

MOUVEMENTS DE TERRAINS LIES AUX MARNIERES (76, 27) – CHRONIQUES TEMPORELLES ET INFLUENCE DES INTEMPERIES

Underground chalk mines collapses in Normandy – Times series and role of rainfalls

Gildas NOURY¹, Pierre PANNET², Baptiste MEIRE³

¹ Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), Orléans, France

¹ Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), Lille, France

¹ Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), Rouen, France

RÉSUMÉ – En Normandie, l'hiver 1994-1995 et le printemps 2001, considérés par tous comme deux périodes anormalement pluvieuses, ont été marqués par une forte recrudescence d'effondrements et d'affaissements de marnières. Dans le cadre d'une réflexion globale sur ce risque, le BRGM précise et complète ce constat via l'établissement de chroniques de mouvements et leur comparaison avec une chronique pluviométrique.

ABSTRACT – Normandy was seriously affected by an abnormal high frequency of chalk mines collapses during winter 1994-1995 and spring 2001. In order to improve the phenomenon, the BRGM has completed these observations in establishing time series of collapses and has compared them to the local rainfalls.

1. Introduction

Le travail présenté ici synthétise une étude réalisée par le BRGM (Noury, 2019) à la demande du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire (demande portant sur l'influence des intempéries sur les mouvements de terrain liés aux cavités souterraines), et du Conseil général de l'environnement et du développement durable (audit des risques liés aux marnières normandes – Guignard et Moreteau, 2019).

Les marnières sont d'anciennes carrières souterraines artisanales de craie à usage essentiellement agricole (amendement des terres). Elles sont soumises à plusieurs processus pouvant conduire à des désordres en surface : débouillage des puits, rupture de pilier, rupture de toit, fluage de poches d'argiles. Les désordres à la surface prennent la forme d'affaissements ou d'effondrements, avec des diamètres allant de quelques décimètres à plusieurs mètres et des vitesses d'apparition considérées comme rapide (quelques secondes à quelques heures), souvent sans véritable signe avant-coureur. Ces mouvements de terrain peuvent remettre en cause la sécurité des biens et des personnes.

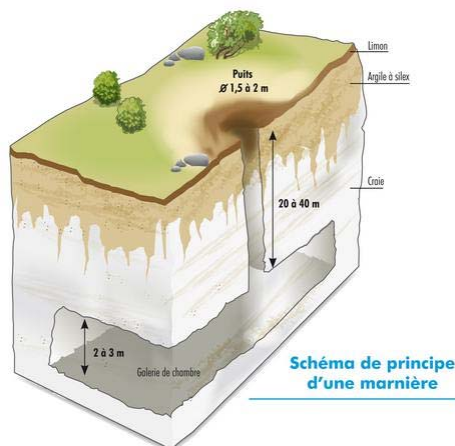


Figure 1. Configuration des marnières (DDT 76) – Effondrement à Neuville-sur-Authou en 2001

Comme pour d'autres cavités souterraines, la communauté scientifique affirme que la sensibilité à l'eau des matériaux (craie, argile des racines d'altération, remblais des puits d'accès) constitue un facteur de prédisposition aux désordres. Même si plusieurs constats existent, aucune étude n'a à ce jour été réalisée pour préciser le rôle de ces événements climatiques sur les mouvements liés aux marnières. Ce travail analyse les documents actuellement disponibles au public et aboutit à la création de deux chroniques inédites : la première basée sur les interventions du BRGM et une série de coupures de presse, la seconde issue des événements recensés dans la BD MVT. Même si l'une et l'autre souffrent de limites, elles fournissent des fréquences annuelles et mensuelles de mouvements visiblement représentatives de la période 1990-2016. Confrontées à la chronique météorologique mensuelle des précipitations relevées à la station de Rouen-Boos, ce panel de mouvement permet un premier rapprochement avec les pluies.

