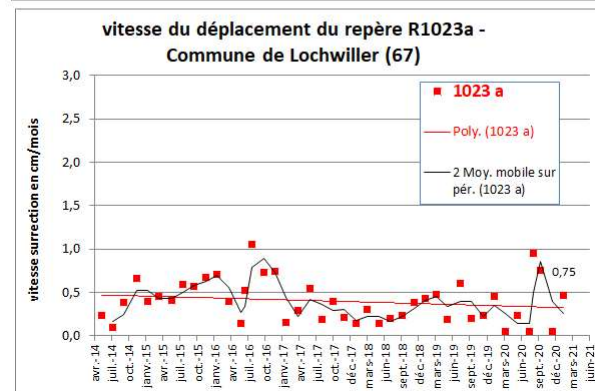
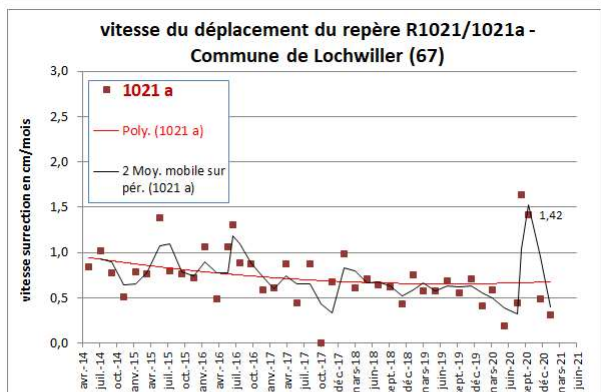
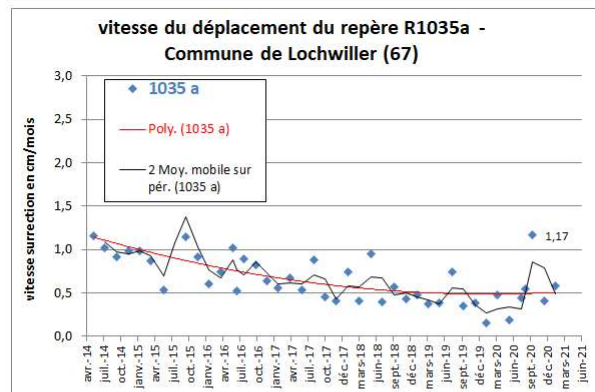
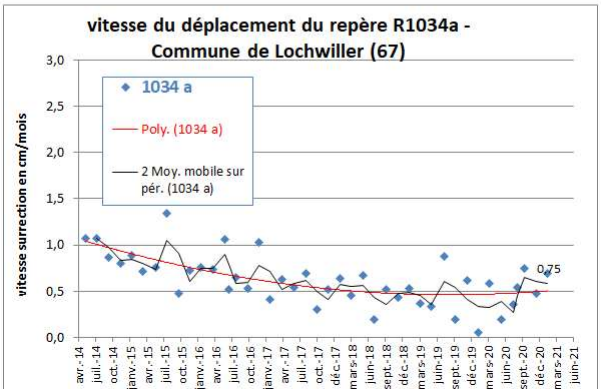
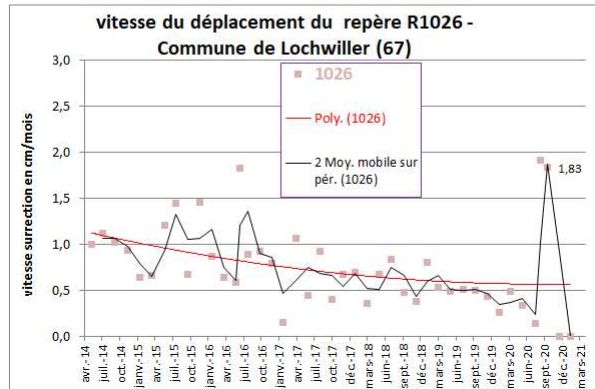
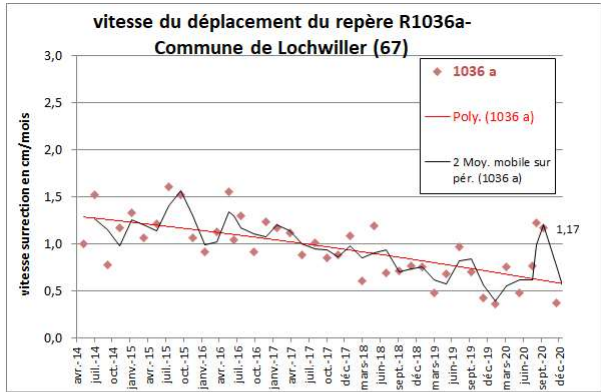
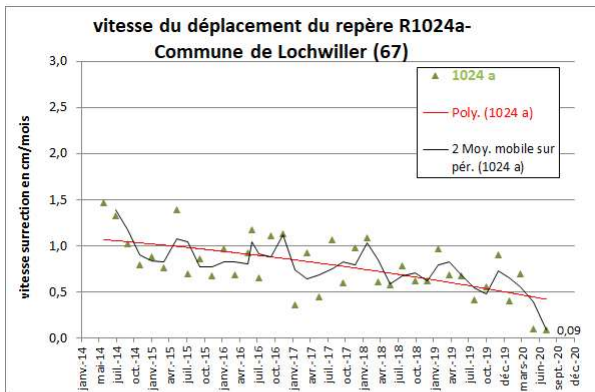
3.3. Calcul des vitesses des déplacements horizontaux (DXY) sur les repères remarquables de l'ensemble du réseau

