



MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

La gestion des risques engendrés par les marnières abandonnées

Rapport n° 012595-01
établi par

Philippe GUIGNARD (coordonnateur) et Jean-Philippe MORETAU

Mai 2019



Les auteurs attestent qu'aucun des éléments de leurs activités passées ou présentes n'a affecté leur impartialité dans la rédaction de ce rapport

Statut de communication	
<input type="checkbox"/>	Préparatoire à une décision administrative
<input type="checkbox"/>	Non communicable
<input type="checkbox"/>	Communicable (données confidentielles occultées)
<input type="checkbox"/>	Communicable

Sommaire

Résumé.....	4
Liste des recommandations.....	7
Introduction.....	9
1. Un risque diffus, difficile à localiser et peu important à l'échelle nationale.....	12
1.1. Éléments historiques.....	12
1.1.1. <i>Une origine agricole et artisanale de la plupart des marnières source de diversité et d'incertitude.....</i>	<i>12</i>
1.1.2. <i>Un nombre de marnières encore largement inconnu.....</i>	<i>16</i>
1.1.3. <i>Un encadrement réglementaire et un enregistrement inexistant avant le 19^{ème} siècle, puis longtemps partiel et imprécis.....</i>	<i>18</i>
1.2. Des connaissances actuelles très insuffisantes.....	19
1.2.1. <i>Des inventaires multiples, manquant de cohérence et mal consolidés.....</i>	<i>19</i>
1.2.2. <i>Un suivi statistique et chronologique lacunaire.....</i>	<i>20</i>
1.3. Des méthodes de détection appelant encore des améliorations.....	23
1.3.1. <i>Sur des surfaces importantes, non urbanisées, par la recherche des puits – méthodes à grand rendement.....</i>	<i>23</i>
1.3.2. <i>Sur des sites identifiés ou suspectés, en milieu bâti ou urbanisé, par la recherche des cavités – méthodes non destructives à faible rendement.....</i>	<i>25</i>
1.3.3. <i>Les forages : une méthode destructive, coûteuse et localisée.....</i>	<i>28</i>
1.4. Une exploration <i>in situ</i> impérative pour caractériser le risque d'une cavité repérée	29
1.5. Une situation non satisfaisante sur les plans méthodologique, financier et humain	29
1.5.1. <i>La gestion collective de l'information reste à organiser.....</i>	<i>29</i>
1.5.2. <i>La spécificité des marnières restreint la démarche concertée entre l'État et les collectivités.....</i>	<i>30</i>
1.5.3. <i>Une politique insuffisamment coordonnée, suivie et évaluée.....</i>	<i>31</i>
1.5.4. <i>Les sinistres sont sources de problèmes humains et financiers.....</i>	<i>32</i>
1.6. Un coût des opérations rapidement hors de portée pour un simple particulier.....	33
2. La gestion du risque et de ses manifestations.....	36
2.1. L'information générale des citoyens.....	36
2.2. La gestion en zone rurale non bâtie.....	37
2.3. La gestion en zone rurale à urbaniser.....	37
2.4. La gestion en zone urbaine à aménager.....	38
2.5. La gestion en zone sinistrée, avérée ou potentielle, en milieu déjà urbanisé.....	38
2.5.1. <i>Les occurrences précisément identifiées.....</i>	<i>39</i>

2.5.2. <i>Les indices ignorés des personnes les plus concernées</i>	41
2.5.3. <i>Les sinistres futurs</i>	42
3. Mieux connaître les risques pour une prise en compte et un accompagnement meilleurs	43
3.1. Détecter et inventorier les marnières puis informer les propriétaires ou résidents de façon organisée et cohérente.....	43
3.1.1. <i>Achever la mise au point des méthodes de détection à grand rendement en vue d'un possible inventaire régional</i>	43
3.1.2. <i>Coordonner les inventaires</i>	44
3.1.3. <i>Mieux informer les citoyens exposés</i>	45
3.2. Encadrer les méthodes et démarches de reconnaissance des risques, sur les sites identifiés, ainsi que les travaux de mise en sécurité.....	47
3.2.1. <i>Garantir la qualité des investigations et des travaux</i>	47
3.2.2. <i>Poursuivre les recherches sur les méthodes de détection locales</i>	48
3.2.3. <i>Garantir la technicité des intervenants</i>	48
3.3. Prendre en compte les risques dans l'urbanisme.....	48
3.3.1. <i>Définir des précautions constructives simples</i>	48
3.4. Soutenir les particuliers et les collectivités.....	49
3.4.1. <i>Simplifier les soutiens aux collectivités en supprimant la référence à un plan de prévention des risques naturels</i>	50
3.4.2. <i>Soutenir les actions de prévention et de protection contre le risque engendré par les marnières au même niveau que pour les inondations</i>	51
3.4.3. <i>Indemniser les dégâts aujourd'hui non couverts ?</i>	53
3.5. Renforcer la coordination des organismes scientifiques et techniques par leurs tutelles.....	53
Conclusion	54
Annexes	57
1. Lettre de mission	58
2. Liste des personnes rencontrées	60
3. L'encadrement réglementaire des cavités souterraines	67
4. Document fourni par la DREAL de Normandie en complément au déplacement effectué par la mission les 19 et 20 mars 2019	70
4.1. Doctrines de l'État pour la prise en compte du risque dans l'aménagement du territoire.....	70
4.2. Aides accordées par le Département de Seine-Maritime.....	70
4.3. Gestion du risque et fonds de prévention des risques naturels majeurs.....	71
4.3.1. Principales difficultés rencontrées.....	71

4.3.2. <i>Gestion des effondrements de cavités</i>	72
4.3.3. Consommation annuelle des crédits FPRNM.....	72
4.4. Exemples de dossiers en région Normandie.....	73
4.4.1. <i>Commune de Saint-Mards-de-Fresne (Eure)</i>	73
4.4.2. <i>Commune de Daubeuf la Campagne (Eure)</i>	74
4.4.3. <i>Autres dossiers en Seine-Maritime</i>	75
5. Cartographie des indices de cavités d'origines anthropique, naturelle ou indéterminée en Normandie par le BRGM	77
6. Bibliographie	80
7. Glossaire des sigles et acronymes	85

Résumé

Les sols des plateaux sédimentaires de l'ouest du bassin Parisien, en raison de leur composition majoritairement issue d'argiles de décalcification et de limons éoliens, sont acides et facilement déstructurés sous l'action de la pluie. Depuis plusieurs siècles et vraisemblablement déjà à l'époque romaine, il a été observé puis compris que l'apport de craie permettait de corriger ces défauts et d'améliorer la productivité agricole. Cette pratique, appelée « marnage », a été intensive entre la fin du 18^{ème} siècle et la première moitié du 20^{ème}.

Les difficultés de transport de cette roche pondéreuse, sa présence uniforme dans le sous-sol à une profondeur raisonnable (20 à 50 m en général) autorisant un accès gratuit, ont engendré une multiplication massive des sites souterrains d'extraction manuelle, de taille modeste mais toutefois significative (150 à 1 000 m³ pour les cas les plus fréquents). Ces petites carrières, les « marnières », massivement mal ou non déclarées, ont été abandonnées presque toujours sommairement et quasiment jamais comblées. Leur destin inéluctable est l'effondrement, brutal ou progressif en un ou plusieurs événements, lequel est juridiquement assimilé aujourd'hui à un risque naturel. Leur nombre fait l'objet d'estimations convergentes autour de 140 000 pour la « Haute-Normandie » ; cependant, cette évaluation reste entachée d'incertitudes multiples.

Tant que ces effondrements soudains se produisent en zone agricole, la probabilité de dégâts graves ou de conséquences létales peut être considérée comme nulle ; aucun événement, ancien ou récent, n'est aujourd'hui rapporté.

En revanche, en zone construite, urbaine ou rurale, l'impact sur un bâtiment d'un effondrement est souvent spectaculaire, presque toujours conséquent en termes matériels et, dans de très rares cas, dramatique, avec des décès. Les résidents sinistrés, en général peu nombreux, doivent évacuer leur habitat fréquemment frappé de péril et engager des travaux importants pour identifier le risque puis le supprimer par le comblement de la cavité à l'origine du mouvement de terrain. Les montants financiers sont à la fois incertains et souvent élevés, tandis que les situations humaines et financières associées sont souvent pénibles et difficiles à gérer.

Ainsi, bien que relativement peu nombreux, ces sinistres reçoivent une attention sociale et médiatique forte. Celle-ci est renforcée par leur concentration chronologique suivant les épisodes de forte pluviométrie.

À l'échelle plus vaste de la France – au regard d'autres risques naturels de plus grande ampleur (inondations, tempêtes, mouvements de terrain de type séismes ou glissements...) et parce qu'il est très circonscrit, le risque d'effondrement d'une marnière peut être considéré comme faible en termes de conséquences économiques, lesquelles sont presque négligeables d'un point de vue national comparées à celles de ces autres risques.

Cependant, il s'agit d'un phénomène diffus au déclenchement *de facto* imprévisible, assez uniformément réparti sur les vastes territoires concernés et surtout très difficile à localiser. Ces caractéristiques le distinguent de nombreux autres risques naturels.

Les risques engendrés par les marnières abandonnées doivent être gérés de façon rationnelle et comparable à celle adoptée pour d'autres phénomènes naturels : l'identification/ localisation aussi précise que possible, puis la réduction/suppression de la probabilité d'occurrence ou des enjeux, c'est-à-dire des équipements ou des populations exposés.

Cette gestion qui ne saurait être considérée aujourd'hui comme inappropriée reste toutefois perfectible de plusieurs points de vue.

Les informations disponibles sur le risque doivent, d'une part, faire l'objet d'une meilleure connaissance et, d'autre part, être enrichies pour atteindre une exhaustivité satisfaisante. Le premier point est nourri, pour partie, par une gestion et une organisation cloisonnée de l'information par les différents organismes qui en sont responsables ou utilisateurs. Pour le second, l'accroissement de la connaissance appelle le développement de méthodes à grand rendement pour l'identification des indices de marnières, en particulier les anciens puits d'accès en zone non-urbanisée. Des perspectives intéressantes existent au sein des organismes scientifiques et techniques (Cerema, BRGM) et doivent être soutenues.

Il est en effet impératif de ne pas accroître l'exposition au risque par la réalisation de nouvelles constructions sur des zones qui pourraient receler des marnières aujourd'hui encore ignorées. À condition que cela apparaisse économiquement rationnel, une campagne de détection sur l'ensemble des territoires potentiellement touchés pourrait être lancée.

Dans les zones où aucun risque n'a été identifié, des mesures simples et d'un coût limité devraient pouvoir être imposées pour les nouvelles constructions, comme le décapage large de la zone d'implantation (afin de repérer les anciennes têtes de puits comblés). Leur non-respect entraînerait l'impossibilité d'une indemnisation par le fonds Barnier, justifiée par le fait que la solidarité nationale ne doit pas couvrir des risques qui auraient pu être aisément prévenus.

Dans les zones où un risque est connu, des mesures sont aujourd'hui imposées afin de le gérer. Les collectivités et les notaires semblent, désormais, pleinement assumer leurs rôles et responsabilités. Les nouvelles constructions sont interdites ou soumises à conditions, les extensions limitées, etc. Les doctrines semblent toutefois susceptibles de quelques variations selon les communes ou les départements et une harmonisation régionale, voire nationale, semblerait préférable.

La question de l'information positive des résidents concernés par un risque identifié et donc connu des autorités publiques mais ignoré d'eux-mêmes, parce qu'ils n'en ont jamais été directement avertis ou qu'ils n'ont jamais consulté les documents d'urbanisme, constitue un enjeu majeur :

- Les responsabilités morales et juridiques sont évidentes ; d'une part, les autres risques naturels donnent lieu à une information positive (notamment en raison de l'existence des plans de prévention des risques naturels correspondants) et, d'autre part, un traitement différencié des marnières est difficilement justifiable.
- En revanche, la multiplication des demandes de soutien financier pourrait être importante, or, aucun élément même approximatif n'a pu être recueilli quant au nombre de bâtiments concernés par des indices de cavité avérés ou suspectés.

Enfin, la gestion des sinistres avérés (effondrement sous ou à proximité immédiate d'une maison) et des situations où la présence d'une cavité au droit d'un bâtiment est certaine reste susceptible d'amélioration. Les techniques de détection et de caractérisation en champ proche doivent progresser ; des axes existent mais leur exploration par les organismes scientifiques et techniques reste à soutenir. L'encadrement technique des opérateurs (bureaux d'études, foreurs, sociétés géotechniques, ...) doit être renforcé, voire mis en place, pour éviter des dérives¹, volontaires ou non, financées par des fonds publics et par les ressources de citoyens désemparés.

Dans ce contexte et pour les particuliers, la subvention à 30 % des études et travaux de mise en sécurité par le fonds Barnier apparaît trop faible, ralentissant les décisions

¹ Même si les bureaux d'étude sont responsables juridiquement de leurs analyses.

avec des surcoûts en termes de relogement non nuls. Une augmentation de ce taux à 80 % environ paraîtrait justifiée, notamment parce que c'est un des rares risques naturels pouvant être totalement supprimé par des interventions humaines.

De façon un peu perturbante, il apparaît que ces conclusions ou ces recommandations sur ce risque ancien, perçu comme non majeur, notamment du fait de ses conséquences financières limitées à l'échelle nationale mais pouvant être localement lourdes, tant d'un point de vue humain qu'économique, ne sont pas nouvelles. Ce rapport « redécouvre » ou reprend des propositions parfois vieilles d'une vingtaine d'années, quelques-unes étant d'un coût modeste. Les évolutions techniques à l'étude en matière de détection et le développement du traitement des données par intelligence artificielle, que la mission recommande d'expérimenter puis de généraliser, sont l'occasion d'une remobilisation de tous les acteurs publics.

Liste des recommandations

- 1. Améliorer les méthodes de détection à grand rendement des marnières (i.e. sur de vastes surfaces) par un renforcement du soutien aux recherches du Cerema et du BRGM sur l'identification des têtes de puits (DGPR, BRGM, Cerema) et par le développement de modèles numériques de terrain de haute définition (DGPR, IGN).....44**
- 2. Exiger du BRGM une remise en ordre et en cohérence des bases de données BD Cavités et BD mvt, calibrer les moyens nécessaires dans son contrat d'objectifs (DGPR, BRGM).....45**
- 3. Modifier l'article L. 125-5 du code de l'environnement pour y introduire le risque engendré par les marnières au même titre que la sismicité ou le potentiel radon et imposer l'information des acquéreurs et locataires (DGPR).....46**
- 4. Préparer une campagne d'information préventive et individualisée auprès des résidents concernés par un indice connu (DGPR, DREAL)...46**
- 5. Confier au Cerema la rédaction d'un guide unique de bonnes pratiques, pour les investigations et les travaux de mise en sécurité, en coordination avec un collectif d'opérateurs privés et les autres organismes scientifiques et techniques. Rendre obligatoire le recours à des foreurs qualifiés (DGPR, BRGM, Cerema, Ineris).....47**
- 6. Mieux soutenir les recherches des organismes scientifiques et techniques dans le domaine des méthodes non ou faiblement destructives de détection des cavités souterraines (DGPR, BRGM, Cerema, Ineris).....48**
- 7. Imposer, dans les secteurs à risque non-identifié mais potentiel, un décapage sur les zones à construire pour repérer d'éventuelles têtes de puits (DGPR, DGALN).....49**
- 8. Supprimer, de façon dérogatoire, toute condition faisant référence à l'existence, actuelle ou future, d'un plan de prévention des risques naturels pour l'octroi par le fonds Barnier d'aides pour des études et travaux ou équipements de protection contre les risques engendrés par les marnières.....50**
- 9. Porter à 80 % le taux de subvention pour les opérations de reconnaissance, de traitement ou de comblement des marnières qui**

**occasionnent des risques d'effondrement du sol menaçant gravement
des vies humaines.....52**

Introduction

L'ouest du Bassin Parisien est caractérisé par la présence de très nombreuses cavités souterraines d'origine humaine, les « marnières », dont la vocation était essentiellement l'extraction de matériaux pour l'amendement des sols agricoles. Celles-ci, assez anciennes et uniformément réparties, engendrent aujourd'hui des risques réels. Ils se traduisent par des sinistres très localisés mais dont la distribution couvre l'intégralité des territoires potentiellement affectés. Ils sont particulièrement difficiles à prévoir avec des conséquences matérielles, économiques et humaines importantes.

Cette connaissance est ancienne et le risque, qui semble avoir été temporairement oublié après la seconde guerre mondiale, est désormais considéré de façon croissante.

Des manifestations de la dégradation des marnières sont observées depuis plusieurs décennies (débourrage de puits, fontis, effondrements généralisés, ...), voire plusieurs siècles ; les archives relatent des accidents et la logique des dispositions réglementaires prises au 19^{ème} siècle semble dictée par un souci de prévention des effondrements dommageables.

Dans de rares cas, les conséquences peuvent être considérables et même létales (maisons fragilisées ou détruites, personnes disparues dans les vides apparus, etc.). En 1995 un pavillon a été totalement englouti dans un cratère d'effondrement au Mesnil-Panneville en Seine-Maritime ; en 2001 un jeune homme a été enseveli à plus de dix mètres de profondeur dans un fontis apparu à la limite de sa maison à La Neuville-sur-Authou dans l'Eure ; un autre décès est évoqué au cours des soixante dernières années. Les manifestations un peu moins impressionnantes sont nombreuses mais leur nombre varie très fortement selon les années en fonction de la pluviométrie [1]².

Ces événements, illustrés par quelques photographies (p. 16 et annexe 4), sont désormais médiatisés et non acceptés comme une fatalité, rançon des activités humaines. Les populations concernées, conscientes des difficultés humaines, matérielles et financières ou directement éprouvées par celles-ci, demandent une action et surtout un soutien des pouvoirs publics, notamment pour sécuriser les personnes et les biens menacés, accompagner les personnes sinistrées et indemniser les dégâts survenus.

S'il ne s'agit pas d'un risque courant au niveau national, il est désormais une forte préoccupation des citoyens, des élus et des administrations dans la région normande. Par ailleurs, la destinée de toutes ces cavités est de s'effondrer à une échéance plus ou moins éloignée³, il est donc impératif d'avoir une vision prospective et de définir une stratégie.