2. Synthèse et analyse bibliographique

2.1. Tendances existantes

Jusqu'à présent, la seule « véritable » chronique disponible était celle proposée par l'Association pour la Défense des Victimes des Terrains à Risques et d'Information sur les Sites Dangereux (ADVTR-ISD), sur son site Internet « SOS marnière » : 50 à 80 « effondrements » annuels sur la période 1980-1994 ; 800 en 1995 ; 200 à 300 sur la période 1996-2000 ; 1800 en 2001 ; 300, 200 et 400 en 2002, 2003, 2004.

Cet inventaire est manifestement approximatif à plusieurs niveaux (secteur non précis, absence de sources, chiffres visiblement approchés) mais paraît concordant avec d'autres tendances, en particulier avec celle donnée par le guide LCPC de 2008 (p. 78) :

« En ordre de grandeur, le nombre d'effondrements par année dite « normale », est de quelques centaines avec une dizaine d'effondrements affectant les routes et les habitations. Ces chiffres atteignent, pour les années « exceptionnelles » (années à fortes pluviométries associées à une position haute de la nappe, du type 1995 ou 2001), plusieurs milliers d'effondrements dont une petite centaine affectant les routes ou les habitations. En 1995, année exceptionnelle, le BRGM estimait qu'il y avait eu de l'ordre de 1000 à 1500 effondrements liés à des cavités souterraines pour le seul département de la Seine-Maritime. En 2001, le LRPC de Rouen a réalisé 67 interventions (43 en Seine-Maritime et 24 dans l'Eure) liées à des effondrements de marnières concernant des routes ou des habitations. »

L'ensemble des chiffres disponibles est relativement cohérent, mais reste :

- De fin décembre 1994 à fin juin 1995, pour l'Eure et la Seine-Maritime : 900 à 1000 mouvements en 6 mois.
- En 2001, pour l'Eure (pas de chiffre pour la Seine-Maritime) : 15 à 20, voire 30 mouvements par jour entre fin mars et mi-avril, soit environ 330 à 440, voire 660 mouvements en 3 semaines. Pour rappel, SOS marnière évoque 1800 mouvements en 2001, a priori pour les deux départements.

2.2. Sources complémentaires et analyses effectuées

Les données traitées pour l'établissement de chroniques sont celles disponibles en 2019 (voir aussi bibliographie) :

- Les rapports d'intervention du BRGM (généralement dans le cadre de diagnostic d'urgence en vue de la sécurisation des sites menacés) et les articles de presse (revue de presse réalisée par l'ADVTR-ISD sur la période années 1990 à 2009) offrent généralement une bonne précision mais ne sont pas exhaustifs de l'ensemble des mouvements apparus. Les 239 mouvements retenus ont été obtenus par tri successif (mots-clés, titres, lecture, doublons). La période 1990-2016 contient 206 événements disposant d'une date de survenue avec une précision inférieure au mois.
- Les données « effondrements de cavités » de la base Mouvements de terrain (BD MVT disponible sur georisques.gouv.fr) sont nombreuses mais le détail de

l'information est relativement variable, en premier lieu sur la nature supposée de la cavité ayant généré le mouvement de terrain. 2993 mouvements concernent la Seine-Maritime et l'Eure (soit 12% de la population nationale), dont 1473 pour la période 1990-2016. 1310 disposent d'une date de survenue avec une précision inférieure à l'année, dont 398 avec une précision inférieure au mois.

3. Analyse des chroniques obtenues

Deux chroniques ont été établies : la première contient les évènements directement traités par le BRGM et ceux traités dans la presse (bonne qualité d'information mais quantité limitée) ; la seconde traite les mouvements de la BD MVT (qualité d'information moyenne mais quantité importante).

3.1. Chronique annuelle

A l'exception de l'année 2002, les tendances annuelles fournies par les deux chroniques (Figure 2 et Figure 3) sont similaires et confirment celles évoquées plus haut :

- Très peu de mouvements avant 1995 ;
- Recrudescence en 1995, 2001 et, dans une moindre mesure, entre ces dates ;
- Moins d'évènements depuis 2001, à l'exception de 2012.