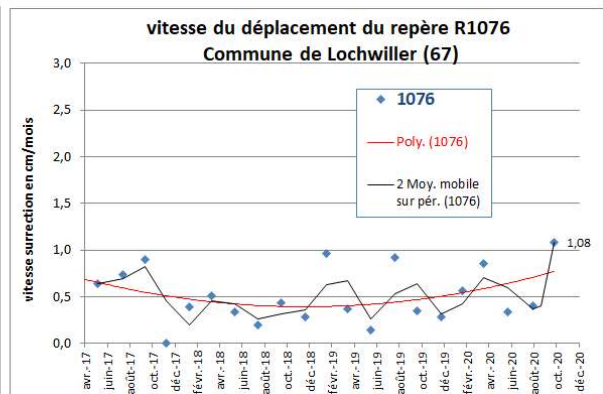
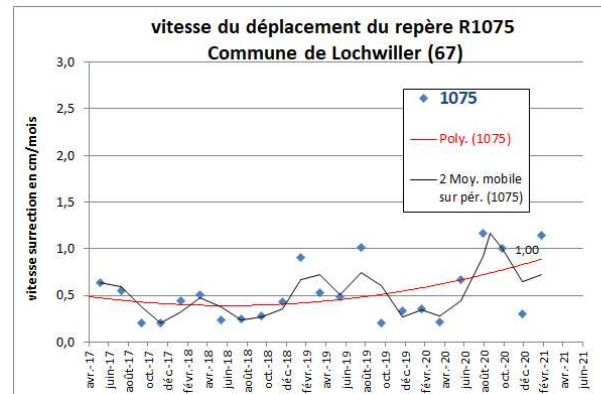
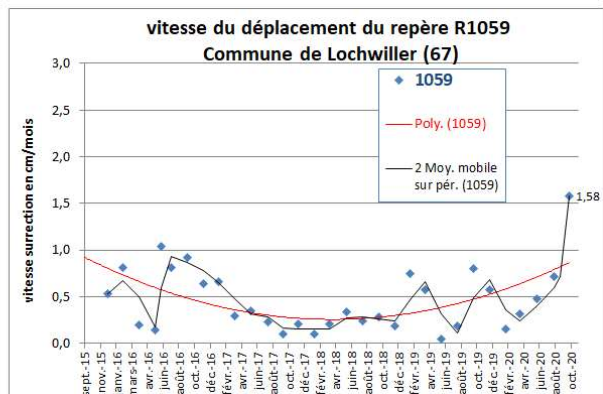
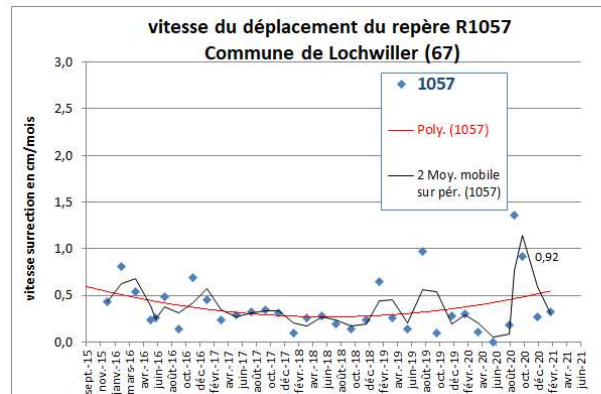
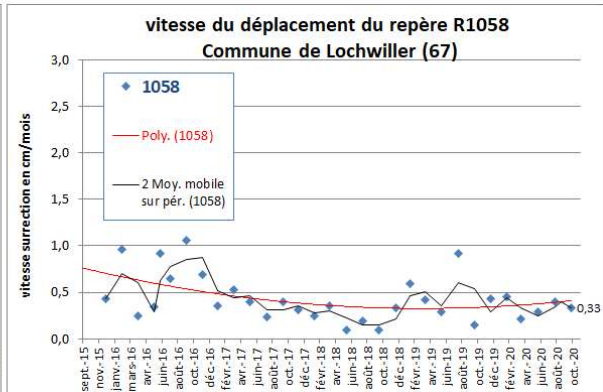
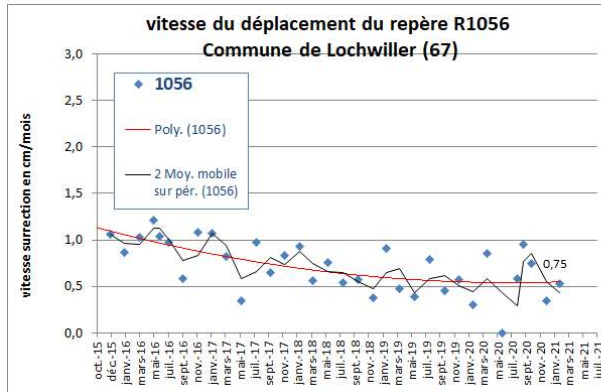
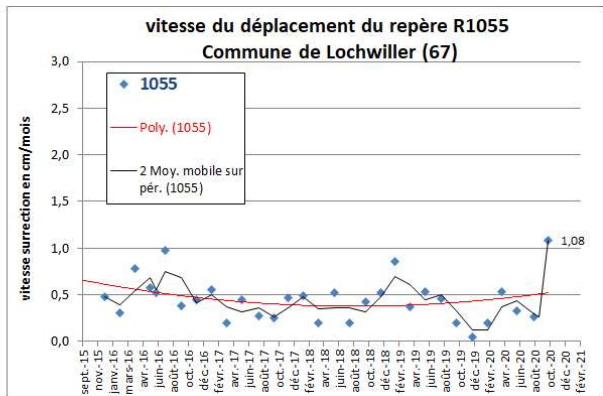
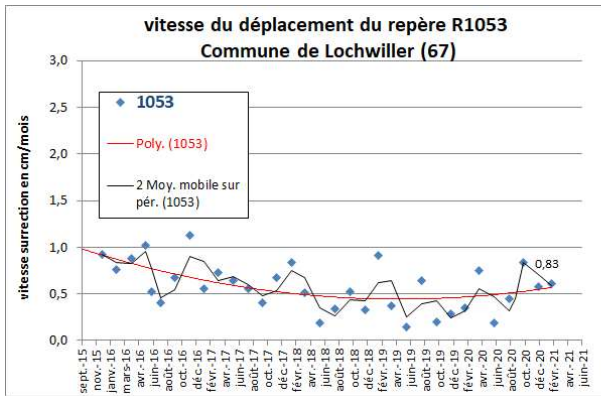
Afin de disposer d'une bonne approche de la tendance évolutive des mouvements horizontaux, un calcul des vitesses a été effectué entre les différentes campagnes de mesures sur les repères les plus remarquables. Comme pour les mouvements verticaux, deux types de courbes de tendance sont proposées : Polynomiale et Moyenne mobile. Les résultats sont reportés dans les graphes ci-dessous.