Pour répondre à ce souci, le ministre de la transition écologique et solidaire a demandé, par une lettre du 27 novembre 2018, qu'une mission soit diligentée sur l'évaluation et la gestion du risque présenté par les anciennes carrières souterraines de craie à usage essentiellement agricole, encore appelé « marnières ».

² Les nombres entre « crochets », [xx], renvoient aux différents documents listés dans la bibliographie en annexe 6.

³ Même si dans le cas de cavités très stables, cet horizon est *a priori* lointain.

Selon la lettre de commande, la mission devait « *procéder à une synthèse du sujet et proposer les bases d'une adaptation de notre politique de prévention* » et pour cela fournir :

- « *un état des lieux de la connaissance sur ce risque et des méthodes de détection utilisables ; un examen en termes de pratiques de porter à connaissance de ce risque, des dispositifs de prévention adoptés dans les documents d'urbanisme et d'adaptation des plans de prévention des risques à ce type de situation ;*
- *une analyse des principales difficultés rencontrées par les collectivités locales, les aménageurs ou les particuliers, que ce soit en anticipation des zonages d'urbanisme, lors d'aménagements ou à l'occasion d'accidents en secteur bâti ;*
- *un examen de la pertinence des modalités d'intervention du fonds de prévention des risques naturels majeurs [ou fonds Barnier] ;*
- *l'identification, le cas échéant, d'autres zones du territoire national présentant des risques similaires ».*

Bien que les problèmes posés par les marnières semblent assez proches de ceux présentés par les cavités souterraines, ils ne peuvent pas, en général, y être assimilés et surtout traités de façon strictement comparable⁴. En effet, les autres cavités souterraines d'origine anthropique sont mieux connues, au moins en ce qui concerne leur localisation approximative, et leur taille est souvent sensiblement supérieure à leur profondeur, notamment parce qu'il s'agit essentiellement d'anciennes carrières ou d'ouvrages militaires. *A contrario*, les marnières sont assez réduites en volume par rapport à leur profondeur, souvent ignorées, oubliées ou mal localisées et, surtout, assez uniformément distribuées sur de vastes territoires.

C'est pourquoi cette mission s'est strictement limitée à l'analyse des marnières dont il apparaît qu'elles sont quasiment spécifiques de la région normande.

Après avoir pris l'attache de la direction générale de la prévention des risques et procédé à un examen de la littérature disponible pour circonscrire l'origine, les caractéristiques des marnières et les problèmes posés, la mission a rencontré les principaux organismes scientifiques et techniques intéressés par cette question (bureau de recherches géologiques et minières (BRGM), centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema) et institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris)) ainsi que les structures responsables du suivi et de la gestion du fonds Barnier (ou fonds de prévention des risques naturels majeurs) ainsi que du régime d'indemnisation des catastrophes naturelles.

Un déplacement de deux jours dans la région normande, centré sur les agglomérations de Rouen et du Havre et leur territoire proche, a permis de compléter les éléments recueillis par quelques observations et des contacts avec les élus, les administrations et des citoyens directement confrontés à la gestion ou à l'occurrence de ce risque. Ce déplacement a fait l'objet d'une note d'éléments complémentaires fournie par la DREAL de Normandie, rapportée en annexe n° 4.

La première partie de ce rapport présente un état de la connaissance disponible sur les marnières, laquelle ne saurait être tenue pour totalement satisfaisante, sur les

⁴ Les « catiches » du Nord de la France, notamment dans la région lilloise, présentent des analogies avec les marnières, Ce sont des carrières anciennes, plus ou moins artisanales, creusées verticalement en forme de bouteille. Les matériaux étaient extraits pour des usages multiples, notamment la production de chaux. Imparfaitement localisées, ces carrières, en raison de leur géométrie, peuvent provoquer des effondrements profonds et redoutables.

méthodes de détection, aujourd'hui insuffisantes mais offrant de nouvelles perspectives, ainsi que sur les techniques de mise en sécurité raisonnablement éprouvées.

La seconde partie traite la gestion du risque engendré par les marnières (prévention, traitement des sinistres potentiels ou avérés), laquelle ne peut pas être la même en milieu ouvert et rural ou dans un contexte urbanisé et bâti. Une attention particulière doit être apportée aux situations humaines correspondantes.

La troisième partie rassemble les recommandations de la mission pour répondre aux demandes formulées dans la lettre de commande : premièrement d'un point de vue technique, notamment pour la détection, ensuite pour la prise en compte du risque dans l'occupation de l'espace et l'urbanisme puis la prise en charge ou le soutien des actions pour prévenir ou réparer des sinistres, notamment ceux isolés supportés individuellement par un ou quelques citoyens.

1. Un risque diffus, difficile à localiser et peu important à l'échelle nationale

L'importance du risque « marnière » à l'échelle nationale est modeste par comparaison avec les risques d'inondation ou de séisme dans certains territoires⁵.

Pour autant, plusieurs interlocuteurs de la mission parmi ceux qui ont été confrontés directement au problème soulignent la violence de ce risque qui, lorsqu'il se concrétise – généralement d'une façon subite – peut porter gravement atteinte à la sécurité des personnes et des biens, saper les ressources financières d'une famille ou d'un entrepreneur, voire la cohésion de structures familiales ou sociales locales.

La perception de dysfonctionnements, perçus ou supposés, dans le suivi ou la prise en charge des problèmes engendrés par les marnières provoque parfois chez les individus touchés une suspicion d'ignorance ou de méconnaissance de la part des autorités nationales, ressenties comme déconnectées des réalités de terrain.

Les constats faits en Normandie ne semblent pas contredits par ceux d'une mission d'audit du CGEDD en cours sur la gestion des risques technologiques et naturels dans les Haut-de-France qui a observé cette question de façon beaucoup plus marginale dans ce territoire.

1.1. Éléments historiques

De nombreux documents précisent l'origine des marnières en exploitant des sources bibliographiques manifestement proches tant les formulations sont parfois similaires. En revanche, les informations/citations originelles ou leurs sources sont rarement reprises. ([1], [7], [23], [24], [35], [37] notamment).

1.1.1. Une origine agricole et artisanale de la plupart des marnières source de diversité et d'incertitude

La Normandie sédimentaire regroupe approximativement l'Est du Calvados et de l'Orne (le Perche), l'ensemble des plateaux crayeux de la Seine-Maritime et de l'Eure, avec quelques extensions dans la Somme, l'Eure-et-Loir, l'Oise et les Yvelines (Vexin). Par opposition aux régions où le socle cristallin affleure, elle comporte d'importants dépôts de craie dont l'érosion superficielle par décalcification a laissé une couche d'argile à silex, elle-même recouverte d'une couche de limons apportés au cours des glaciations du quaternaire. La couche d'argile est d'épaisseur variable, même sur de courtes distances ; ce sédiment comble et nivelle d'anciennes zones d'érosion locale et de dissolution du calcaire ou d'infiltration préférentielles des eaux météoriques.

Les sols qui sont issus de ces horizons superficiels argilo-limoneux sont acides et battants⁷. Il est apparu depuis plusieurs siècles – selon certains depuis l'antiquité, des textes romains du premier siècle le mentionnant [37] – que l'apport de calcaire permettait d'accroître les rendements (en relevant le pH⁶ et en diminuant la battance⁷).

⁵ Même si pris dans sa totalité, le risque « cavité souterraine abandonnée » est non-négligeable à l'échelle nationale et motive depuis plusieurs décennies des politiques sectorielles (« après-mines », inspection et suivi des anciennes carrières urbaines notamment).

⁶ Mesure de l'acidité d'un milieu (potentiel hydrogène), c'est-à-dire de l'activité chimique de l'ion H⁺_(aq).

⁷ Désagrégation et séparation des composants d'un sol (sable, limon et argile) sous l'effet de la pluie, engendrant un comblement des orifices et de la porosité et la constitution d'une croûte dure après dessiccation, défavorable aux germinations ou au tallage des céréales.

Cette pratique du marnage est attestée au Moyen-Âge [7] mais les plus anciennes marnières connues dateraient du 16^{ème} siècle [24]. Elle a été généralisée à la fin du 18^{ème} siècle, période à partir de laquelle de nombreux baux ruraux la citeraient. Une décision de Louis XVI rend cette pratique obligatoire en 1780, ouvrant une période d'exploitation intensive qui s'achèvera dans la première moitié du 20^{ème} siècle, [37] ; la dernière exploitation déclarée daterait de 1959 dans l'Eure [37].

Cette pratique a existé ailleurs en Europe mais ce point est – curieusement pour ne pas dire anormalement – très mal connu des organismes scientifiques et techniques qui déclarent fréquemment leur totale ignorance de la question. L'existence de marnières a été supposée et présentée comme probable à la mission dans certaines zones (de l'Allemagne de l'Est notamment) et démentie ailleurs où, logiquement, elle aurait dû exister (le Sud-Est de l'Angleterre, Kent, Sussex, Essex, Dorset, Hampshire notamment). En fait, ces dernières régions, dont les structures géologiques sont assez ou très proches de celles de la Normandie, connaissent bien des problèmes similaires à la Normandie pour partie liés à des pratiques de « marnage », précisément décrites dès 1804 par exemple, même si la question des cavités karstiques donc naturelles semble plus mise en avant. L'importance des dégâts, les facteurs déclencheurs (surcharge des sols, infiltrations d'eau) et les méthodes de remédiation (recherches/investigations, stabilisation, comblement) semblent très comparables à ce qui est développé en France [46]⁸.

Le terme « marne » est une appellation vernaculaire normande désignant la craie, dérivé du terme gaulois *marga* signifiant argile calcaire, lequel a été repris avec sa signification originelle dans le vocabulaire géologique classique.

En raison de son caractère pondéreux, les agriculteurs recherchaient la craie au plus près de leurs champs. Sauf lorsque la roche était accessible par des falaises de vallée, pour réaliser une marnière dont des plans ou schémas sont repris par les figures n° 1 et 2 p. 15, les cultivateurs ou des ouvriers spécialisés, les « marnérons », creusaient un puits dans le loess et l'argile puis la craie altérée avant d'atteindre un banc riche en silex qui servait de « toit » à la cavité d'extraction. L'espace excavé était assez limité, tant pour des raisons de sécurité que pour limiter les transports en surface. Toutefois, ce volume est variable, en moyenne plus important dans l'Eure (650 m³) où les marnières peuvent souvent dépasser 1 000 m³ qu'en Seine maritime (360 m³) où les volumes oscillent le plus souvent entre 200 à 500 m³ ([1], [24], [48]). La présence d'argile, la mauvaise qualité de la craie ou la volonté d'accroître l'exploitation ont parfois conduit à creuser sur plusieurs niveaux, deux, plus rarement trois, exceptionnellement quatre.

La profondeur des exploitations est en général de 20 à 30 m [1] mais des profondeurs plus faibles ou plus grandes, 50 voire 70 m, sont possibles ; d'autres documents avancent des profondeurs de 25 à 40 m [34] et il n'y a pas accord selon les auteurs sur les valeurs exactes de ces statistiques. Les cavités, de forme assez variable (cf. figure n° 2, p. 15), sont souvent constituées de galeries plus ou moins longues et organisées pour faciliter l'extraction en fonction de la fracturation de la craie et éviter les poches d'argile ou les zones trop riches en silex. Ce plan est donc non prévisible depuis la surface. Les départs de galeries depuis le fond du puits – les œillardards – sont étroits sur deux ou trois mètres et remplissaient une fonction de sécurité.

Lors de leur abandon, les cavités n'étaient *a priori* jamais comblées et les puits non toujours fermés. Ces derniers étaient soit indiqués par un bosquet ou un arbre plantés à cette fin, soit sommairement bouchés sur quelques mètres par un dépôt de matériaux divers et de terre arable reposant sur une assise de madriers et de branchages, dont l'altération dans le temps est inévitable.

⁸ Cette source a été indiquée par un agent d'un organisme scientifique et technique.

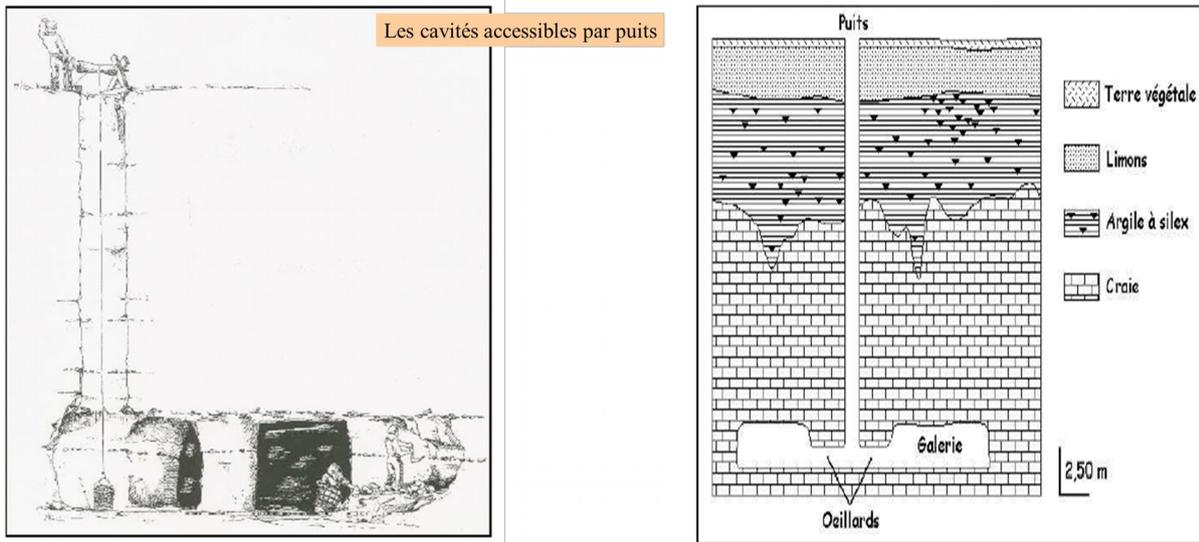


Figure n° 1 : coupes verticales de marnières (source DREAL Basse-Normandie)

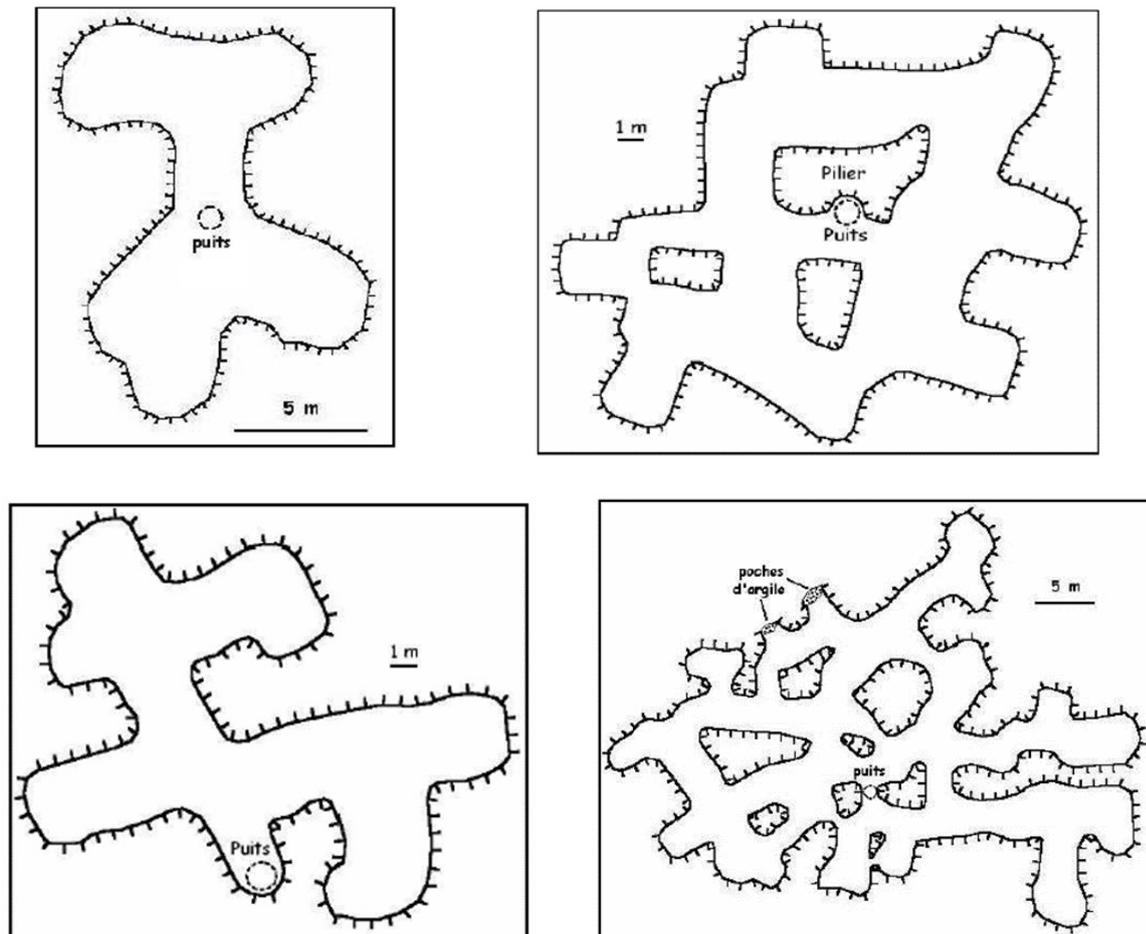


Figure n° 2: plans horizontaux de marnières plus ou moins simples et/ou « professionnelles » (source DREAL Basse-Normandie)

Quelques exemples de sinistres dus aux marnières :



(source DREAL de Basse Normandie ou Laboratoire central des ponts et chaussées [1])

1.1.2. Un nombre de marnières encore largement inconnu

Le nombre de marnières est encore sujet à discussion même si la densité moyenne de 14 par km² est le plus souvent reprise. Cette valeur résulte de deux méthodes d'estimation différentes :

- Les pratiques culturales, décrites par les agriculteurs ou prévues par les baux agricoles, prévoyaient un apport de 1 m³ de marne par an et par hectare. Ce taux permet d'estimer le volume total de craie épandue en le rapportant aux surfaces cultivées (et non toutes les surfaces agricoles comme les prairies) pendant un siècle et demi (ou 70 ans selon d'autres citations). Le nombre total de marnières est alors évalué en leur attribuant un volume moyen de 350 m³ (lequel n'est pas parfaitement en accord avec les statistiques citées précédemment et assez variable selon les auteurs ; par exemple, l'étude du Cerema de 2016 [48] donne 250 m³).