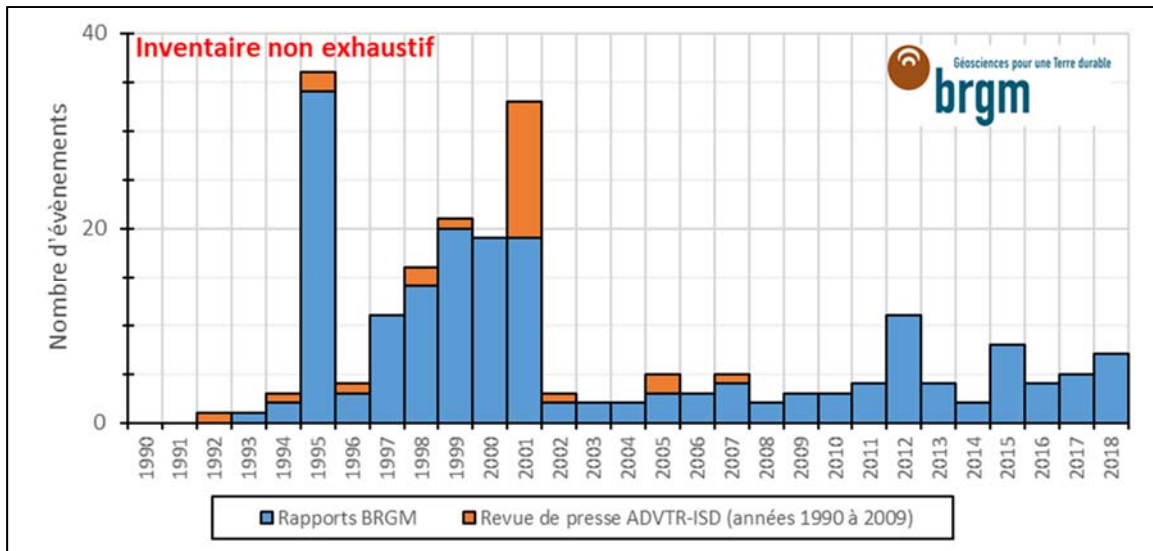


Figure 2. Interventions BRGM + presse : chronique annuelle (76 & 27 -1990-2018)