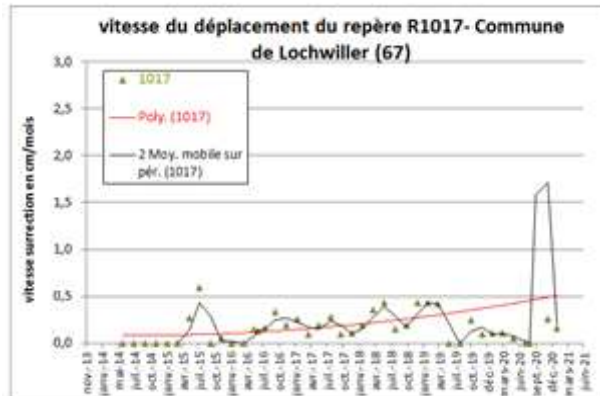
La vitesse actuelle calculée **sur la base des campagnes du 12/12/20 et du 27/01/21** se situe entre 0 et 3 cm/mois (campagne précédente 0 et 1,8 cm/mois).

Nous pouvons observons des augmentations de la vitesse sur certains points (R1055, R1059, R1075 et R1076), mais nous observons également une descente de la vitesse sur les points qui ont montré des augmentations dans la campagne précédente (R1026, R1036a, R1021a).

Ces fluctuations peuvent être liées à une circulation saisonnière de fluides sur les fractures.







4. Extension du phénomène

Le plan « Cumul annuel (27/01/2020 au 27/01/2021) » dont un extrait figure ci-dessous, précise les repères concernés par un mouvement sur un an ≥ 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.

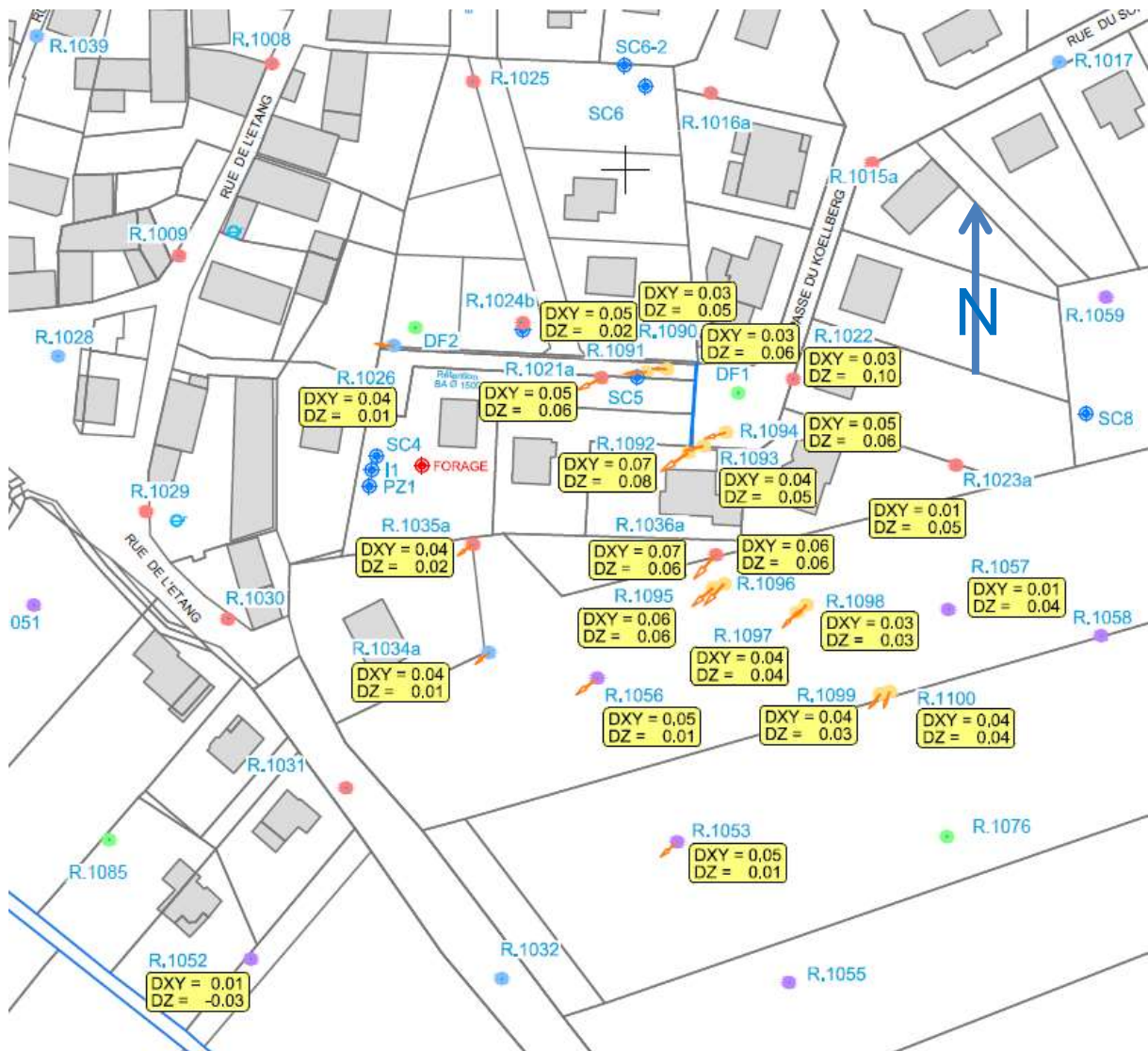
Concernant les mouvements verticaux, partiels (sur les 2 dernières campagnes) des repères R1001 à R1089 (hors déformètres et fissuromètres) :