La mission valide la méthode de ce calcul approximatif mais souligne l'incertitude très importante qui l'entache. Le Laboratoire central des ponts et chaussées semble en être l'origine [1] et la valeur a été reprise ultérieurement, en général sans les précautions rédactionnelles qui y étaient associées [37]⁹. Quoi qu'il en soit, dans les zones de culture intensive, soit le nombre de marnières est plus élevé, soit celles-ci sont plus grandes (ce qui est *a priori* le cas dans l'Eure).

Une autre approche, avec ce même taux de 1 m³ de marne par an et par hectare, dont rien ne garantit qu'il ait été respecté, conduirait à une marnière pour 3 à 5 hectares cultivés, soit une densité de marnières un peu plus forte de 20 marnières par km² cultivé et un rayon de transport de la craie de 100 à 200 m en surface.

- Ce nombre de 14 par km² est retrouvé par une autre évaluation issue de la réalisation de l'autoroute A 29 en Seine-Maritime (environ 100 km dans le pays de Caux) et conforté par une démarche comparable pour l'autoroute A 28 dans l'Eure (environ 200 km). Le long de ces axes, la recherche systématique des cavités et leur traitement ont été conduits entre les années 1990 et 2005 approximativement.

Cette seconde approche paraît plus fiable mais circonscrite à un territoire d'échantillonnage restreint. Elle retrouve la première estimation, toutefois l'effet du hasard ne peut pas être totalement exclu. Les recherches ont été conduites aussi précisément que possible dans une bande de 200 m (au-delà des seules archives exploitées aussi intensément que possible sur une bande de 1 km de large). En conséquence, la superficie concernée reste limitée, de l'ordre de 60 à 300 km² selon le degré de précision alors que la superficie totale de la Normandie crayeuse peut être évaluée à de 15 000 km² environ. Sur la surface correspondant à la section située sur le plateau du Pays de Caux, le décapage

⁹ « Un moyen d'estimer le nombre de marnières consiste à apprécier le volume de marne qui a été nécessaire pour chauler les terres agricoles. D'après les anciens marnierons et les baux du 19^{ème} ou du début du 20^{ème} siècle, la règle habituelle était d'apporter en moyenne 1 mètre cube marne/an/hectare de terrain. Sur la base de ce chiffre, en considérant une taille moyenne de 350 mètre cubes par marnière, une période d'exploitation à cette intensité de 70 ans et une surface cultivée de 70 %, on peut considérer qu'il existe, sur l'ensemble des plateaux de Seine-Maritime de l'Eure, de l'ordre de 14 marnières au kilomètre carré ».

a vraisemblablement permis de repérer 95 % des marnières existantes et conduit à 13 marnières par km² [1], 14 selon [48].

Ces valeurs induisent une estimation du nombre de marnières de 60 000 dans l'Eure et de 80 000 en Seine-Maritime, soit un total de 140 000 pour la seule « Haute-Normandie ». Les cartes en annexe 5 montrent toutefois que cette question est fortement circonscrite à cette ancienne région.

Toutefois, d'autres résultats sont avancés. Le service d'observation et des statistiques du commissariat général au développement durable du ministère de la transition écologique et solidaire, en se fondant sur les résultats en 2013 de la *BD cavités*¹⁰, gérée par le BRGM, indique que « la France recèle plusieurs centaines de milliers de cavités dans son sous-sol » (le nombre de 500 000 est fréquemment repris) et que « l'Eure et la Seine-Maritime sont les deux départements les plus touchés comptant plus de 25 cavités souterraines pour 10 km² » (environ 33 pour l'Eure et 28 pour la Seine-Maritime), [39]. Ce résultat est cinq fois moindre que l'estimation de 14 marnières/km² et, qui plus est, incorpore les cavités naturelles.

En mars 2018 [44], le BRGM fait état de 4.2 cavités/km² pour la Seine-Maritime et 3.3 pour l'Eure par l'exploitation de la même « BD Cavités » (toutes cavités confondues) ; soit 3,7 cavités/km² pour la Haute-Normandie mais il précise que la densité « peut atteindre localement plus de 25 cavités/km² » et que les services des DDT(M) de l'Eure et de Seine Maritime « à eux seuls estiment disposer à l'heure actuelle d'au moins 20 à 25 000 indices de cavités avérés ».

Le guide à l'usage des maires de Seine-Maritime quant à lui mentionne « une densité évaluée de 7 à 10 par km² » [35]. En 2004, le Laboratoire central des ponts et chaussées considère qu'une « première estimation laisse envisager l'existence d'une dizaine de marnières par km² » ([23] et [24]).

Deux compléments essentiels doivent être apportés :

- d'une part, il existe en Normandie un nombre important de cavités naturelles ou karstiques issues de la dissolution de la craie par les eaux infiltrées depuis la surface ;
- d'autre part, il existait des marnières à usage non agricole notamment pour la confection et l'entretien des routes (les silex servaient à l'empierrement éventuel et la craie de liant dans les couches de chaussée) ou pour la construction des voies de chemin de fer¹¹, mais aussi des sablières et des argilières là où ces matériaux sont présents. Enfin, s'ajoutent à ces cavités des carrières de pierres à bâtir ou destinées à l'alimentation des fours à chaux, [1].

En conclusion, l'estimation de 140 000 marnières pour la « Haute-Normandie » est raisonnable et cohérente ; toutefois ce nombre reste un ordre de grandeur. En tenant compte des hypothèses hautes et basses possibles, une « fourchette » de 80 000 à 200 000 pourrait être plus prudente.

¹⁰ La BD cavités est la base de données nationale des cavités souterraines abandonnées en France métropolitaine « hors mines » : <http://www.georisques.gouv.fr/dossiers/cavites-souterraines#/>

¹¹ Cela pourrait expliquer la présence de marnières à proximité immédiate de voies de communication ; une autre raison serait la pratique de placer les excavations en périphérie des parcelles.

1.1.3. Un encadrement réglementaire et un enregistrement inexistant avant le 19^{ème} siècle, puis longtemps partiel et imprécis

Avant la fin du 18^{ème} siècle, la réglementation relative aux carrières est inexistante. Dès cette époque, il faut signaler des effondrements importants à Paris entre 1774 et 1777, notamment celui d'une maison de la rue d'Enfer le 17 décembre 1774 ou un effondrement généralisé de 300 m de longueur sur la route d'Orléans.

Afin d'assurer la sécurité de la population, Louis XVI crée le service de l'Inspection des carrières par un arrêt du Conseil d'État le 4 avril 1777. La « déclaration concernant les carrières » de mars 1780 est le premier texte indiquant quelques règles générales de gestion raisonnable pour la sécurité. Ultérieurement, une loi de 1791 concerne les mines et les carrières, un arrêté du 21 avril 1810 les soumet à une autorisation municipale, la loi du 21 avril 1810 impose la déclaration au maire des carrières et leur surveillance par l'administration. Mais les autorités départementales n'ont pas appliqué ces textes, notamment en ce qui concerne les marnières.

En 1853, par des décrets du 15 février et 8 mars, Napoléon III abroge la déclaration (loi) de Louis XVI qui imposait l'obligation de « marnier » les terres cultivées, exige la déclaration des marnières avec le nom du déclarant, du propriétaire et la position du puits par rapport aux habitations (ce qui suggère que le risque d'effondrement était déjà bien identifié).

Ces contraintes seront précisées, avec des compléments relatifs aux règles d'implantation et d'exploitation, par la loi du 27 juillet 1880 et les décrets du 26 novembre 1889 et du 8 février 1892, auxquels s'ajoute un arrêté préfectoral du 18 décembre 1912 (pour l'Eure, la Seine-Maritime ou les deux selon les sources).

Enfin, la circulaire du 30 juin 1928 oblige les communes à faire un état précis des marnières mais reste sans suite ([1], [37]).

Des dispositions fiscales et l'obligation de participer ou de contribuer à l'entretien des routes ont donné lieu à d'autres textes encadrant les marnières. Leur application a été inégale et peu informative (l'impôt, d'une part, semblait être payé par timbre, d'autre part, incitait à dissimuler certaines marnières, ce qui expliquerait l'existence de cavités ou de puits sous certains bâtiments agricoles et maisons). Ce point est connu des services et parfois exposé : « *des puits d'extraction en souterrain ont en effet souvent été creusés à l'intérieur de bâtiments agricoles* » [1].

Après l'hiver 1994-1995 marqué par un grand nombre d'effondrements, que le BRGM estime à 1 000 ou 1 500 [1], les préfets de Haute-Normandie demandent aux maires de faire un inventaire des cavités présentes ou suspectées dans leur commune.

La loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages dispose que « *les communes [...] élaborent, en tant que de besoin, des cartes délimitant les sites où sont situées des cavités souterraines et des marnières susceptibles de provoquer l'effondrement du sol* » et oblige les particuliers à communiquer sans délai les informations qu'ils possèdent à ce sujet (cf. annexe n°3 : l'encadrement réglementaire des cavités souterraines)

La qualité des inventaires reste variable pour de multiples raisons (cf. infra, 1.2.). Sans que cela soit volontaire, tous les maires ne font pas remonter continûment les

informations nouvelles relatives aux cavités qui peuvent apparaître sur leur commune. Il peut en être de même pour des particuliers qui omettent cette obligation par ignorance, « paresse » ou crainte de voir leurs biens immobiliers se déprécier.

1.2. Des connaissances actuelles très insuffisantes

La situation actuelle et les données parfois lacunaires résultent des éléments anciens, incertains, perdus et parfois dissimulés, exposés précédemment.

1.2.1. Des inventaires multiples, manquant de cohérence et mal consolidés

La quasi-totalité des communes a réalisé un inventaire des cavités (naturelles et anthropiques) ou des indices présents sur leurs territoires. Les méthodes mises en œuvre varient mais reposent sur l'exploitation des archives communales, départementales et de différents services de l'État, plus ou moins riches et fiables, à laquelle s'ajoutent des enquêtes auprès des habitants qui ont pu connaître, voire parfois visiter, des marnières en activité ou fraîchement abandonnées, ainsi que sur l'examen de photographies aériennes. Les résultats semblent dépendre fortement de la qualification des personnes qui ont la charge de ces recensements ; le recours trop fréquent à des stagiaires ou la concurrence exacerbée entre les bureaux d'étude ont été souvent dénoncés.

Il est souvent admis que ces méthodes recensent environ 20 % des marnières présentes (10 à 30 % selon les écrits) [1]. Il semble peu plausible à la mission que leur poursuite améliore sensiblement le résultat :

- les archives ont été pour l'essentiel exploitées (certes quelques sources, archives fiscales ou routières par exemple, ont pu être omises lors des premiers inventaires) ; certains fonds ont été détruits lors des conflits, en particulier la seconde guerre mondiale, tandis que de nombreux documents sont par essence imprécis (ex. identification de parcelles « napoléoniennes », sans localisation des marnières au sein de celles-ci) ;
- les sources mémorielles se tarissent malheureusement avec le vieillissement des habitants ;
- l'analyse des photographies aériennes est difficile, longue et laborieuse. Elle exige un entraînement poussé et livre de nombreux leurres sans garantie d'exhaustivité.

Qui plus est, seuls des déplacements sur le terrain, très consommateurs de temps, permettent de préciser la réalité de l'indice et sa nature ; mais ils n'ont pas toujours été réalisés.

La consolidation ou concaténation de ces inventaires souffre en revanche de graves lacunes et insuffisances.

Les communes ont, *a priori*, dans leur intégralité, réalisé un inventaire plus ou moins exhaustif ou approfondi des cavités et indices sur leurs territoires. Les résultats sont de qualités très inégales, parfois fortement critiqués. Ces inventaires communaux ont

été envoyés aux préfetures et/ou DDT(M) de chaque département qui les ont transmis au BRGM chargé de gérer la banque de données des cavités souterraines en France (BD Cavités). Le BRGM a lui-même réalisé certains inventaires ou a reçu directement des données de la part de communes, de bureaux d'études ou de DDT(M). Le Cerema, dans une situation comparable, a constitué aussi ses propres bases de données ainsi que les DDT(M) qui se sont fondées souvent sur les données des entités précédentes mais avec des systèmes d'information géographique signalés à la mission comme non compatibles. Enfin, l'Ineris qui travaille également sur les cavités souterraines et les marnières, mais non directement sur les inventaires, semble avoir développé peu de relations avec les autres organismes.

La base de données nationale « BD Cavités » est dénoncée comme non adaptée. Elle est constituée pour regrouper les cavités connues ainsi que les indices sûrs ou quasi-certains, sur l'exemple de départements du Sud-Ouest de la France (la Dordogne a été citée). Selon plusieurs personnes auditées, elle ne répondrait pas à la problématique des marnières. Ses détracteurs déclarent qu'elle n'a pas de vocation d'urbanisme et donc livre une vision trop large des territoires, à l'échelle 1/25 000, et non à la parcelle, difficulté déjà identifiée en 2008 [1]. La plupart des interlocuteurs de terrain (aménageurs, bureaux d'études, DDT(M), élus et techniciens locaux...) rencontrés par la mission soulignent son caractère incomplet ; certaines fiches associées à des indices seraient inexploitable en raison de leur imprécision descriptive ou géographique (des écarts de plusieurs dizaines de mètres ont pu être signalés) qui « confinerait à la suspicion », d'autres induiraient des « contradictions »¹².

Toutefois, la mission ne peut pas confirmer totalement les propos entendus, car ils ne reflètent pas le résultat de quelques recherches auxquelles elle a procédé directement sur le site du BRGM, notamment en ce qui concerne les localisations qui sont apparues précises sur la carte (elles n'ont toutefois pas été vérifiées sur le terrain). En revanche, le « silence » de certains territoires (communes) comparé à d'autres ne fait l'objet d'aucune relance ou recherche, bien que cela soit un problème identifié.

Le BRGM confirme que certains indices sont intégrés dans la base « mouvements de terrain » et non dans « BD Cavités » dès lors qu'il n'est pas possible de les associer à une cavité, naturelle ou non, avec certitude. Le BRGM publie périodiquement un bilan de l'actualisation qu'il réalise de la base « BD Cavités » en Seine-Maritime et dans l'Eure ([43], [44] et [45]) ; ces documents rappellent la difficulté à préciser les informations ou éliminer les « doublons ». Le BRGM a aussi fourni des cartes intéressantes et très illustratives regroupées dans l'annexe 5.

Enfin, le montant des crédits de fonctionnement affectés au BRGM pour faire vivre la « BD cavités » (30 k€/an pour la Normandie, montant en diminution ces dernières années) ne permet pas d'intégrer les informations régulièrement collectées, ce qui explique des retards dans la mise à jour de sites internet du BRGM ou de l'administration (cf. prim.net). Le BRGM n'a aucun moyen pour répondre aux demandes des particuliers et renvoie, comme souvent les DDT(M), sur les communes.

1.2.2. Un suivi statistique et chronologique lacunaire

Les questions de la mission concernant les statistiques, annuelles ou autres, n'ont pas reçu de réponses immédiates. L'association SOS-marnières présente avec un recul de deux siècles une augmentation depuis plusieurs décennies liée à une accélération

¹² sans doute des « doublons » mal résolus (interprétation avancée par la mission).

récente du nombre d'effondrements mais sans que les fondements de ces tendances puissent être identifiés.

En dehors des sources citées ci-dessous (BRGM, Cerema), seules des informations qualitatives, éparses mais concordantes, peuvent être recueillies. Elles confirment l'importance de la pluviométrie dans les périodes précédant une recrudescence des effondrements comme en 1995 et 2001, ainsi que dans une moindre mesure la période 1996-2000 [50], voire 2016 ou 2018 (cf. annexe n° 4). L'occurrence des effondrements est plus forte la nuit durant laquelle les différences de température déclenchaient plus facilement les mouvements de terrain ([1], [37]). Enfin, « *la vitesse d'apparition est considérée comme rapide (quelques secondes à quelques heures), souvent sans véritable signe avant-coureur* », [50].

« *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* » pour respectivement plusieurs milliers et une petite centaine les années très pluvieuses avec des nappes phréatiques en position haute [1]. En 1995, il est dit que le BRGM estimait qu'il y avait eu de 1 000 à 1 500 effondrements liés à des cavités souterraines pour le seul département de la Seine-Maritime [1] ; mais un ingénieur du BRGM déclare un chiffre de 676, d'autant plus intéressant qu'il a été acquis par des survols aériens et donc est indépendant de toute déclaration¹³.

Sauf une exception récente dans l'Eure (DDTM, cf. annexe n° 4), il n'existe pas de statistique chronologique, à vocation exhaustive et tenue à jour, relative aux effondrements, affaissements et autres sinistres ; ceux-ci ne sont d'ailleurs sans doute pas tous déclarés.

Le Cerema a pu apporter des réponses [19], partielles mais intéressantes, sur les effondrements observés et exploitables (1 364), en fonction de leur origine, de leur profondeur ou de leur diamètre. Le Cerema communique aussi des données sur l'extension des marnières : 75 % possèdent une extension supérieure à 15 m, 25 % à 30 m et seulement 5 % à 100 m (sur un échantillon de 151 cavités seulement), [48]. Le Cerema et moins directement le BRGM peuvent fournir le nombre de nouveaux indices ou cavités qu'ils enregistrent chaque année.

Le BRGM réalise actuellement une étude pour la DGPR sur l'influence des intempéries sur les mouvements de terrain liés aux cavités souterraines. Il a formalisé ses résultats sur les marnières à l'occasion de cette mission, [50]. En se fondant, d'une part, sur ses interventions (rapports d'expertise et courriels) et sur la presse (compilation réalisée des « années 1990 » à 2009 par l'association pour la défense des victimes des terrains à risques et d'information sur les sites dangereux (ADVTR-ISD) encore appelée « SOS-marnière »), et, d'autre part, sur la base mouvements de terrain (BD mvt) – approches qui ne sont aucunement exhaustives mais constituent un échantillon intéressant –, le BRGM conclut que « *les deux chroniques annuelles confirment les tendances évoquées plus haut* :

- *très peu de mouvements avant 1995 ;*
- *une recrudescence en 1995, 2001 et, dans une moindre mesure, entre ces dates ;*

¹³ Ces décomptes réalisés au mois de mai 1995 portent sur une partie seulement de la Seine-Maritime (50% environ) mais la plus concernée par le phénomène selon les cartes communiquées par le BRGM. Cet organisme n'a pas pu retrouver un rapport qu'il aurait produit et sur lequel [1] aurait pu fonder la valeur de 1 000 à 1 500 effondrements, [50].