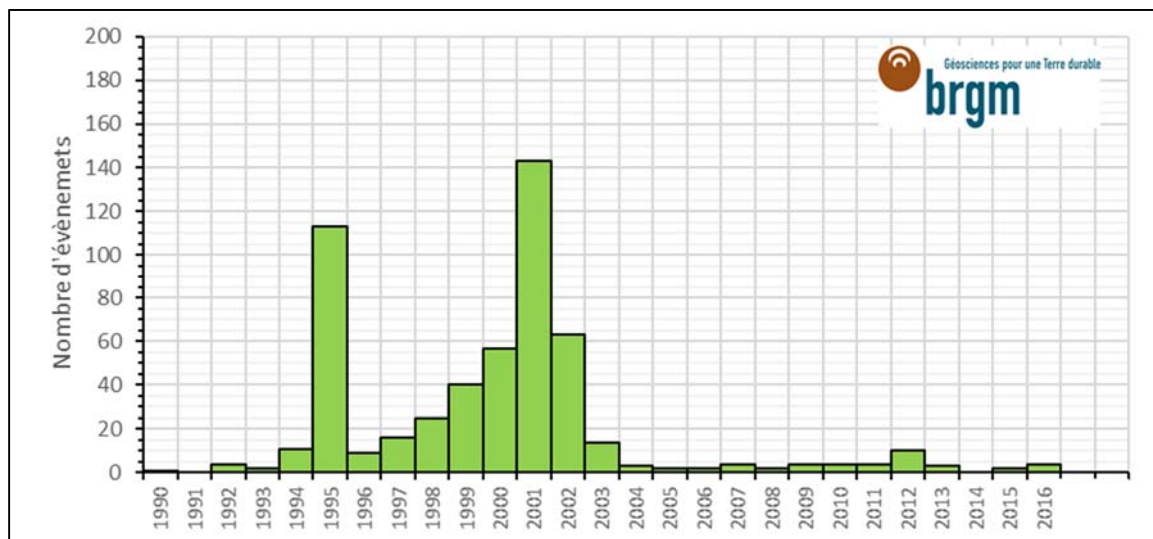


Figure 3. BD MVT : chronique annuelle (76 & 27 -1990-2016)

3.2. Répartition mensuelle

Pour ce qui concerne la répartition mensuelle des mouvements, les deux chroniques sont comparables. Elles confirment la forte « sensibilité » de la période pluvieuse allant de la fin de l'automne au début du printemps et la faible part de l'été :

- Pour les années à moins de 10 évènements par an, qu'on pourrait qualifier en première approche de « normales », la majorité des mouvements sont recensés entre novembre et février, ces 4 mois totalisant 63 % (chronique « interventions BRGM + presse ») et 85 % (chronique « BD MVT ») des évènements recensés (Figure 4).
- Pour les années à plus de 10 évènements par an, la répartition est plus hétérogène :
 - o Les mois d'hiver (janvier, février et mars) sont les plus marqués (44.5 % & 44.5 %), suivis par ceux d'automne (29 % & 18.5 %) et ceux de printemps (21 % & 26.5 %) (Figure 5).
 - o Juillet, août, et, dans une moindre mesure, septembre sont relativement épargnés (5.5 % & 11 %).

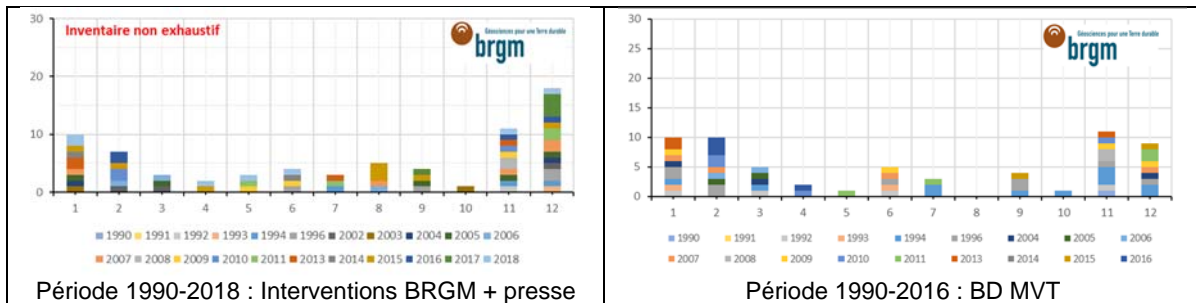


Figure 4 : Répartition mensuelle des mouvements lors des années à moins de 10 évènements/ an

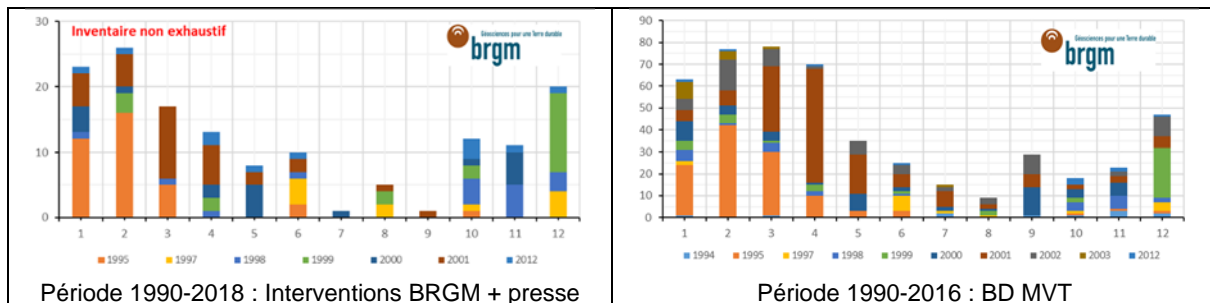


Figure 5 : Répartition mensuelle des mouvements lors des années à plus de 10 évènements/an

4. Comparaison avec les données météorologiques

Les écarts aux normales mensuelles et annuelles des relevés de la station Météo-France de Rouen – Boos ont été comparés aux chroniques d'évènements recensés (Figure 6).