Les repères qui affichent une valeur en surrection significative (>1 cm) sont :

- R1010, R1020, R1021a, R1022, R1024b, R1040, R1041, R1043a ;

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

- R1009, R1010, R1024b, R1032, R1033, R1034a, R1035a, R1052, R1053, R1054, R1055, R1068 à R1086.



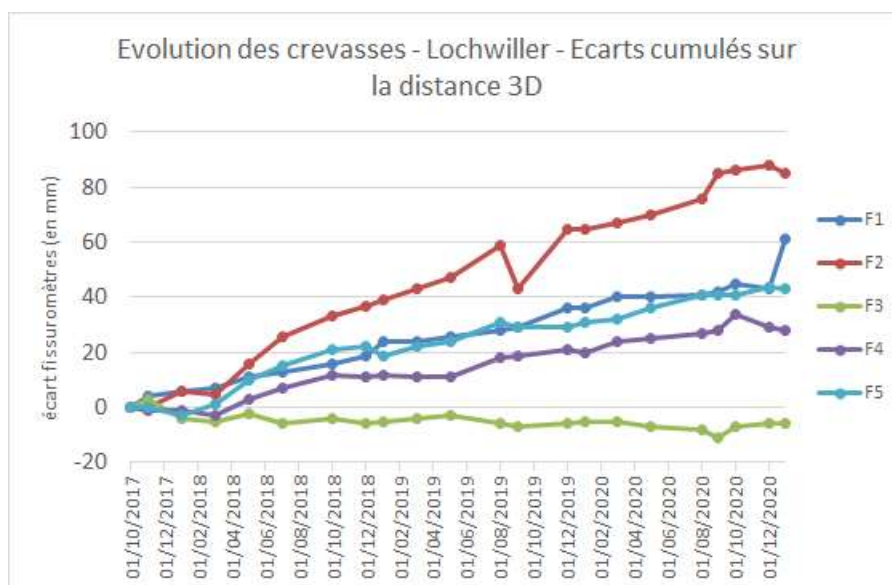
Extrait du plan Cumul sur 1 an (ref. 27/01/2020)