- *moins d'événements depuis 2001, à l'exception de 2012* ».

Pour les années à moins de dix événements par an ou « normales », la plupart des mouvements sont recensés entre novembre et février, pour les autres années plus « riches », la répartition est plus hétérogène, les mois d'hiver sont les plus marqués, tandis que juillet, août et, dans une moindre mesure, septembre semblent relativement épargnés. Le printemps et l'automne sont dans une situation intermédiaire.

En croisant ces chroniques avec les données climatologiques de la station de Rouen-Boos, le BRGM met en évidence deux possibilités de lien avec la pluviométrie, [50] :

- sur une durée pluriannuelle, les fortes recrudescences de l'hiver 1994-1995 et du premier semestre 2001, ainsi que les recrudescences moyennes de 1998 et 1999 semblent liées à un cumul de 2 à 3 ans de pluies intenses et persistantes ;
- sur une durée plurimensuelle, les recrudescences « moyennes » des années 1997 et 2012 semblent davantage liées à des épisodes pluvieux de quelques mois.

Le BRGM estime que *« cette analyse indiquerait que la probabilité d'une recrudescence d'événements est sensiblement plus forte si le cumul de pluies sur 2 ans est supérieur à 2 100 mm (valeur supérieure de 19 % à la normale sur la période étudiée) ou si le cumul de pluies sur 2 mois est supérieur à 140 mm (valeur correspondant à la normale sur la période étudiée) »*.

Le lien avec la pluviométrie ou des remontées de nappe phréatique est bien expliqué et connu. La craie perd très fortement et rapidement (i.e. de façon non-linéaire) sa résistance à la compression en fonction de sa saturation en eau.

En complément et de façon très qualitative pour estimer l'occurrence sur le long terme, sur une zone dotée de 14 marnières par km² (soit 100 ha), chacune affectée d'un rayon de danger de 60 m, environ 15 % de la surface est théoriquement susceptible d'effondrement. Toutefois, l'extension réelle des cavités, si elle était connue, permettrait vraisemblablement de réduire le risque d'un facteur 2 ou 3 ; par ailleurs la gravité des effondrements est variable en fonction de la distance à la marnière. C'est pourquoi il en est parfois déduit que la probabilité qu'un bâtiment soit touché au cours du prochain siècle serait de l'ordre de quelques pour mille à 2-3 % (ex. [1]), voire 5 %. Cette approximation est assez en accord avec ce qui a été observé au cours des dernières décennies. Elle confirme un risque qui est loin d'être nul même s'il est très difficile de réduire l'incertitude¹⁴ qui l'entache et qu'il ne faut pas l'exagérer.

Enfin, il faut être conscient qu'une marnière peut connaître plusieurs effondrements successifs au même endroit, ce qui est classique pour un puits, ou rapprochés à la suite du développement de plusieurs cloches de fontis différentes (remontée plus ou moins lente d'un effondrement qui commence localement par une partie du plafond de la cavité). Ce cas a été présenté à la mission au Havre. C'est pourquoi il faut agir dès le premier événement sans conséquences graves, si un bâtiment est à proximité.

L'utilisation du fonds Barnier (fonds de prévention des risques naturels majeurs) qui pourrait être une source d'informations complémentaires très pertinentes n'est d'aucun secours parce qu'elle ne fait l'objet d'aucun suivi précis par catégorie d'opérations (rien

¹⁴ Pour mémoire, le nombre de marnières reste discuté tandis que leurs volumes ou leurs étendues sont estimés de façon incertaine à partir d'échantillons de taille réduite.

ne permet de mettre en défaut le suivi comptable, qui n'était pas dans le champ de la mission, mais les rapprochements entre flux financiers et sinistres sont *de facto* impossibles).

Ainsi, compte tenu du caractère « qualitatif », incomplet et incertain des données, il n'est pas possible de se prononcer définitivement sur l'augmentation ou non du nombre de sinistres au cours des prochaines années (sans prendre en compte l'augmentation de l'aléa liée à l'urbanisation au-delà des bourgs historiques). Les données très récentes du BRGM sont toutefois préoccupantes : d'une part parce qu'elles suggèrent une possible augmentation des effondrements au cours des dernières décennies ; d'autre part parce que la répétition, vraisemblablement de plus en plus fréquente, de phénomènes pluviaux liés au changement climatique pourrait être de nature à accélérer les processus d'effondrement, en raison de la sensibilité de la craie aux apports massifs d'eau. Le comportement mal connu des piliers et du toit des cavités face au vieillissement est une autre source d'incertitude.

1.3. Des méthodes de détection appelant encore des améliorations

Il convient de distinguer les territoires libres d'urbanisation de ceux déjà plus ou moins densément bâtis.

En dehors des zones construites, les méthodes utilisées jusqu'à présent montrent leurs limites et ne semblent pas susceptibles d'apporter de progrès, sauf là où elles n'auraient pas été mises en œuvre. En revanche, des développements techniques récents ouvrent de nouvelles perspectives qui doivent être explorées.

La détection des marnières peut porter sur la recherche des cavités ou de leurs puits (les marnières dont l'accès se faisait par galerie, plutôt rares, présentent a priori moins de problèmes). Les méthodes reposent soit sur des analyses photographiques, en lumière visible ou infrarouge (thermique), soit sur des techniques de géophysique (sismique, micro-gravimétrie, étude des champs ou de la propagation des ondes électriques et électromagnétiques).

1.3.1. Sur des surfaces importantes, non urbanisées, par la recherche des puits – méthodes à grand rendement

Ces méthodes sont applicables sur de grandes surfaces dès lors que leur couvert agricole, forestier ou même horticole urbain le permet. Notamment, la forêt ou certaines cultures (maïs par exemple) entravent l'usage des méthodes photographiques.

1.3.1.1. Photographie et thermo-photographie aériennes – usage de drones et exploitation par l'intelligence artificielle

Bien qu'il requière une longue pratique et une grande expertise tout en étant laborieux, l'usage de photographies aériennes en lumière visible pour repérer des indices de marnières est à la fois ancien, pertinent et toujours d'actualité [2].

D'une part les premières photographies aériennes datent très souvent d'avant la seconde guerre mondiale, des indices d'exploitation ou de fermetures alors récentes sont discernables ainsi que d'éventuels fontis, bosquets ou arbres singuliers. D'autre part et surtout, de nombreuses constructions et lotissements récents sont absents.

Malheureusement, ces clichés ne sont pas toujours de bonne qualité et parfois ne permettent pas un positionnement précis des indices sur le terrain. Ils n'ont souvent pas été pris avec une lumière optimale (plutôt rasante) pour une bonne détection. Enfin, payants jusqu'en 2008, ils ont rarement été exploités dans leur totalité ; or la comparaison de deux photographies prises à des dates différentes est la plus riche d'enseignements, même si les différences d'échelle et d'angle de prise de vue complexifient les analyses.

Plus récemment, la photographie infrarouge s'est développée, le Cerema privilégie et développe cette méthode. Il y a quelques décennies, les images manquaient encore de sensibilité et de résolution, exigeant d'être prises tôt le matin ou tard le soir, en été ou en hiver, pour que les puits rebouchés superficiellement et bénéficiant ainsi d'échanges thermiques différenciés avec le sous-sol apparaissent plus chauds ou plus froids avec un contraste suffisant. Des résultats ont toutefois été obtenus dès 1999-2000 ([22], [23]).

Les nouveaux capteurs thermiques offrent des sensibilités supérieures à 0.1 à 0.2 °C et des résolutions pouvant atteindre 3.6 cm à 50 m de distance ; ils peuvent être couplés avec une caméra optique résolvant ainsi les problèmes de calage ultérieurs. En renouvelant des passages espacés d'une heure et en exploitant les moments les plus propices de la journée (tôt le matin ou en fin de soirée), il est possible de déceler des phénomènes thermiques dus à des mouvements de convection de l'air sous le bouchon d'un puits ou d'évaporation préférentielle par ce dernier. Ces méthodes sont encore au stade de la recherche au Cerema mais la France disposerait d'une légère avance (parce qu'elle serait partie plus tôt, il n'y a pas de réelle prouesse technologique). Elles présentent l'avantage d'être valorisables dans d'autres domaines comme la surveillance des digues, des barrages ou des fronts rocheux comme les traits de côte ou les falaises (notamment par l'identification des zones plus humides), ([2], [3], [4], [5] et [6]), ce qui permettrait d'amortir les investissements requis. Un équipement complet (drone¹⁵ équipé d'une caméra thermique de très haute résolution et d'un appareil photo) coûte moins de 80 000 € et dispose d'une capacité de relevé de l'ordre de 25 ha/jour, donc à assez grand rendement.

Une généralisation de ces méthodes et leur emploi sur de vastes territoires exigent deux développements :

- l'usage fiable et routinier de drones (ce qui relève de la « mise au point » car ces équipements sont déjà mis en œuvre) ;
- l'exploitation des données par des méthodes d'intelligence artificielle (une coopération est en cours avec l'Université de Rouen).

1.3.1.2. Les méthodes électriques et magnétiques

Le BRGM met en avant plusieurs autres méthodes de détection, fondées sur les différences de résistivité (études de courants électriques), de permittivité diélectrique ou de perméabilité magnétique (études des champs) selon les milieux sondés, [26].

De façon schématique, un tracteur est équipé de « herses-rouleaux » ou d'antennes dont les pointes injectent ou mesurent des courants électriques ou des champs électromagnétiques. La présence d'un bouchon de puits, dont la composition et/ou la teneur en eau sont différentes de celles du matériau encaissant, se traduit par une perturbation dans le signal. La présence de pièces métalliques, parfois (souvent) utilisées au siècle dernier pour supporter le bouchon des puits devrait engendrer des anomalies complémentaires assez fortes. Les investigations étant au sol, elles

¹⁵ Hélicoptère pouvant embarquer 6 kg de charge utile. Autonomie maximale de vol 30 mn.

nécessitent de meilleures conditions d'accessibilité que les méthodes de détection aérienne par infrarouges précédemment évoquées.

Ces recherches sont moins avancées que celles du Cerema ; elles n'ont pas encore donné lieu à publications mais à plusieurs rapports au cours des dix dernières années. Elles offrent l'intérêt d'établir des connexions avec les méthodes de détection locale de cavités. Un programme de recherche, à l'initiative de la DDTM de Seine-Maritime de 150 à 160 k€ ht impliquant des partenaires régionaux (Département et Chambre d'agriculture de Seine-Maritime, DREAL, BRGM, Cerema) et soutenu par la DGPR¹⁶ (50 %) a été acté au début de l'année 2019. Les résultats sont attendus en 2020¹⁷.

1.3.1.3. Les relevés géodésiques et modèles numériques de terrain

L'observation de petites variations de relief est une méthode ancienne de détection des zones d'affaissements de faible amplitude. Cette recherche d'indices sciographiques (concernant les micro-reliefs) utilisait essentiellement des photographies aériennes hivernales, pour bénéficier de l'absence de cultures, prises en début ou fin de journée [22], pour profiter d'une lumière rasante.

Les possibilités nouvelles qu'apporterait un modèle numérique de terrain (MNT) de haute résolution mériteraient d'être explorées. Cette approche a été utilisée localement dans l'Est du Calvados pour des bétoires¹⁸, semble-t-il avec intérêt. Aujourd'hui une précision planimétrique de 1 m et altimétrique de 0.2 m est disponible sur le trait de côte et le long des fleuves en Normandie (comme partout en France selon le site de l'IGN). Cette précision permettrait déjà vraisemblablement de détecter des zones d'affaissement généralisé, voire des désordres plus ponctuels, surtout si elle pouvait être améliorée en altimétrie et actualisée périodiquement. Néanmoins, en l'absence d'une couverture de l'ensemble du territoire national, laquelle est regrettée pour d'autres applications dans le domaine des risques naturels, ce mode de recherche n'est pas exploré.

1.3.2. Sur des sites identifiés ou suspectés, en milieu bâti ou urbanisé, par la recherche des cavités – méthodes non destructives à faible rendement

Aucune méthode géophysique ne permet la détection fiable d'une marnière, ni même et surtout ne permet de garantir son absence.

Deux raisons générales au moins doivent être soulignées :

- d'une part, la profondeur des marnières par rapport à leur taille est trop grande ;*
- d'autre part, si la structure géologique de la Normandie sédimentaire est simple, les variations locales sont fortes ; à une échelle de quelques mètres, les épaisseurs de limons et surtout d'argile ou de craie altérée peuvent substantiellement varier (ce qui explique aussi les formes*

¹⁶ Sur le Budget opérationnel de programme BOP 181 : Prévention des risques.

¹⁷ Ce programme devrait parfaitement s'intégrer dans l'accord de partenariat entre le BRGM et le Cerema signé le 16 février 2018 à Paris.

¹⁸ Puits naturels de petites dimensions (quelques décimètres de diamètre) d'origine karstique, zone d'engouffrement ou d'absorption des eaux météoriques (bétoire serait à rapprocher de *bibitoria* « trou pour l'eau, abreuvoir » ou de *beturaye* « boire beaucoup », source : <http://www.cnrtl.fr/etymologie/betoire>, le 29/04/2019).

irrégulières ou les zones d'exploitation avortées de certaines marnières) ;

- une troisième explication doit être ajoutée ; en milieu urbanisé ou simplement construit, les réseaux plus particulièrement (électriques, d'eaux ou de gaz ...), les matériaux des bâtiments, les vides anthropiques (caves) sont des sources de perturbations majeures des différentes méthodes telles qu'il est souvent impossible de déduire des mesures.*

Toutes les méthodes de la géophysique ont été tentées pour améliorer la détection des marnières [25] : micro-gravimétriques, électriques (résistivité), électromagnétiques (en champ proche et en champ lointain), applications en diagraphie (association de certaines de ces méthodes à des forages), sismiques (de surface, de réflexion, de réfraction, en haute résolution). Aucune n'a jusqu'à présent apporté la réponse attendue.

Qui plus est, des espoirs annoncés dans les années 2 000 [24] n'ont été suivis d'aucune avancée concrète. Des travaux antérieurs ([27], [28]) laissaient pourtant espérer des progrès faciles par transposition des avancées méthodologiques et techniques de laboratoire aux recherches de terrain.

Enfin, toutes ces méthodes exigent des professionnels (très) expérimentés tant pour leur réalisation que, surtout, pour leur interprétation.

1.3.2.1. Les approches par micro-gravimétrie

La loi de l'attraction universelle concerne toutes les masses avec un facteur d'autant plus fort qu'elles sont proches puisque l'effet est inversement proportionnel au carré de la distance qui les sépare. La présence d'un vide se traduira donc par un défaut d'attraction mesuré par une diminution de g , l'accélération de la pesanteur.

Les difficultés présentées par cette méthode sont de plusieurs ordres. En premier lieu, les mesures portent sur des anomalies de 10 à 20 μgal soit de l'ordre de dix milliardièmes de l'accélération de la pesanteur ($g \approx 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ et $1 \mu\text{gal} = 10^{-8} \text{ m.s}^{-2}$). Les mesures sont délicates et longues parce qu'elles exigent des temps de stabilisation des instruments (10 à 20 mn). Il est difficile de faire beaucoup plus que la moyenne donnée par la littérature de 50 points de mesure par jour et la maille requise est de l'ordre de 2 à 3 m le plus souvent.

De très nombreuses corrections doivent être apportées pour tenir compte des variations naturelles de l'accélération de la pesanteur (la Terre n'est pas une sphère, les structures géologiques régionales importent, l'altitude est essentielle et doit être connue au centimètre près, etc.). Enfin, des variations dans la composition des roches et milieux sous-jacents sont déterminantes (argile vs. craie, saturée ou non d'eau, présence d'eau dans la cavité bien que cela soit plutôt rare pour une marnière, etc.).

Pour autant, la micro-gravimétrie est souvent mise en avant, notamment par le BRGM. Ses fondements physiques précis et simples permettent des modélisations poussées qui ont progressé encore récemment ; la masse des bâtiments environnants peut être désormais prise en compte. Si la forme exacte et l'importance d'une cavité ne peuvent pas être déterminées, sa présence peut être souvent suspectée, si elle n'est pas trop profonde.

Des progrès restent possibles et c'est une des méthodes les plus adaptées à la détection de cavités vides. Mais elle est coûteuse, longue à mettre en œuvre et exige des spécialistes expérimentés.

1.3.2.2. Les méthodes sismiques

Ces méthodes étudient la propagation d'ondes mécaniques dans le sol ou à sa surface (ondes de compression, de cisaillement, de torsion). Ces ondes sont engendrées par des explosions, des impacts ou des chocs. Les fréquences utilisées sont de l'ordre de la dizaine à quelques centaines de Hertz. Les ondes peuvent être réfléchies ou réfractées lorsqu'elles changent de milieu de propagation, ce qui induit des retards ou des avances mesurés par des géophones.

Selon leurs types, la vitesse de déplacement des ondes dépend de leur fréquence ou non et, de façon générale, du type de roche en présence. Un espace vide est un perturbateur important, notamment en réflexion. Les profondeurs explorées sont de l'ordre de la cinquantaine de mètres.

Ces méthodes et en particulier la sismique de haute résolution donnent des résultats intéressants, en particulier pour les carrières exploitées en bancs, mais complexes à interpréter. Cependant, leur usage en milieu urbain est difficile, voire impossible, en raison du « bruit de fond » dû aux multiples vibrations des activités d'une cité qu'il est difficile de modéliser et de corriger.

1.3.2.3. Les méthodes électriques

Le principe consiste à mesurer les variations de résistivité des milieux (en Ω/m , inverse de la conductivité). Celle-ci dépend, notamment, de leur nature (argile, craie, etc.), de leur texture (porosité, etc.) et de leur teneur en eau.

De nombreuses électrodes sont placées régulièrement sur le sol et servent successivement d'injecteur de courant ou de capteur de tension. La combinaison des différentes mesures permet de construire des cartes de résistivité, d'interprétation délicate.