Les périodes de fortes pluies annuelles des deux intervalles 1992 à 1994 et 1999 à 2002 ont laissées place jusqu'à aujourd'hui à des années globalement sèches (écarts à la normale annuelle négatif ou faiblement positif). Même si ce constat mérite d'être affiné pour certaines périodes, telles que l'hiver 2012-2013, la diminution du nombre de mouvements pourrait donc s'expliquer par l'absence, depuis 2002, de fortes sollicitations.

La concomitance des deux périodes de forte recrudescences de mouvements avec l'intensité et la durée des pluies de novembre 1994 à mars 1995 et de celles de juillet 2000 à avril 2001 est confirmée. Très peu de mouvements sont en revanche recensés soit au moment soit juste après deux autres périodes de pluies longues et intenses (entre juin et novembre 1992 et entre avril et juillet 1993 → peu de mouvements recensés). De manière

inverse, un nombre relativement fort de mouvements ont lieu au moment de la sécheresse (relative) de l'année 1997. De même, un nombre relativement fort de mouvements marque l'année 2012 pourtant globalement peu pluvieuse.

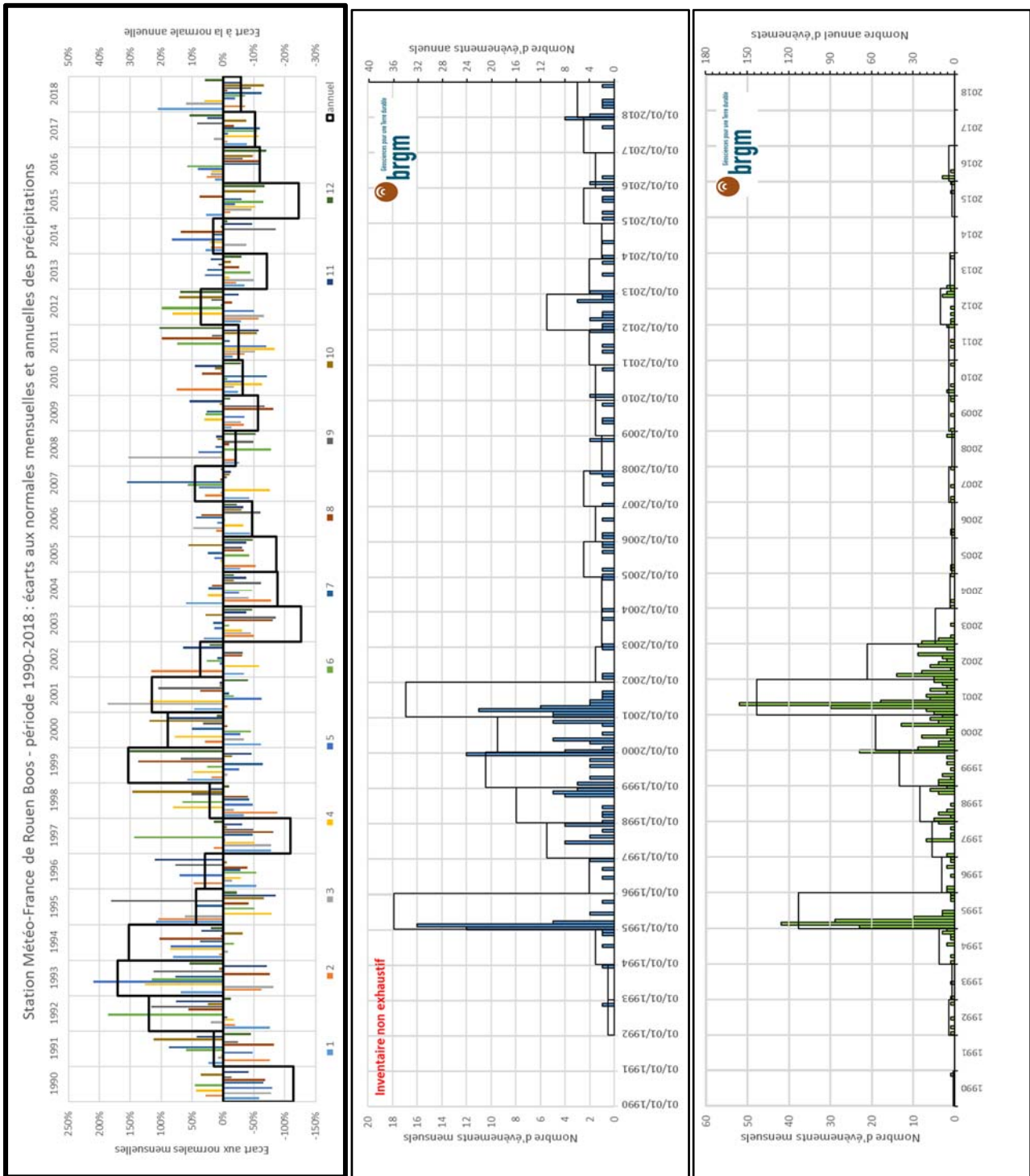


Figure 6 : Comparaison des chroniques pluviométriques mensuelles et annuelles (Rouen-Boos) et des chroniques de mouvements mensuelles et annuelles (période 1990-(2016)-2018)

Les données traitées fournissent également quelques pistes plus précises sur l'influence de la pluviométrie sur les mouvements. Celle-ci semble se faire suivant deux possibilités :

- Sur une durée annuelle à pluriannuelle : les fortes recrudescences d'évènements de l'hiver 1994-1995 et du premier semestre 2001 ainsi que les recrudescences