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

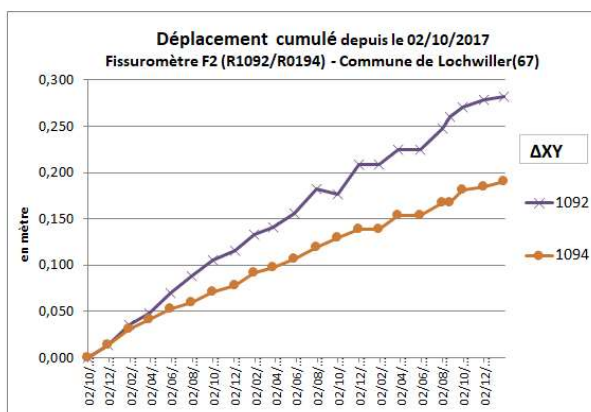
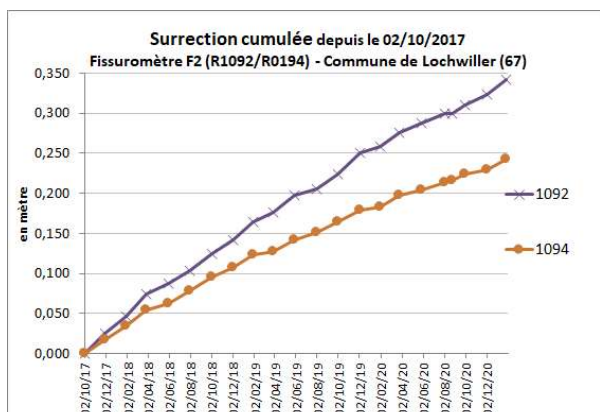
Les distances 3D ont été calculées au niveau de chaque fissuromètre. L'écart maximum est mesuré sur le fissuromètre F2 sur la place de l'impasse Koellberg. Il est de 8,5 cm en valeur cumulée par rapport à l'origine.

Fissuromètre	Points	distance entre fissuro	distance entre fissuro	distance entre fissuro	écart (réf. levé)	écart (réf. à l'origine)	
F 1	1090	4,438	4,481	4,499	0,018	0,061	Impasse du Koellberg
	1091						
F 2	1092	9,191	9,280	9,276	-0,004	0,085	Place du Koellberg
	1093						
	1094						
F 3	1095	2,577	2,571	2,571	0,000	-0,006	verger
	1096						
F 4	1097	2,757	2,786	2,785	-0,001	0,028	verger
	1098						
F 5	1099	2,155	2,199	2,198	-0,001	0,043	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).



Le 12 mars 2020, le BRGM a été alerté par un habitant de la commune de nouveaux désordres au niveau du verger au sud du lotissement. Une visite sur site le même jour a permis d'identifier plusieurs (12) trous en formations. Un levé précis des désordres a été réalisé. Des travaux de rebouchages pourraient être entrepris en 2021.

Plans et mesures

Les plans et le fichier des mesures réalisées le 27/01/2021 sont fournis en annexes.

6. Conclusion

Les résultats du levé topographique (altitude et planimétrie) de la campagne du 27 janvier 2021 indiquent :

- Une poursuite des mouvements de surrection du sol au niveau de l'impasse, conforme à l'évolution observée ces dernières années. La valeur maximale de surrection est mesurée sur le repère R1022 et atteint **+ 122 cm** en référence au levé du 7 mars 2013 et de **10,5 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 **- 0,2** (tassement) et **+ 2,5 cm** (surrection). On rappellera qu'elle atteignait + 3 cm au printemps 2013 pour le repère R1022 ;
- Une poursuite des déplacements horizontaux avec une valeur maximale sur le repère R1036a de **87,3 cm** en référence au levé du 7 mars 2013 et de **6,7 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 3 cm**. Certains repères ont montré ou montrent des vitesses élevées par rapport à l'évolution globale du phénomène. Certains points sont revenus à des vitesses normales, les autres sont à surveiller ;
- 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 levé précédent), est mesuré sur la place de l'impasse Koellberg (F2 avec **8,5 cm** en ouverture) ;