Surtout adaptées à la détection des cavités remplies d'eau, elles ne sont pas préconisées pour la recherche des marnières. Leur adaptation pour la recherche des têtes de puits (cf. supra 1.3.1.2., p. 25) paraît en revanche devoir être explorée.

1.3.2.4. Les méthodes électromagnétiques

Ces méthodes sont multiples en raison des sources et des fréquences utilisées qui ont des effets dominants différents. Les sources peuvent être naturelles, artificielles lointaines (par exemple des émetteurs radio, militaires ou commerciaux) ou proches avec un émetteur portable.

Les méthodes basses fréquences sont principalement sensibles aux différences de conductivité et donc adaptées aux cavités conductrices (remplies d'eau ou d'argile). Elles sont écartées pour les marnières.

Les méthodes haute fréquence (de quelques dizaines de MHz à quelques GHz) recouvrent le radar géologique. Des impulsions très brèves sont émises et sont partiellement réfléchies lorsqu'elles rencontrent un contraste diélectrique ; leur mesure en retour apporte des informations sur la nature du sous-sol. Les antennes émettrice(s) et réceptrice(s) peuvent ou non être confondues, elles ne sont pas directionnelles (sauf exception *a priori*). Le milieu ne doit pas être conducteur sinon les

ondes ne le pénètrent pas ; la méthode est donc adaptée aux calcaires mais non aux argiles et limons et leur simple présence en couverture est une difficulté. Les résultats sont avant tout qualitatifs et exigent des sondages de contrôle.

Sauf adaptation (cf. infra 1.3.2.5.), les méthodes électromagnétiques semblent peu propices à la détection des marnières. Toutefois, en surface, la technique du radar géologique pourrait permettre de détecter les têtes de puits comblées ayant des teneurs en eau différentes du terrain encaissant (variation de permittivité diélectrique, radar géologique à grand rendement (cf. supra 1.3.1.2., p. 25)

1.3.2.5. Les méthodes diagraphiques

Les diagraphies consistent à mesurer une grandeur physique ou des caractéristiques le long d'un forage, soit au cours de sa réalisation, diagraphie instantanée (vitesse de pénétration, résistance à l'avancement, type de roche, etc.), soit après sa réalisation, diagraphie différée, par introduction d'une sonde idoine de mesure (température, champ magnétique local, radioactivité, réception d'ondes électromagnétiques ou sismiques, etc.), soit enfin par introduction d'une antenne émettrice (radar géologique ou borne d'un générateur électrique par exemple).

Ces techniques présentent une bonne résolution verticale (jusqu'à quelques centimètres) mais une pénétration horizontale assez faible de quelques mètres. Les analyses générales les concernant sont positives ([18], [25], [28]) et suggèrent leur réel intérêt entre deux forages distants de moins de 10 m, notamment dans le domaine de l'électromagnétisme (tomographie radar et tomographie électromagnétique mesurant les variations de résistivité). Leur usage dans la craie permettrait de s'affranchir des problèmes posés par les sédiments conducteurs argilo-limoneux superficiels.

Dans une approche simplifiée, un seul forage peut être utilisé, soit avec une antenne radar émettrice et réceptrice, soit avec un dispositif émetteur (sismique ou électrique) et des capteurs rayonnant autour de la tête du forage ([25], [28]).

Une limite de ces méthodes, qui est aussi une source d'amélioration *a priori* résolue [25] ou au moins soluble, est l'absence d'antennes directionnelles pour les méthodes électro-magnétiques.

Les approches diagraphiques ne sont naturellement pas adaptées à la recherche de cavité « *a priori* », elles sont partiellement destructives ; en revanche, leur utilisation en cas de suspicion permettrait vraisemblablement de limiter le nombre de forages et d'abaisser sensiblement le coût des études. Cette piste mériterait vraisemblablement d'être explorée plus activement qu'elle ne l'est.

1.3.3. Les forages : une méthode destructive, coûteuse et localisée

En cas de suspicion ou de présence avérée d'une cavité, il est quasiment impossible de connaître son extension et sa géométrie sans l'observer *in situ* (sauf si elle était très proche de la surface, ce qui n'est pas le cas en Normandie). Il est alors nécessaire de faire des forages dont la probabilité qu'ils rencontrent la cavité si elle existe n'est jamais égale à 1. Il s'agit, à la différence des techniques précédentes, d'une méthode destructive.

Il est admis qu'à proximité d'un indice, des forages distants de 2,5 m au maximum et d'un diamètre suffisant sont requis pour pouvoir distinguer à la foration un vide franc, d'un terrain décomprimé (car proche d'un vide) ou de fissures karstiques (diamètre supérieur à 115 mm depuis septembre 2015, contre 95 mm fixé en 1995 ; le

laboratoire central des ponts et chaussées considérait [1] que l'idéal est un diamètre supérieur à 140 mm). Il faut aussi que ces forages soient assez profonds pour espérer atteindre la marnière éventuelle (de 25 à 40 m).

Il n'est pas assuré que tous les foreurs ou les bureaux d'étude appliquent parfaitement ces recommandations.

1.4. Une exploration *in situ* impérative pour caractériser le risque d'une cavité repérée

La simple présence d'une cavité ne permet pas de quantifier le risque. Celle-ci peut être saine et donc peu susceptible d'évolution rapide ou présenter des risques de rupture, voire être déjà partiellement effondrée¹⁹.

Pour préciser le risque, il faut impérativement explorer la cavité :

- soit par une reconnaissance humaine, ce qui implique de retrouver et de rouvrir le puits d'accès ou d'en forer un nouveau ; un puisatier disposant d'une compétence particulière est requis, ce qui pose de plus en plus de problème compte tenu de la disparition de ce métier (il a été signalé à la mission qu'il n'en restait plus qu'un seul en activité en Seine-Maritime et aucun dans l'Eure) ;
- soit en introduisant une caméra pour observer la cavité. Des caméras performantes ou des scanners laser [32] permettent de décrire très précisément et de repérer le volume en trois dimensions (pour la partie visible depuis le puits ou le forage d'exploration). Ces équipements sont d'un coût élevé, de l'ordre de 100 k€ mais sont très utiles, voire indispensables, pour préparer des opérations de mises en sécurité par comblement.

1.5. Une situation non satisfaisante sur les plans méthodologique, financier et humain

1.5.1. La gestion collective de l'information reste à organiser

Le bilan des informations aujourd'hui disponibles ainsi que l'observation de leur éclatement relatif entre les communes ou leurs établissements publics de coopération intercommunale, les services de l'État et les organismes scientifiques et techniques nationaux sont préoccupants.

Il apparaît aujourd'hui impératif de compléter les inventaires locaux, de les compiler efficacement dans une base unique, facilement accessible et partagée.

Eu égard aux insuffisances des méthodes fondées sur l'exploitation des archives au sens large qui ne paraissent pas pouvoir être résolues, de nouvelles méthodes de détection doivent être recherchées.

¹⁹ Néanmoins, le risque dépend très fortement de la teneur en eau de la roche (cf. 1.2.2., p. 22) et peut donc rapidement varier dans le temps.

1.5.2. La spécificité des marnières restreint la démarche concertée entre l'État et les collectivités

Un des axes de la politique nationale de prévention des risques est l'encouragement d'une démarche concertée entre l'État et les collectivités. Celle-ci a pour objectif de prendre en compte les réalités et les contraintes locales dans le respect des principes et des orientations fondamentales fixées à l'échelle du pays ou dictées par les considérations scientifiques et techniques ainsi que par la solidarité nationale.

Cette approche se conçoit très facilement pour la gestion des inondations. Ces phénomènes concernent de vastes territoires, impliquent des populations et des collectivités nombreuses ; ils exigent une gouvernance assez complexe et des transferts de financements importants, par exemple pour des dispositifs de protection amonts dont les bénéficiaires sont essentiellement, voire exclusivement en aval.

Il n'en est pas de même pour le risque associé aux cavités souterraines qui se caractérise par une origine et des conséquences étroitement circonscrites sur un même lieu. Le caractère diffus et localisé du risque engendré par les marnières renforce ce constat.

La volonté d'élaborer un dispositif contractuel entre l'État et une collectivité (ou un groupe de collectivités) était « *considérée comme une des actions phares du plan national pour la prévention du risque d'effondrement de cavités souterraines 2013-2015* ». Le dispositif mis en place pour cela, le PAPRICA ou programme d'action de prévention des risques cavités, est dénoncé comme très lourd par les acteurs qui le connaissent (c'est-à-dire une partie seulement). Il s'inspirait directement du dispositif éprouvé des PAPI²⁰ et engageait un appel à projets.

La présentation des objectifs du plan national précité, de sa mise en œuvre et de ses résultats, paraît quelque peu édulcorée aux yeux de la mission [10]. Ainsi, pour le programme PAPRICA, cette présentation ne reconnaît pas que parmi cinq collectivités pilotes²¹, une seule, Lille, n'a engagé que le « projet d'intention » et non la « démarche complète », les autres n'ayant rien entrepris. De même, l'information du Parlement pourrait mieux traduire ou refléter cette réalité [45].

Les raisons de cet échec découlent du constat précédant de risques localisés auquel s'ajoute l'exigence d'un plan de prévention des risques naturels (PPRN) de nature quelconque toutefois, pour pouvoir bénéficier de tous les financements. En l'absence de PPRN, l'intérêt financier du PAPRICA est très modeste pour les collectivités ; celles-ci doivent mobiliser leurs services pour monter et porter le projet, perçu comme lourd et complexe, en échange du financement partiel (40 % dans la limite de 60 000 €/an, [11]) par l'État de ce coût organisationnel. C'est quasiment le seul point non conditionné à l'existence d'un PPRN. *A contrario*, le fonds Barnier est accessible sans PAPRICA.

Malgré ce constat d'échec, la seconde version du PAPRICA est en préparation avancée par la DGPR et l'Ineris (cf. 3.1.2., p. 45). Le cahier des charges réactualisé, dans sa version 2, comporte 27 pages, contre 19 dans sa version antérieure de 2015 [12]. Il n'allège pas la contrainte de l'existence d'un PPRN pour bénéficier de l'essentiel des financements (notamment la mesure « *études et travaux ou équipements de prévention ou de protection contre les risques naturels* »). Pour

²⁰ Créés en 2003, ces programmes d'actions de prévention des inondations, PAPI, sont aidés par l'État et permettent de mobiliser, grâce à un partenariat entre l'État et les acteurs locaux, l'ensemble des outils de prévention à l'échelle d'un bassin de risque.

²¹ Lille, Senlis, Roquevaire, Chanteloup-les-Vignes et Saumur aggro.

mémoire, il n'existe actuellement aucun PPRN restreint aux seules « marnières » en France²².

1.5.3. Une politique insuffisamment coordonnée, suivie et évaluée

Il ressort des constats précédents une insatisfaction, particulièrement quant au résultat fourni par les inventaires et les bases de données.

Si les moyens accordés au regard des techniques employées sont vraisemblablement insuffisants, l'éclatement ou la parcellisation des investissements ainsi qu'un apparent manque de tradition de travail en commun est une autre cause de ce résultat décevant.

La connaissance du risque est un préalable nécessaire à sa gestion, cette évidence semble partagée depuis longtemps par la totalité des interlocuteurs de la mission.

Le Conseil d'orientation pour la prévention des risques naturels majeurs (COPRNM) dans ses recommandations du 26 août 2002, rappelait que « *depuis 1994, un inventaire des cavités souterraines, hors galeries minières traitées par ailleurs, a été engagé ; il doit être achevé en 2006. Cette action [...] afin de reconstituer la mémoire territoriale défaillante et d'améliorer la connaissance de l'aléa comporte notamment : la réalisation d'une banque nationale de données cavités souterraines ; le repérage des indices de terrain et l'exploitation d'archives pour localiser les marnières commune par commune* ». Il demandait aussi « *la mise en place d'un observatoire des effondrements assurant un suivi au niveau national de l'évolution de l'aléa [qui] permettra notamment de renforcer les capacités de prévision statistique des phénomènes* ».

Force est de constater que ces recommandations restent toujours entièrement d'actualité.

Le plan national pour la prévention des risques liés aux effondrements de cavités souterraines de juillet 2013 [9], qui dépasse la seule question des marnières, reprend dans ses orientations stratégiques l'amélioration de l'information ; notamment, son deuxième axe s'intitule « *informer, former et sensibiliser les acteurs de la prévention du risque* ». Plus particulièrement, lors des consultations préalables à sa préparation en 2011, « *la nécessité de poursuivre l'inventaire des cavités* » avait été plébiscitée ainsi que celle « *visant à accompagner les élus et les citoyens dans leurs recherches de solutions pratiques pour réduire le risque* ». Ce plan a reçu en 2012 un avis favorable du Conseil d'orientation pour la prévention des risques naturels majeurs.

Le bilan de ce plan triennal (2013-2015), en octobre 2017 [10], constate que les inventaires ont été réalisés dans tous les départements de France à l'exception des deux correspondant à l'ancienne Haute-Normandie, non encore achevés. Néanmoins, il élude les difficultés ou insuffisances souvent dénoncées quant au manque d'exhaustivité ou de précision de ces inventaires (même lorsque l'on rapproche les bases mouvements de terrain et cavités (BD mvt et BD cavités)²³.

²² En revanche, il existe des PPR « cavités » ou « mouvements de terrain » plus généraux qui traitent, dans un volet particulier, des marnières, dans le Calvados et dans l'Orne.

²³ À supposer que ces difficultés soient spécifiques aux marnières, ce qui n'est pas immédiat, les problèmes de la Normandie étaient alors connus.

1.5.4. Les sinistres sont sources de problèmes humains et financiers

La gestion des risques engendrés par les marnières ne saurait ignorer les situations des personnes ou des familles touchées par ce risque de façon concrète ou potentielle.

La presse ou internet mais aussi les services de l'État ou des collectivités citent d'assez nombreux exemples illustrant les problèmes rencontrés, tant matériels que financiers (cf. annexe n° 4).

Le constat de la présence d'une marnière sous une habitation, avec ou sans effondrement avéré, provoque :

- le plus souvent un arrêté de péril du maire engendrant une obligation d'évacuer les lieux et donc de relogement, qui est souvent de longue durée (*a minima* plusieurs mois, souvent plusieurs années, cf. annexe n° 4 et compte tenu des procédures décrites ci-après) ;
- la nécessité d'études et d'investigations, longues à mettre au point, évolutives pour caractériser la cavité cause du péril et lourdes sur le plan financier ;
- des travaux éventuels de mise en sécurité, également onéreux ; les deux éléments précédents nécessitent le dépôt et l'instruction d'une demande d'indemnisation au titre du fonds Barnier et la mise en place d'un financement résiduel important par le propriétaire ;
- la remise en état ultérieure du terrain, à la charge intégrale du propriétaire ;
- la réfection de certains aménagements et des décorations intérieures de l'habitat, dégradés après une vacance prolongée, plus ou moins majoritairement à la charge du propriétaire ; les deux éléments précédents rallongeant encore la durée du retour à la normale pour le propriétaire ;
- éventuellement le rachat du bâtiment et de son terrain en l'état par acquisition amiable ou par expropriation, en alternative aux travaux de sécurisation.

Dans le dernier cas, le bien reconnu irréparable donne lieu à une indemnisation assurantielle, éventuellement complétée par le fonds Barnier. Ce cas non observé directement par la mission n'est, ni le plus complexe, ni le plus problématique.

En revanche, les propriétaires-occupants d'une maison sous laquelle une marnière est fortement suspectée rencontrent des obstacles économiques et matériels difficiles et parfois non surmontables. De surcroît, ils sont civilement responsables puisque le sous-sol leur appartient (ce qui ne serait pas le cas avec une cavité d'origine minière – cf. annexe 3).

Les assurances ne couvrent pas les frais d'études, de recherche et d'investigation (puisque rien n'est avéré) ou même les travaux de mise en sécurité, tandis que le fonds Barnier n'intervient qu'à hauteur de 30 %²⁴.

²⁴ Pour un propriétaire privé ; si les travaux peuvent être pris en charge par la collectivité (par exemple si les dégâts touchent une voirie), que celle-ci l'accepte (ce qui n'est pas nécessairement le cas) et qu'elle soit couverte par un PPRN prescrit ou approuvé, le taux atteint 40 ou 50 %.

Les sommes nécessaires ne sont pas anodines (1 500 à 2 000 € pour un décapage du sol, 1 000 à 2 000 € par sondage – il en faut très souvent plusieurs, 15 000 € pour une (ré)ouverture de puits, 150 à 200 €/m³ de comblement par coulis de ciment par exemple). Le total peut couramment atteindre 100 à 150 k€ pour une cavité, montant qui atteint une part substantielle de la valeur d'un pavillon dans une banlieue normande sans pour autant la dépasser nécessairement, ce qui interdit alors une acquisition ou une expropriation et donc une indemnisation « totale ».

La situation peut rapidement devenir non-résoluble, le propriétaire est souvent dans l'impossibilité de réunir cette somme et, de surcroît, il ne peut pas facilement l'emprunter. Au moins en ce qui concerne les études et investigations, le montant total est initialement inconnu, ce qui rebute les organismes financiers, et ne peut pas être garanti par le bien immobilier menacé.

En cas de relogement, les frais sont couverts totalement par le fonds Barnier s'ils sont justifiés, ce qui peut être onéreux pour la collectivité puis l'État quand cette situation perdure de nombreux mois, voire quelques années.

La réhabilitation des terrains et de l'habitat, dégradés par les travaux et la vacance, fait l'objet de positions variables selon les assurances et est ignorée par le fonds Barnier.

Enfin, même si la mission n'a pas rencontré de telles situations, les perturbations durables engendrées par ces sinistres peuvent avoir ou faciliter des conséquences humaines (difficultés familiales, divorces, mobilités professionnelles empêchées, etc.) qui ne sauraient être passées sous silence.

La mission considère qu'une réflexion sur le soutien ou la prise en charge des coûts engendrés par les marnières (sinistres avérés, présence certaine ou suspectée) apparaît aujourd'hui impérative. Elle doit être comparée avec ce qui est prévu pour d'autres risques. Un accompagnement social, autant sur le plan méthodologique qu'humain, apparaît également indispensable.

1.6. Un coût des opérations rapidement hors de portée pour un simple particulier

L'impact sur les situations humaines et sociales des désordres provoqués par les marnières a déjà été évoqué et ne sera pas rappelé même s'il ne doit aucunement être perdu de vue.