« moyennes » des années 1998 et 1999 semblent liées à un cumul de 2 à 3 ans de pluies intenses et persistantes.

OU

- Sur une durée plurimensuelle : les recrudescences « moyennes » des années 1997 et 2012 semblent davantage liés à des épisodes pluvieux de quelques mois.

5. Limites de l'étude et perspectives d'amélioration des connaissances

Comme précédemment évoqué, les chroniques étudiées ici, même si elles disposent d'un grand nombre de données et semblent représentatives de la situation réelle, sont : soit non exhaustive (chronique « interventions BRGM + presse »), soit peu précise sur la nature des cavités à l'origine des mouvements (chronique « BD MVT »). Pour améliorer la qualité de ces chroniques, il conviendrait donc de procéder aux tâches suivantes :

- Collecter et analyser les rapports d'interventions de la DDTM 27, du CETE/CEREMA, des entreprises privées spécialisées dans les marnières : Explor-E, Ingetec, E.T.S (Etudes et Travaux Souterrains), etc., des bureaux d'études géotechniques : FondOuest, etc.
- Collecter et analyser l'ensemble de la presse locale.
- Réaliser pour ces nouvelles collectes une analyse similaire à celle effectuée pour le présent travail.

Pour ce qui concerne les chroniques météo, même si les conditions des hivers 1994-1995 et du printemps 2001 sont considérées par tous comme exceptionnelles, il reste à :

- quantifier ce caractère exceptionnel,
- et à le faire au regard des résultats apportés par le présent travail (en particulier vis-à-vis de la double temporalité pressentie pour l'influence des intempéries).

Pour ce qui concerne les résultats de la comparaison ici réalisée entre les chroniques de mouvements et les chroniques pluviométriques, il s'agit de premières pistes basées sur des observations visuelles. Il conviendrait donc d'approfondir l'analyse :

- Préciser encore l'analyse en considérant les pluies journalières ou hebdomadaires.
- Tester de manière étendue les différentes configurations possibles.
- Analyser les résultats obtenus via leur « efficacité ».
- Un traitement géographique affinée, en prenant en compte les pluviométries locales.

Pour la présente étude, l'infiltration des eaux dans les sols n'a pas été étudiée. Seule une partie des eaux de pluie atteint effectivement le sous-sol et contribue réellement à la déstabilisation des cavités. Cette influence pourrait être étudiée via les chroniques piézométriques, qui reflète la recharge de la nappe et donc l'arrivée des eaux d'infiltration dans cette dernière.

De manière peut-être plus fine, l'analyse de la saturation des sols ainsi que le comportement des matériaux sensibles aux effondrements permettraient également de mieux comprendre la cinétique des mouvements de terrain.

6. Conclusions

La collecte d'informations (mouvements et pluviométrie) a permis 1) d'établir deux chroniques (inédites) de mouvements suivant deux sources d'information (interventions BRGM + presse et BD MVT) et 2) de comparer ces chroniques à une chronique

pluviométrique afin d'étudier l'influence des intempéries sur ces mouvements. Cette comparaison confirme cette influence. Elle indique que l'accalmie de mouvements constatée depuis 2002-2003 semble essentiellement liée à une accalmie pluviométrique. Le résultat de tests, restant à confirmer via un complément de calculs, montrerait enfin que les mouvements se déclenchent préférentiellement soit avec une période pluvieuse longue (1-2-3 ans) soit avec une période pluvieuse courte (1-2-3 mois). Les résultats inédits de ce travail exploratoire sont disponibles en détails dans un rapport d'étude (Noury, 2019). Ils ouvrent plusieurs pistes d'améliorations et de compléments qui pourraient alimenter les conclusions de l'audit mené par le CGEDD en 2019.

7. Références bibliographiques

- Conseil général et Préfecture de Seine-Maritime (2012). Gestion et prévention des risques liés à la présence de cavités souterraines en Seine-Maritime. Guide à l'usage des maires. 60 p.
- DDE 27 (2012). Les marnières : un risque naturel. Plaquette d'exposition. 1p. <http://www.eure.gouv.fr/Politiques-publiques/Securite-et-protection-de-la-population/Risques-naturels-et-technologiques-Nuisances/Risques-naturels/Risques-naturels-majeurs/Marnieres-et-autres-cavites-souterraines>
- Equilbey E., Lebre P., avec la collaboration de Barril H., Jacquot P., Xueref A. (2002) – Inventaire préliminaire des mouvements de terrain de l'Eure (27) – Haute-Normandie. Rapport d'avancement. Rap. BRGM/RP-52417-FR, 62 p., 6 fig., 2 ann.
- Equilbey E., Lebre P., Choutier J.-P., Henry C. (2002) – Inventaire préliminaire des mouvements de terrain sur la Seine-Maritime (76) – Haute-Normandie. Rapport d'avancement. Rap. BRGM/RP-52418-FR, 65 p., 5 fig., 2 ann.
- Guignard P., Moreteau J.P. (2019). La gestion des risques engendrées par les marnières abandonnées. Rapport CGEDD n°012595-01.
- Laboratoire Central des Ponts et Chaussée (2008). Les marnières de Haute-Normandie - Méthodologie d'étude et de prévention. Editions LCPC. 112 p.
- Noury G. avec la collaboration de Masson F. et Meire B. (2019) – Les mouvements de terrains liés aux marnières en Seine-Maritime et dans l'Eure – Etablissement de chroniques et réflexion sur l'influence des intempéries. Rapport final. BRGM/ RP-68966-FR, 36 p., 9 fig.
- Viley M. (1995). Interventions 1995 – Assistance à la protection civile du SGR/HNO. Rapport du BRGM RR-38717-FR. 17 p.