Comparé à d'autres risques naturels, le coût des opérations de mise en sécurité ou de prévention est modéré. Qui plus est, les travaux garantissent, s'ils sont bien faits, une résolution totale et définitive des risques ; ce qui est différent avec les inondations par exemple.

En revanche, les coûts sont souvent hors de portée d'un simple particulier, comme cela a déjà été dit (1.5.4., p. 33) ou est exposé avec les exemples de l'annexe n° 4. L'importance de la concurrence a été soulignée et parfois dénoncée, car alors considérée comme néfaste pour la qualité. Les données économiques disponibles sont globalement convergentes et conduisent à retenir environ les valeurs suivantes ([1], [30] et entretiens) :

- inventaire communal par analyse d'archives : 10-15 000 €ht (il y 20 ans), 5-7 000 € ht (aujourd'hui) ;

- décapage simple sur 40-50 cm d'épaisseur pour mise en évidence de puits éventuels : 1 500 à 2 000 € ht pour l'emplacement d'une maison (environ 2 € ht/m² quand les surfaces sont grandes) ;
- forage : environ 1 000 à 1 500 € ht l'unité, soit un prix de l'ordre de 28- 30 € ht/ m, très variable et sensible à la concurrence (en période difficile, les prix peuvent être divisés par deux) ;
- ouverture ou creusement d'un puits d'accès environ 15 000 € ht pour une profondeur de 25 m ;
- visite de sécurité d'une marnière : 3 à 4 000 € ht (nécessaire tous les deux ans si on ne procède pas à son comblement) ;
- comblement par coulis de ciment (seule technique permettant de garantir l'efficacité du comblement des vides et préservant de façon certaine l'environnement dans la durée du fait de l'absence de rejet de produits polluants en sous-sol) : de 80 à 500 € ht/m³, les prix très variables sont *a priori* associés à la difficulté du chantier sans que cette ampleur ne soit facile à comprendre. Les valeurs sur les quelques cas observés par la mission sont plutôt de l'ordre de 100 à 150 €/m³.

Sur huit sinistres suivis par la DDTM de Seine-Maritime au cours des trois dernières années et aidés par le fonds Barnier (au taux de 30 %), les études et investigations représentent une part significative des frais (souvent de l'ordre de la moitié) mais très variable. La grande difficulté déjà exposée qu'elles ne peuvent pas être chiffrées précisément *ex-ante* conduit en général les banques à refuser d'accorder des prêts pour leur réalisation, ce qui peut fortement retarder la résolution d'un problème (un exemple à Manéglise), cf. annexe n° 4.

Pour illustrer l'importance des coûts, la mission présente ci-après l'exemple de traitement d'une marnière impactant un pavillon familial dans un lotissement d'une petite commune de Seine-Maritime (Etainhus – 1200 habitants, près du Havre²⁵) :

²⁵ Les montants sont très proches de ceux rapportés en annexe 4 mais un peu différents parce qu'ils sont arrondis et intègrent des compléments pris en charge directement par les propriétaires sinistrés.

nature des prestations	coûts TTC	prise en charge par le fonds Barnier	aide du département de Seine-Maritime	aide de la commune d'Etainhus	reste à charge pour la famille
sondages	6000	30 % du TTC :	20 % du HT		
ouverture d'un puits	18000	30 % du TTC	20 % du HT		
rapport d'études de caractérisation de la marnière	11000	30 % du TTC	20 % du HT		
comblement de la marnière (600 m ³)	90000	30 % du TTC	0		
total études et travaux	125000	37500	8400	20000	59100
relogement de la famille (durée 2 ans 1/2)	25 000	100 %	0	0	0
remise en état du terrain et de la maison	15 000	0	0	0	15000
coût total	165000	62500	8400	20000	74100

Tableau 1 : Coût et financement d'un cas de sinistre à Etainhus

Le financement résiduel à la charge de la famille s'est fait sur la base de prêts bancaires de 25 000 € pour la marnière, 15 000 € pour la remise en état du terrain et de la maison, le solde de 34 000 € ayant été financé par des fonds propres et diverses collectes et actions de solidarité engagées par le propriétaire et facilitées par la commune (soirées, vide-greniers, tombola, cagnotte « Leetchi® »...). Le dossier a démarré en 2013 avec les premiers sondages confirmant la présence d'une cavité, un déménagement deux ans plus tard, pour se résoudre fin 2018 avec le relogement de la famille.

D'autres exemples et données, un peu moins détaillés, sont rapportés en annexe n° 4.

2. La gestion du risque et de ses manifestations

Bien que modeste en importance s'il est rapporté au niveau national, le risque engendré par les marnières doit être géré, c'est-à-dire prévenu autant que possible et donner lieu à un accompagnement et à une indemnisation, s'il y a lieu, au titre de la solidarité nationale.

L'analyse de la première partie montre qu'il faut distinguer les secteurs ruraux non bâtis des zones « urbaines » mais aussi l'existant de ce qui pourrait être aménagé. Cependant, gérer solidairement un aléa qui s'impose aujourd'hui, même s'il résulte de pratiques passées regrettables, ne doit en aucun cas permettre ou encourager une augmentation du risque associé.

Dans ce contexte, tous les acteurs ont des obligations, précisées par les lois et les règlements : les maires, les particuliers et maîtres d'ouvrage lorsqu'ils sont informés d'un risque avéré ou éventuel, les entrepreneurs et maîtres d'œuvre.

Il s'agit le plus souvent de règles de « bon sens » ou de « bon père de famille ». Toutefois, les intérêts divers notamment financiers, voire la cupidité, ou la crainte des difficultés administratives et politiques peuvent conduire à perdre de vue ces principes. Le transfert de nombreuses obligations et responsabilités en matière d'urbanisme aux métropoles et autres communautés de collectivités est une source de complexité plus récente.

Enfin, il est difficile d'imposer des règles d'urbanisme ou de constructibilité contraignantes et générales en l'absence de plan de prévention des risques naturels (PPRN) ou quand le risque n'est pas caractérisé et cartographié précisément, sauf pour les risques sismique, cyclonique ou, depuis la loi n° 2018-1021 du 23 novembre 2018 portant évolution du logement, de l'aménagement et du numérique, pour celui de retrait-gonflement des argiles. Cette contrainte concerne tout particulièrement les zones susceptibles de comporter des marnières, sachant qu'il n'existe actuellement aucun PPRN qui leur soit spécifique.

2.1. L'information générale des citoyens

La connaissance des marnières et des problèmes qu'elles posent est *a priori* répandue dans la population normande mais la précision et la qualité des informations disponibles sont beaucoup plus sujettes à caution. Les cartographies sont incomplètes et de qualité variable et, sur des parts importantes du territoire dépourvues de PPRN, rien n'oblige à une information active des citoyens.

En effet, l'information des acquéreurs ou locataires (IAL) de biens immobiliers n'est obligatoire que lorsque ces derniers sont « *situés dans des zones couvertes par un plan de prévention des risques technologiques ou par un plan de prévention des risques naturels prévisibles, prescrit ou approuvé, dans des zones de sismicité ou dans des zones à potentiel radon définies par voie réglementaire* » conformément à l'article L. 125-5 du code de l'environnement.

En principe, les notaires portent à la connaissance des acheteurs ou des héritiers (« les acquéreurs ») la qualité des biens dont ils ont la charge et, à ce titre, ils peuvent apporter toutes les informations utiles relatives aux marnières ; mais les notaires ne sont pas légalement obligés de donner toutes ces informations [36]. Les interlocuteurs de la mission, notamment au sein des collectivités, ont souligné le sérieux manifesté aujourd'hui par la profession notariale à ce sujet. Cette préoccupation était, semble-t-il, plus faible il y a deux ou trois décennies.

En supposant ce comportement responsable des notaires, deux questions non résolues subsistent :

- l'information des locataires dans les zones où celle-ci n'est pas obligatoire ;
- l'information des propriétaires résidents d'un bien concerné par un indice dont ils n'ont jamais été informés ou répertorié dans un document d'urbanisme (PLU ou carte communale) qu'ils n'ont jamais consulté.

2.2. La gestion en zone rurale non bâtie

L'aléa touche des espaces réduits, le risque principal mais presque infime est l'engloutissement d'un agriculteur, d'un promeneur ou, plus vraisemblablement, d'un engin lourd, lors d'un effondrement soudain.

En revanche, il faut prévenir des changements d'utilisation du sol qui accroîtraient l'enjeu.

La réponse est apportée par les inventaires communaux qui sont de qualité inégale, tant en exhaustivité, qu'en précision. Cette situation est imparfaite mais, dès lors qu'aucun changement de destination des sols n'est décidé, elle peut être raisonnablement acceptée à court ou moyen terme.

La question des comblements et remblaiements en zone rurale n'a jamais été évoquée devant la mission.

2.3. La gestion en zone rurale à urbaniser

L'urbanisation change les enjeux qui de très faibles deviennent importants. La responsabilité des élus et des opérateurs est engagée.

Les entretiens conduits par la mission montrent une prise de conscience variable mais réelle.

Toutefois, la connaissance de base n'est pas suffisante. Les cartes d'indices existent *a priori* partout mais, pour quelques communes au moins, peuvent se réduire à de simples points sans aucun disque de danger. Par ailleurs, la qualité de ces cartes repose sur celle, inégale, des inventaires et, même si cela est rarement mis en avant, sur l'existence et le degré de complétude des archives. Sur certaines communes, il est très vraisemblable qu'un travail de recherche sérieux et professionnel ne pourra jamais livrer un résultat satisfaisant. Qui plus est, même dans une situation optimale, des marnières anciennes peuvent avoir été oubliées.

Il est couramment écrit, dans des documents publics notamment, que seules 40 à 80 % des cavités présentes sur un territoire peuvent être recensées et localisées précisément par les méthodes de recherche et d'inventaire classiques [33]. Pour les marnières, cette proportion semble beaucoup plus faible, 20 % environ [1] voire 14 % (8 000 sur 60 000) [36] ; mais pour ce dernier cas, l'Eure, 18 000 indices de cavités naturelles ou anthropiques sont connus.

Lorsqu'un indice est identifié et localisé, l'article R. 111-2 du code de l'urbanisme permet de refuser le permis de construire. Il est, selon les informations recueillies par la mission, bien appliqué et son existence est mise en avant dans les doctrines

départementales. La mise en danger de la vie d'autrui mettrait en cause l'autorité administrative responsable d'une telle autorisation.

En revanche, en l'absence d'indice ou même en présence d'une localisation non-précise sur un hameau, l'avis de constructibilité est favorable [36]. En effet, un refus doit être fondé sur des éléments objectifs²⁶.

La déclinaison concrète de ce second cas ne paraît pas totalement stabilisée selon les départements (les « doctrines » communiquées par la DREAL de Normandie révèlent quelques marges d'interprétation), voire les communes, et selon les aménageurs ou les maîtres d'ouvrage. Certains, notamment parce qu'ils ont été confrontés au problème, prennent des précautions pour garantir raisonnablement l'absence de marnières sur les terrains qu'ils construisent. Au-delà de la recherche attentive dans les archives ou sur les inventaires, ils réalisent un décapage de la zone d'emprise avec une marge éventuelle. En permettant la détection des puits (avec une probabilité souvent avancée de 90-95%), le risque d'avoir une marnière en partie présente sous une future maison est substantiellement réduit. Cependant tous les opérateurs ne le font pas ; de même, les communes qui ne peuvent ouvrir à l'urbanisation que des zones sans risques (Cf. annexe 3 – Article R.151-31 du code de l'urbanisme) se fondent *a priori* sur les seuls inventaires.

2.4. La gestion en zone urbaine à aménager

La situation est sous bien des aspects proche de la précédente. Toutefois, l'espoir que les indices aient été mieux identifiés est réel, sans être total puisque des omissions involontaires d'information ont pu être observées.

Ce cas répond aux souhaits de densification du tissu urbain ou de reconquête des « dents creuses ». Dans le cas d'indices précis, les extensions sont interdites ou des investigations et/ou des travaux sont nécessaires. En l'absence d'indice, les contraintes (liées aux marnières) sont *a priori* inexistantes. Il est très probable que les services soient plus attentifs qu'en milieu rural à urbaniser mais rien n'est certain.

2.5. La gestion en zone sinistrée, avérée ou potentielle, en milieu déjà urbanisé

Cette situation, loin d'être théorique, a été rapportée ou observée par la mission dans des lotissements (Houpeville, Etainhus) ou en ville (Le Havre) ; elle correspond à d'autres exemples rapportés en annexe n° 4 (Quinville, Yerville, Saint-Mards de Fresne, Daubeuf-la-Campagne). La distinction est essentielle entre un sinistre avéré, pour lequel l'obligation de prendre des mesures s'impose, et la présence vérifiée ou suspectée d'une marnière, pour laquelle la prise effective de mesures ou de précautions est moins certaine et peut, a minima, parfois tarder (cf. 1.6., p. 34-35, Etainhus).

²⁶ Bien qu'il soit connu que des marnières ont pu être établies expressément sous des bâtiments agricoles.

2.5.1. Les occurrences précisément identifiées

Les situations présentées ou évoquées devant la mission ou qui ont pu être identifiées par exploration de quelques sites internet montrent qu'il a été possible jusqu'à présent de les traiter, plus ou moins difficilement et dans des délais qui auraient souvent pu être plus courts, avec un coût réel, humain et financier, pour les personnes impactées.

2.5.1.1. Sécurisation et restauration des biens

Plusieurs difficultés et organisations pour y répondre sont apparues de façon récurrente.

Face à un sinistre avéré, caractérisé par un effondrement touchant un bâtiment d'habitation ou à proximité immédiate de celui-ci, les actions de mise en sécurité ont été prises *a priori* sans trop de délai avec le relogement des habitants concernés²⁷. Ce relogement est pris en charge à 100 % par le fonds Barnier pendant un an, à conditions équivalentes de celle de l'habitat quitté. Les services indiquent que les extensions temporelles, assez fréquentes, continuent à être couvertes²⁸.

Les difficultés majeures surgissent avec la réunion des financements nécessaires pour l'identification et la caractérisation du danger. Logiquement, il est procédé par étapes successives, ce qui offre l'intérêt de limiter les dépenses totales mais ne permet pas de connaître initialement celles-ci ou même de les majorer. Comme dit précédemment, les banques refusent de financer tandis que les familles découvrent souvent avec un peu de retard que les quelques milliers d'euros dépensés dans l'urgence seront très loin d'être suffisants.

Face à un chantier de génie civil complexe, les intervenants, notamment les bureaux d'étude, ne posséderaient pas tous les mêmes compétences, voire simplement celles qui sont souhaitées ou requises. Ce serait une cause de surcoûts possibles (décapages ou forages superflus, etc.).

Les solutions financières trouvées, en général avec les soutiens des municipalités, sont chaque fois différentes dans les détails mais passent souvent par la constitution d'associations des « riverains » concernés, lesquelles rassemblent largement puis se réduisent, au fur et à mesure que certains membres réalisent qu'ils ne sont pas touchés. Les personnes sinistrées doivent presque toujours contribuer de façon plus ou moins conséquente, mais non toujours négligeable.

Le fonds Barnier apporte des financements à hauteur de 30 % pour les particuliers (cf. 1.5.4, p. 33 et note n° 24), ce qui est perçu comme insuffisant alors que les travaux et études supportent une TVA de 20 % (les travaux d'améliorations de l'habitat sont couramment taxés à 10 % et ceux à vocation d'économie d'énergie à 5,5 %). Le département et souvent les mairies contribuent dans des proportions, variables selon les années et selon qu'elles peuvent ou veulent bien considérer que les sinistres concernent leur domaine (i.e. les voiries et réseaux).

Enfin, les dégâts sur les terrains (fontis dans les jardins, remise en état après travaux, etc.) ainsi que les détériorations des habitats inoccupés ne sont pas indemnisés et non-pris en charge par les assurances privées ou de façon inégale (cf. 1.5.4., p. 33 et 34).

De façon positive, il convient de souligner que l'accompagnement par les services locaux de l'État et par les collectivités est apprécié et qu'il est souvent estimé que ces

²⁷ Il s'est toutefois écoulé plus de sept mois à Daubeuf-la-Campagne (cf. annexe 4, 4.2.).

²⁸ Le code de l'environnement ne prévoit d'ailleurs pas de limite temporelle (L. 561-3, I et R. 561-15) puisque rien n'est précisé.

structures font leur maximum pour soutenir techniquement et administrativement. En revanche, il est apparu que les guides destinés aux élus ou aux citoyens étaient nombreux (cf. bibliographie), parfois complexes et souvent non tenus à jour des évolutions financières des politiques des collectivités territoriales ; ce qui ne peut qu'ajouter aux difficultés.

Le fonds Barnier est perçu comme insuffisant dans ses taux mais intervenant de façon « fluide » et efficace dans ses versements. Les services de l'État mettent en avant l'intérêt de sa gestion souple dont ils craignent la complexification.

2.5.1.2. Rachat amiable ou expropriation

Lorsque le bien n'est pas réparable ou sécurisable, son acquisition (rachat amiable ou expropriation lorsque les résidents ne veulent pas le quitter ou s'en défaire), est engagée par la collectivité ou l'État.

Bien qu'elle puisse être mal vécue, cette solution est souvent plus intéressante financièrement pour les sinistrés puisque l'indemnisation est faite à 100 % par le fonds Barnier sur la base de la valeur du bien évalué « hors risque » (il existe un plafond fixé à 240 000 €, par unité foncière et pour la part résiduelle en complément de l'indemnisation par les assurances ; toutefois celui-ci est rarement atteint).

La démolition des bâtiments et la mise en sécurité sont financées par le fonds Barnier. En revanche, leur surveillance et leur entretien ultérieurs sont à la charge de la commune ou, à défaut, de l'État. En effet, certaines communes refusant l'achat, l'État est légalement obligé de se substituer et devient chargé de l'entretien d'un terrain à risque et sans valeur (cf. annexe n° 4, Daubeuf-la-Campagne, 4.2.). Des provisions sont désormais inscrites annuellement sur le budget des DDT(M) pour pourvoir à cette obligation que l'État ne sait plus réaliser directement en l'absence de services techniques transférés au conseil départemental ...

2.5.1.3. Données financières de l'utilisation du fonds Barnier

L'emploi du fonds Barnier (ou fonds de prévention des risques naturels majeurs) au cours des dernières années est difficile à tracer précisément, en particulier pour les marnières²⁹ :

- Celles-ci sont en effet comprises dans le poste « cavités souterraines », lui-même inclus dans la rubrique mouvements de terrain (chutes de blocs, glissements de terrain, cavités souterraines naturelles ou anthropiques) ;
- Il n'y a pas de suivi individualisé des opérations (ou plus exactement celui-ci reste interne aux services gestionnaires, les DDT(M), et n'est pas agrégé au niveau national) ;
- Lorsqu'une opération est abandonnée ou que les crédits qui avaient été délégués pour celle-ci sont excédentaires, ils sont « remontés » mais sans connaître l'opération correspondante.

Depuis 1982, 31 853 sinistres « mouvements de terrain » ont été reconnus³⁰, soit un peu plus de 1 000 par an et 25 % des reconnaissances totales de catastrophes naturelles. 24 départements concentrent 50 % des reconnaissances « mouvements de terrains », la Seine-Maritime 3 %, l'Eure 2 %, l'Orne 1 %. Même s'il n'est pas possible

²⁹ Les données qui suivent sont essentiellement issues de la Caisse centrale de réassurance.

³⁰ Par arrêté interministériel, individualisé par commune et par événement ; pour les marnières il y a a priori un arrêté pour chaque sinistre.

de distinguer les cavités souterraines et encore moins celles d'origine anthropique, le risque associé est assez fréquent, diffus et très ponctuel.

De 2009 à 2018, les études, reconnaissances et traitement de cavités souterraines ont consommé 6 M€, les acquisitions amiables 5 M€, la mise en place des PPRN 3,6 M€ (avec des compléments en provenance du budget de l'État dorénavant supprimés), les études et travaux des collectivités territoriales 1,9 M€. Le total de l'ordre de 20 M€ est très faible face à l'ensemble des dépenses du fonds Barnier (environ 0,5 % de 2014 à 2016). Il devient quasiment négligeable s'il est restreint aux seules marnières. Les données communiquées par la DDTM de Seine-Maritime sont parfaitement cohérentes avec celles qui précèdent (cf. 3.4.2, p. 52 et 53 et annexe n° 4).

En conclusion, au sein du fonds Barnier, les dépenses affectées au risque « manières » sont extrêmement réduites mais pour autant « ces dépenses, qui répondent à des situations d'urgence, sont prioritaires dans l'utilisation des financements », [45]. Le tableau suivant résume, très imparfaitement parce que sans exhaustivité, les dépenses consacrées au traitement des cavités souterraines, [45] :

2012	2013	2014	2015	2016	2017 *	2018 *
1	0,53	0,4	0,9	0,84	1	0,9

les valeurs sont en M€, * : prévisions

Tableau 2 : Dépenses du FPRNM consacrées au traitement des cavités souterraines

2.5.2. Les indices ignorés des personnes les plus concernées

La situation des indices identifiés car inscrits dans les documents d'urbanisme (PLU ou cartes communales) est une question rarement abordée.

Sur le cas de la commune d'Etainhus précédemment exposé, le propriétaire a découvert « par hasard » l'existence d'une marnière sous sa maison quand le permis de construire pour une extension lui a été refusé du fait de la présence d'un indice sur son terrain. Il est demeuré environ deux ans dans son habitation dans cette situation de 2013 à 2015, (cf. 1.6., p. 35).

Certains élus regrettent que les habitants ne consultent pas plus ces documents cartographiques mais la mission n'a recueilli aucun exemple d'information positive, c'est-à-dire préventive et individualisée, par les collectivités. Quant à la non consultation par les citoyens des documents cartographiques, elle est compréhensible et peu étonnante.

La crainte de soulever des difficultés multiples et importantes est réelle et justifiée mais la question générale reste, de façon perturbante, sans réponse. Dans l'éventualité d'un sinistre létal, l'absence d'information positive ferait sans aucune ambiguïté l'objet d'interrogations sévères et sûrement de recherche de responsabilités pénales. La concentration, aujourd'hui bien identifiée, des sinistres en période de forte pluviométrie pourrait être un caractère aggravant.

En l'absence d'inventaire harmonisé et exploitable, le nombre de situations potentielles identifiées n'est pas connu. Il n'est donc pas possible d'estimer, à l'heure actuelle et même grossièrement, l'impact humain et économique d'une information préventive généralisée. La DREAL de Normandie considère que les multiples incertitudes (non contestables) rendraient ce calcul non-pertinent ; la mission ne partage pas cette

analyse même si le résultat ne serait qu'un ordre de grandeur ou un « majorant », en l'état des connaissances actuelles.

Au-delà des lieux d'indices répertoriés mais ignorés des résidents, il est quasi certain que des sinistres se produiront en des endroits dépourvus de tout indice et de toute référence en archive. Pour ces derniers, les responsabilités seraient beaucoup plus difficiles à rechercher et par conséquent à établir.

2.5.3. Les sinistres futurs

De nouveaux sinistres se produiront inéluctablement dans le futur, sur des lieux avec ou sans indice répertorié. La solidarité devra être appelée et si possible ne pas dépendre des comportements ou des volontés locales.

Le regroupement des communes au sein de métropoles ou de communautés de collectivités risque de ne pas faciliter, au moins dans un premier temps mais peut être aussi plus durablement, la gestion des risques engendrés par les marnières et leurs conséquences.

D'une part, la probabilité d'occurrences multiples sur l'ensemble du territoire d'une communauté est assez élevée (c'est déjà le cas au Havre) et le souci de ne pas créer de « jurisprudence » coûteuse est présent. D'autre part, tous les territoires correspondant aux anciennes communes ne sont pas identiquement concernés (par exemple, il n'y a pas de marnières dans les fonds de vallée). Par conséquent, la prise en charge de ce risque, onéreux et surtout financièrement difficile à évaluer, sera l'objet d'arbitrages politiques dont l'issue n'est pas évidente.

L'intercommunalité sera en revanche facilitatrice dans la mise à jour des inventaires communaux à l'occasion de l'établissement de son PLUi. La prise en charge de cette mise à jour sera aidée par l'existence de services techniques plus structurés. À cette occasion, une information cohérente et simultanée sur un nombre plus important de communes peut être effectuée auprès du public, au travers des actions de concertation obligatoires et de l'enquête publique qui lui succède. La mission a pu le constater lors de sa visite de la métropole de Rouen au regard de l'investissement de sa direction de la planification urbaine.

3. Mieux connaître les risques pour une prise en compte et un accompagnement meilleurs

Bien identifié dans ses caractéristiques générales, le risque engendré par les marnières reste pour l'essentiel subi et géré au cas par cas. La politique de prévention n'est pas fondamentalement différente de celle requise pour d'autres risques : en premier lieu améliorer la connaissance puis en second lieu empêcher l'accroissement de l'aléa et gérer l'existant.

3.1. Détecter et inventorier les marnières puis informer les propriétaires ou résidents de façon organisée et cohérente

La mission estime que, sauf là où ils ont été conduits de façon sommaire ou non conduits, la poursuite des inventaires sur le fondement essentiel de l'exploitation des archives ne livrera que peu de résultats complémentaires. D'autres méthodes doivent être recherchées ; en parallèle, les différents inventaires et bases de données doivent être réunis et harmonisés, ils devront continuer à intégrer activement les informations recueillies par ailleurs, souvent de façon éparse.

L'information positive, au sens d'une information préventive et individualisée, sur les risques mieux appréhendés est un autre enjeu, qui ne saurait être ignoré pour des raisons morales et juridiques.

3.1.1. Achever la mise au point des méthodes de détection à grand rendement en vue d'un possible inventaire régional

Le BRGM et le Cerema proposent des programmes de recherches intéressants pour l'identification des têtes de puits d'anciennes marnières en milieu ouvert (1.3.1.1. et 1.3.1.2., p. 24 et 25). Ils butent sur des difficultés de financement plus ou moins avouées ; le remplacement d'un drone abîmé en mer semble être ardu (alors qu'il s'agit de quelques milliers à dizaines de milliers d'euros) et les travaux paraissent avancer moins vite qu'ils ne le pourraient. Un financement régional et national (160 k€) vient d'être conclu, il faut avancer rapidement et conforter cette dynamique.

Selon le Cerema, pour la thermo-photo-interprétation, le matériel nécessiterait un investissement d'environ 70 k€ (dont 50 k€ pour la caméra infrarouge), et permettrait de traiter, une fois la méthode mise au point, 25 ha/j. La prospection pourrait alors revenir de l'ordre de 30 à 60 €/ha³¹, ce qui est à la fois peu pour un futur lotissement et beaucoup s'il fallait envisager de traiter l'ensemble des 10 à 15 000 km² estimés comme étant concernés en Normandie (30 à 90 M€).

Pour les techniques étudiées par le BRGM, utilisant des véhicules de type tracteur, aucune donnée économique n'a été communiquée. Il s'agirait plutôt d'investigations liées à des projets, assez locaux et faciles d'accès (futurs aménagements routiers, lotissements, etc.). Selon les éléments présentés, les surfaces concernées par une opération de recherche seraient de l'ordre de 2 ha.

Ces recherches, en particulier la photo-interprétation, pourront avoir d'autres applications potentielles (surveillance de digues, de barrages, de mouvements de terrains, du trait de côte...). Le soutien de ces recherches paraît de tous points de vue

³¹ Ce calcul grossier suppose 1 000 € de frais de personnel par jour, un amortissement du matériel sur deux ans et 70 jours de travail par an et 25 ha analysés par jour (60 €/ha) ; des réductions de coût peuvent toutefois être espérées à long terme, notamment par l'amélioration des traitements par l'intelligence artificielle.

pertinent. Cerema et BRGM ont tous deux confirmé à la mission être prêts à s'engager dès à présent dans un programme d'expérimentations plus vaste que celui déjà initié (cf. 1.3.1.1. et .2., p. 24) dont la DGPR pourrait être à l'initiative.

La mission pense qu'il serait aussi utile d'explorer l'usage et les apports des modèles numériques de terrain de haute définition, vraisemblablement utiles pour détecter les marnières mais aussi pour aider à la gestion d'autres risques (mouvements de terrains, inondations, avalanches, etc.).

1. Améliorer les méthodes de détection à grand rendement des marnières (i.e. sur de vastes surfaces) par un renforcement du soutien aux recherches du Cerema et du BRGM sur l'identification des têtes de puits (DGPR, BRGM, Cerema) et par le développement de modèles numériques de terrain de haute définition (DGPR, IGN).

La première partie de la recommandation exige quelques centaines de milliers d'euros sur un à deux ans, dont une partie a été décidée pour 2019³², et une impulsion de la part de la DGPR. La seconde, déborde le cadre de la mission mais rejoint une préoccupation nationale.

Après ces étapes de mise au point qui montreraient aussi quelles sont les méthodes les plus performantes (éventuellement en fonction des objectifs), il pourrait apparaître opportun et économiquement rationnel d'établir un programme pluriannuel de couverture hiérarchisé de l'ensemble du territoire ; ce programme pourrait concerner plusieurs risques et serait d'actualité au moment où les nouvelles intercommunalités construisent leur PLUi et mettent à jour leurs inventaires. Il pourrait faire l'objet d'un financement multipartite (État, Région de Normandie, Départements, Union européenne au travers du FEDER). Les critères généraux de ce risque, important au niveau régional et largement réparti, répondent aux exigences pour l'utilisation de fonds européens. Cela avait été inscrit dans des programmes opérationnels (PO) antérieurs et pourrait être réintroduit pour le prochain PO régional 2021-2026.

3.1.2. Coordonner les inventaires

Alors qu'un travail de recherche historique important a été effectué au niveau des communes ou des organismes scientifiques et techniques notamment, l'accès à ses résultats n'est pas toujours aisé. Les différents services de l'État (DDTM) ont constitué leurs bases de données propres, le Cerema, le BRGM (BD Cavités et BD mvt) ont les leurs, les communes disposent d'informations spécifiques, souvent sous format papier, certains bureaux d'études (durant des périodes de moindres activités ou en marge d'autres missions) ont constitué des inventaires privés dans l'espoir de les revendre aux communes concernées ou de les valoriser³³.

Les services se plaignent du caractère inadapté, voire de la piètre qualité, de certains inventaires, tandis que les citoyens peuvent en toute bonne foi consulter des cartes incomplètes. Des informations manquent de précision, d'autres sont manquantes, d'autres sont redondantes tandis que l'échelle serait inadaptée (ce que n'a pas constaté la missions, cf. 1.2.1., p. 21).

³² Programme partenarial lancé en 2019 par la DDTM 76 évoqué au 1.3.1.2 (p. 24).

³³ Il est vraisemblable que cette pratique, pour compréhensible qu'elle soit, constitue une infraction au regard de l'article 43 de la loi 2003-699 du 30 juillet 2003 et de ses décrets d'application transcrits dans les articles L. 563-6 et R. 563-10 du code de l'environnement, relatif à l'obligation d'information.

Le BRGM, dont c'est la mission, reconnaît le problème, mais considère ne pas disposer des moyens nécessaires. Cet argument est réel, sans qu'il ne soit totalement démontré que cet organisme valorise au mieux ceux dont il dispose.

Il convient de souligner que cette situation est comparable à celle observée pour d'autres bases de données gérées par le BRGM, par exemple celle de la banque de données du sous-sol (BSS) regroupant les forages (dont la déclaration est obligatoire au titre du code minier depuis des décennies). Les mêmes observations (lacunes géographiques et/ou chronologiques importantes et inexplicables autrement que par l'absence de transmission d'informations) restent sans correction³⁴.

Cette situation n'est aucunement satisfaisante, la tenue des inventaires et des bases de données est une mission régaliennne du BRGM qui ne semble pas recevoir toute l'attention qu'elle requiert tant de la part de cet organisme que de ses autorités de tutelle.

2. Exiger du BRGM une remise en ordre et en cohérence des bases de données BD Cavités et BD mvt, calibrer les moyens nécessaires dans son contrat d'objectifs (DGPR, BRGM).

L'objectif serait d'avoir une base unique, utilisable par tous les services et adaptée à leurs besoins, accessible au public et qui puisse de surcroît permettre des exploitations statistiques et/ou chronologiques afin de détecter d'éventuelles évolutions temporelles sur lesquelles on sait insuffisamment de choses aujourd'hui (cf. 1.2.2., p. 22).

Il faudrait aussi rappeler l'obligation légale pour les élus, qui n'en auraient pas toujours conscience, mais aussi pour tout citoyen de transmettre les informations dont ils disposent relatives à l'existence d'une ou plusieurs marnières. Les manquements relèvent aujourd'hui d'une contravention de troisième classe (article R. 563-10 du code de l'environnement) mais aussi vraisemblablement de la mise en danger de la vie d'autrui, ce qui est beaucoup plus grave et lourd de conséquences judiciaires éventuelles.

En lien avec ce problème de connaissance imparfaite, la mission ne peut que constater l'inadaptation du dispositif PAPRICA, dont l'échec patent n'a pas empêché la rédaction d'une « version 2 ». Au sein des organismes scientifiques et techniques ou des administrations centrales qui dénoncent, par ailleurs semble-t-il avec raison, leur manque de moyens, le temps consacré à ces écrits peu utiles paraît difficilement justifié (cf. 1.5.2., p. 31 et 3.4.1., p. 51). En outre, l'efficacité de ces complexifications administratives engendrées par le PAPRICA reste totalement à démontrer alors que leur surcoût bureaucratique et en traitements de fonctionnaires est patent.

En conséquence, la mission suggère très fortement de renoncer au dispositif PAPRICA.

3.1.3. Mieux informer les citoyens exposés

L'information des citoyens exposés à un risque, qui est connu de l'administration, est une question majeure. Le code de l'environnement a ainsi créé une obligation d'information des acquéreurs locataires (procédure « IAL ») « *dans des zones couvertes par un plan de prévention des risques technologiques ou par un plan de prévention des risques naturels prévisibles, prescrit ou approuvé, dans des zones de*

³⁴ cf. rapport CGEDD n° 010967-01 – CGE n° 2017/05/CGE/SG : La géothermie de faible importance, propositions pour en faciliter le développement par l'amélioration de l'encadrement technique des forages, octobre 2017.

sismicité ou dans des zones à potentiel radon définies par voie réglementaire » (article L. 125-5). Cette obligation pèse sur les vendeurs ou les bailleurs.

Au vu de cette disposition législative, en l'absence de PPRN spécifique aux marnières ou intégrant un volet « marnières », l'information sur ce risque relève finalement de la bonne volonté des intervenants. La mission considère que ceci est non suffisant, car il n'y a pas, dans ce cas, d'information rendue obligatoire pour la vente ou le bail d'un bien qui serait sur ou à proximité d'un indice de marnière, même avéré.

Par ailleurs, d'autres dispositions législatives en matière d'information sur les risques peuvent être applicables aux maires et à toute personne ayant connaissance d'un risque de marnière, soit spécifiquement sur les risques, soit, plus généralement, en cas de menace pour les personnes (cf. annexe 3).

Les responsabilités relatives à la diffusion de l'information sont ainsi confuses car celle-ci n'est pas obligatoire pour certains dans certaines procédures alors qu'elle l'est pour d'autres dans d'autres procédures, ce qui nuit à la lisibilité du dispositif et à son efficacité. Ceci pourrait également conduire à des discussions complexes en cas de sinistre ou de contentieux.

En conséquence, comme la situation de l'absence de PPRN spécifique aux marnières est la plus fréquente, la mission considère qu'il serait pertinent d'élargir l'obligation d'information prévue à l'article L. 125-5 du code de l'environnement au risque marnières, dans le cadre de la procédure « IAL », dans toutes les zones géographiques concernées et sans exclusion.

3. *Modifier l'article L. 125-5 du code de l'environnement pour y introduire le risque engendré par les marnières au même titre que la sismicité ou le potentiel radon et imposer l'information des acquéreurs et locataires (DGPR).*

Cette obligation, importante lorsqu'elle fait référence à des indices connus, pourrait être élargie à l'ensemble des cavités souterraines d'origine non-minièr³⁵.

Cet article deviendrait alors « *Les acquéreurs ou locataires de biens immobiliers situés dans des zones couvertes par un plan de prévention des risques technologiques ou par un plan de prévention des risques naturels prévisibles, prescrit ou approuvé, dans des zones de sismicité, dans les zones concernées par les risques d'effondrement de marnières [de cavités souterraines d'origine non-minièr] ou dans des zones à potentiel radon définies par voie réglementaire, sont informés par le vendeur ou le bailleur de l'existence de ces risques* ». Une modification législative serait requise.

En parallèle ou par avance, une campagne d'information positive auprès des résidents concernés par un indice connu pourrait également être engagée par les préfetures et les DDT(M) en lien avec le BRGM et les mairies. Celle-ci doit avoir le même niveau sur tous les territoires potentiellement impactés et exige une réflexion et une concertation préalable pour ne pas :

- engendrer une sur-interprétation du risque qui fondamentalement ne sera pas modifié et restera très faible et diffus ;
- provoquer un afflux non-maîtrisé de demandes de soutien au titre du fonds Barnier.

4. *Préparer une campagne d'information préventive et individualisée auprès des résidents concernés par un indice connu (DGPR, DREAL).*

³⁵ Il faudrait alors veiller à ce que l'ampleur des territoires potentiellement concernés ne lui fasse pas perdre de sa pertinence.

Il s'agit d'un travail important, à réaliser sous l'autorité de l'État. S'agissant d'un risque localisé, le recensement correspondant doit être *a priori* demandé aux communes ainsi que l'information des habitants identifiés. Ne rien faire, alors que l'on sait de surcroît que les risques ont une occurrence renforcée en cas de saison pluvieuse et de période de remontées de nappes phréatiques, serait *a contrario* difficilement défendable tant d'un point de vue moral qu'en termes de risque pénal, surtout en cas de sinistre grave.

3.2. Encadrer les méthodes et démarches de reconnaissance des risques, sur les sites identifiés, ainsi que les travaux de mise en sécurité

3.2.1. Garantir la qualité des investigations et des travaux

De façon assez récurrente, tant de la part des bureaux d'étude et de conseil, que des organismes techniques, des services de l'État ou des citoyens, a été évoquée la qualité variable des avis techniques formulés devant l'existence avérée ou suspectée d'une cavité. La mission ne peut naturellement pas juger des compétences des uns ou des autres mais mentionne, d'une part, le problème et, d'autre part, souligne que si la question des risques engendrés par les marnières exigeait un plus grand nombre d'interventions et donc suscitait un « marché », il faudrait que celui-ci fasse l'objet de bonnes pratiques. Les différentes opérations ou techniques de détection doivent par exemple respecter quelques contraintes pour être efficaces (épaisseurs des décapages, écart entre les différents forages, profondeurs et diamètres de ceux-ci, etc.).

Dès lors que les investigations et travaux de mise en sécurité sont subventionnés par des fonds publics, d'État notamment mais aussi en provenance de collectivités territoriales, il serait de bonne politique qu'ils soient encadrés par des règles techniques ou assurés par des opérateurs qualifiés ou agréés³⁶.

La mission a par ailleurs constaté la profusion de guides techniques produits par les différents opérateurs de l'État qui ne facilitent pas l'accès à une documentation technique unique et cohérente par les maîtres d'ouvrage, bureaux d'étude et entreprises intervenantes.

5. Confier au Cerema la rédaction d'un guide unique de bonnes pratiques, pour les investigations et les travaux de mise en sécurité, en coordination avec un collectif d'opérateurs privés et les autres organismes scientifiques et techniques. Rendre obligatoire le recours à des foreurs qualifiés (DGPR, BRGM, Cerema, Ineris).

Le respect de ces recommandations serait impératif pour pouvoir recevoir des subventions issues du fonds Barnier.

La mission s'est interrogée, sans pour autant conclure sur ce sujet, sur l'intérêt d'aller jusqu'à la production d'un Document Technique Unifié (DTU) normatif et spécifique aux investigations et travaux de mise en sécurité des cavités, les considérant indirectement comme des travaux liés à la sécurisation de bâtiments. Ce DTU aurait pour avantage de pouvoir devenir une pièce contractuelle de la commande passée entre le maître d'ouvrage et l'entreprise intervenante mais sa conception exige un investissement assez long et conséquent.

³⁶ Il existe une qualification (par Qualit'EnR) pour les foreurs dans le domaine de la géothermie dont les principes pourraient et gagneraient à être étendus à tous les types de forages, pour garantir une meilleure professionnalisation de ce secteur économique (cf. rapport CGEDD n° 010967-01 – CGE n° 2017/05/CGE/SG : La géothermie de minime importance, propositions pour en faciliter le développement par l'amélioration de l'encadrement technique des forages, octobre 2017).

3.2.2. Poursuivre les recherches sur les méthodes de détection locales

Les méthodes non destructives ou faiblement destructives (diagraphies) sont encore insuffisamment abouties (cf. 1.3.2., p. 26) et l'intérêt qu'elles sont censées présenter dépend encore trop souvent de l'expert qui les défend. Pour autant, leur intérêt face à une suspicion ou un indice avéré de marnière est indubitable. Il faut dans toute la mesure du possible clarifier ce domaine scientifique et technique.

6. Mieux soutenir les recherches des organismes scientifiques et techniques dans le domaine des méthodes non ou faiblement destructives de détection des cavités souterraines (DGPR, BRGM, Cerema, Ineris).

Il s'agit d'une question ancienne et récurrente, qui ne peut pas être explorée par des bureaux d'étude et seulement par des organismes de recherche ou éventuellement par de très grandes entreprises. Dans ce cadre, l'emploi raisonnable de fonds publics paraît tout à fait légitime.

3.2.3. Garantir la technicité des intervenants

La reconnaissance ou la qualification des bureaux d'étude et maîtres d'œuvre serait une voie à explorer.

Le maintien d'une compétence technique avérée dans les services de l'État n'est pas une question de simple forme mais un réel défi si l'on en croit de nombreux interlocuteurs de la mission.

Le rôle de l'État (DREAL, DGPR) pour l'animation d'un réseau technique d'opérateurs associant les collectivités est à renforcer. L'harmonisation des doctrines départementales pour la constructibilité pourrait être une tâche confiée à ce réseau. La mise en place de l'agence nationale de cohésion des territoires (ANCT) pourrait en être l'occasion (cf. 3.5., p. 54).

3.3. Prendre en compte les risques dans l'urbanisme

Le risque engendré par les marnières est suffisamment important pour que, dans toute la mesure du possible, il soit évité d'accroître les enjeux. Par ailleurs, s'il est légitime de faire jouer la solidarité nationale pour les conséquences d'un risque qui n'était pas envisagé ou connu lorsqu'il a été pris, il ne devrait pas en être de même si aujourd'hui des précautions, parfois simples, n'étaient pas mises en œuvre.

La question, qui n'est juridiquement pas simple, est de savoir comment rendre de telles prescriptions obligatoires en l'absence de plan de prévention des risques et devant un risque difficile à caractériser et à localiser, sachant que c'est souvent le cas et qu'aucun PPR restreint aux seules « marnières » n'existe aujourd'hui en France.

3.3.1. Définir des précautions constructives simples

Lorsqu'un indice de marnière est connu, le maire peut refuser un permis de construire ou l'assortir de dispositions suffisantes pour dissiper l'existence du risque ou le prévenir (cf. annexe 3 - article R.111-2 du code de l'urbanisme).

Mais si l'on considère que de nombreuses marnières restent non localisées, il paraîtrait légitime de prévoir des dispositions spécifiques là où le risque existe sans

certitude dans les zones « historiquement et géologiquement » concernées (c'est-à-dire en Normandie, les plateaux crayeux et non les vallées ou les zones de socle cristallin).

7. Imposer, dans les secteurs à risque non-identifié mais potentiel, un décapage sur les zones à construire pour repérer d'éventuelles têtes de puits³⁷ (DGPR, DGALN).

Une telle pratique ne garantira pas de façon absolue l'absence de marnière (les puits étant *a priori* repérés à 95 % et de surcroît pouvant être en dehors de la zone décapée) mais la vérification d'une absence raisonnable de risque peut justifier la solidarité nationale en cas de problème.

L'imposition d'une telle contrainte reste modeste et proportionné au risque, le coût étant de l'ordre de 1 000 à 2 000 € pour une maison. Le parallèle avec les risques sismique, cyclonique ou de retrait-gonflement d'argile qui permettent d'imposer des règles constructives, devrait être repris pour une transposition qui devrait être législative. Le décapage était déjà recommandé en 2008 par le Laboratoire central des ponts et chaussées [1]. Il peut déjà être demandé en cas de suspicion de risque selon les doctrines départementales qu'il faudrait *a minima* harmoniser (cf. 3.2.3., p. 49).

Son non-respect devrait entraîner l'impossibilité d'une indemnisation par le fonds Barnier, justifiée par le fait que la solidarité nationale ne doit pas couvrir des risques qui auraient pu être aisément prévenus.

Enfin, le soutien apporté aux collectivités pour des études et travaux, notamment de recherche ou de mise en sécurité pourrait être conditionné à l'existence de règles précises dans leurs plans locaux d'urbanisme (PLU ou PLUi), voire d'une politique de lutte contre l'étalement urbain, lequel concerne aussi la réduction du risque. Cela nécessiterait de modifier les conditions d'attribution du fonds Barnier par voie réglementaire. La référence à un DTU, qui reste à concevoir, pourrait être éventuellement utile (cf. 3.2.1., p. 48)

3.4. Soutenir les particuliers et les collectivités

Les risques naturels font l'objet de soutiens tant pour leur prévention que pour la réparation des dégâts qu'ils engendrent. L'utilisation du fonds Barnier et donc les taux d'aide se déclinent selon le type d'intervention et l'opérateur concerné, État/collectivités ou particulier ; les conditions de ces interventions font l'objet d'adaptations très fréquentes par les lois de finances (taux, plafonds, types de dégâts, etc.). L'absence, la prescription ou l'approbation d'un plan de prévention des risques conditionne le niveau des aides.

L'analyse montre que le risque engendré par les marnières est plutôt moins soutenu que d'autres. Mais les travaux d'investigation puis de mise en sécurité d'une cavité souterraine permettent de supprimer l'aléa et donc le risque, à la différence des inondations dont les dégâts ne peuvent pas toujours conduire à des travaux garantissant leur non-répétition (les installations électriques et équipements de sécurité peuvent être rehaussés mais les plâtres, peintures et papiers peints resteront toujours vulnérables).

³⁷ Cette pratique est celle qui paraît aujourd'hui la plus efficace, dans le futur des méthodes géophysiques aux performances améliorées pourraient émerger.

3.4.1. Simplifier les soutiens aux collectivités en supprimant la référence à un plan de prévention des risques naturels

Les aides sont souvent conditionnées à l'existence d'un plan de prévention des risques naturels (PPRN) approuvé ou au moins prescrit. Par exemple, pour les études et travaux ou équipements de prévention ou de protection contre les risques naturels la situation est résumée ainsi :

Taux maximum	Conditions d'éligibilité
<ul style="list-style-type: none"> · 50 % pour les études, · 50 % pour les travaux, ouvrages ou équipements de prévention, · 40 % pour les travaux, ouvrages ou équipements de protection 	Action dans les communes où un PPRN est approuvé ou appliqué par anticipation ou action bénéficiant à des communes couvertes par un PPRN approuvé
<ul style="list-style-type: none"> · 50 % pour les études, · 40 % pour les travaux, ouvrages ou équipements de prévention, · 25 % pour les travaux, ouvrages ou équipements de protection 	Action dans les communes où un PPRN est prescrit ou action bénéficiant à des communes couvertes par un PPRN prescrit
<ul style="list-style-type: none"> · 50 % pour les travaux de prévention du risque sismique 	Travaux réalisés dans les zones de forte sismicité des communes couvertes par un PPRN prescrit ou approuvé ou travaux réalisés dans les zones de forte sismicité et bénéficiant à des communes couvertes par un PPRN prescrit ou approuvé

Tableau 3 : État des aides du FPRNM et éligibilité

Or cette condition d'existence d'un plan de prévention des risques n'est souvent pas adaptée au risque présenté par les marnières, diffus, en général difficile voire impossible à localiser et à circonscrire. Les collectivités concernées par les marnières qui disposent d'un plan de prévention des risques l'ont en raison d'autres risques ; il n'existe actuellement aucun plan de prévention spécifique des risques « marnières ».

La mission estime qu'il faut, dans le cas particulier des marnières, abandonner l'exigence d'un PPRN et ne pas rechercher une adaptation des plans de prévention des risques naturels à ce type de situation, laquelle engendrerait par la suite une masse de documents et un formalisme sans intérêt.

8. Supprimer, de façon dérogatoire, toute condition faisant référence à l'existence, actuelle ou future, d'un plan de prévention des risques naturels pour l'octroi par le fonds Barnier d'aides pour des études et travaux ou équipements de protection contre les risques engendrés par les marnières.

Cette disposition exige une modification en loi de finances, ce qui ne pose pas de problème législatif particulier.

Son extension à l'ensemble des cavités souterraines d'origine non minière pourrait paraître opportune.

3.4.2. Soutenir les actions de prévention et de protection contre le risque engendré par les marnières au même niveau que pour les inondations

Les travaux de reconnaissance et de mise en sécurité des cavités souterraines menaçant gravement les vies humaines sont soutenus à 30 % pour les particuliers (40 ou 50 % avec un PPR prescrit ou approuvé pour les collectivités, cf. supra). Toutefois, cette menace n'est pas une présomption générale qui pourrait justifier un inventaire ou des investigations non fondées sur un doute sérieux ; en effet, « *une grande attention est portée à l'éligibilité des dossiers (la menace grave doit notamment être avérée) et au démarrage rapide des opérations* », [45]. Cette exigence de menace grave validée par un expert est rappelée dans le guide relatif à la mobilisation du Fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM), [49].

Ce taux de 30 % est manifestement insuffisant pour des propriétaires aux revenus modestes dès lors que les travaux dépassent plusieurs dizaines de milliers d'euros, voire 100 ou 200 k€. Il peut même être trop faible pour de petites collectivités pour lesquelles la gestion d'un sinistre est une opération budgétaire majeure. Il en résulte des délais et des retards qui sont éventuellement préjudiciables à la mise en sécurité définitive et accroissent les coûts de relogement. L'annexe n° 4 indique que, de 2015 à 2018 inclus, en l'absence d'acquisition et en excluant un dossier complexe au Havre, les subventions du fonds Barnier consacrées au relogement (indemnisé à 100 %) s'élèvent à 60 % environ de celles consacrées aux études et travaux, soutenus à 30 % dans l'Eure et à 40 % en Seine-Maritime. Quasiment tous les interlocuteurs ont considéré que ce taux de 30 % était une limite aux travaux, voire aux déclarations de risques qui sont moins intéressantes qu'une « vente rapide » du bien immobilier concerné.

Ce taux de 30 % est devenu moins facilement justifiable alors que la loi de finances de 2018³⁸ a porté de 40 à 80 % le taux maximum d'aide pour des études et travaux de réduction de la vulnérabilité aux inondations de biens à usage d'habitation, avec plusieurs limites toutefois : le montant des travaux est limité à 10 % de la valeur vénale ou estimée du bien et les travaux doivent être identifiés par une étude sous maîtrise d'ouvrage « publique » (collectivités) ; en complément, les études et travaux sont prévus par les programmes d'actions de prévention des inondations (PAPI) (article L. 561-3, I., 6°, a) du code de l'environnement. Mais les choses ne sont pas totalement comparables entre un risque résolu définitivement et une réduction de vulnérabilité.

La mission rappelle que la résolution définitive du risque d'effondrement par ces travaux est un argument fort en faveur de leur soutien. Par ailleurs, il s'agit d'un aléa quasi certain à long terme qui, en l'état actuel des textes, devrait être indemnisé à 100 % s'il se produisait.

Une maison non sinistrée mais au droit d'une carrière est indemnisée à 100 % si sa valeur est juste inférieure au montant des travaux, dans le cas contraire le propriétaire doit financer jusqu'à 70 % de cette valeur. Cet exemple, certes à la frontière des deux régimes d'aides, illustre le problème posé.

En complément, les travaux de mise en sécurité évitent l'expropriation ou le rachat amiable des bâtiments et du terrain. Or dans ce dernier cas, le bien, son entretien et sa mise en sécurité sont à la charge des collectivités ou de l'État. Les travaux qui seront nécessaires, certes et sans doute en moyenne moins importants, seront alors financés à 100 %.

³⁸ Loi de finances 2018, n° 2018-1317 du 28 décembre 2018, article 238, modifiant l'article L. 561-3, 6° du code de l'environnement.

Pour d'autres risques naturels, pour lesquels l'exposition est plus collective, en cas de mise en danger de la vie humaine, soit les travaux sont pris en charge par la collectivité (digues, pare-avalanches, etc.), soit les biens sont expropriés. Ainsi, la distinction entre travaux de mise en sécurité ou rachat n'existe pas ou, plus exactement, est tranchée globalement par la puissance publique pour l'ensemble des citoyens sinistrés.

Cette analyse montre que c'est le caractère localisé du risque d'effondrement engendré par la présence d'une marnière qui rend difficile la distinction entre les taux de financement des travaux et ceux du rachat du bien.

Enfin, d'un point de vue juridique, la modification proposée par la mission concerne des travaux supprimant un risque « menaçant gravement des vies humaines », tandis que la modification de la loi de finances de 2018 aide « la réduction de la vulnérabilité aux inondations de biens à usage d'habitation ». Cette différence – substantielle – justifie des plafonds par opération moins contraignants (100 % de la valeur vénale du bien contre 10 % selon que la vie humaine est menacée ou non).

9. Porter à 80 % le taux de subvention pour les opérations de reconnaissance, de traitement ou de comblement des marnières qui occasionnent des risques d'effondrement du sol menaçant gravement des vies humaines.

Cette recommandation exige seulement de modifier l'article R. 561-15 du code de l'environnement et non la partie législative de celui-ci (art. L. 561-3, I., 3°). Il ne convient pas bien sûr de remettre en cause la condition que ce traitement soit moins coûteux que l'expropriation prévue à l'article L. 561-1 de ce même code. Par ailleurs, la condition de menace grave pour les vies humaines, fondée sur le constat d'un expert, devrait empêcher un usage déraisonnable, voire intempestif, de ce nouveau taux.

En complément, il pourrait être prévu, comme c'est déjà le cas pour d'autres mesures, de plafonner le montant annuel correspondant (3 à 5 M€ par exemple, sachant que les dépenses annuelles pour l'ensemble des cavités souterraines ont été comprises entre 0.4 et 1 M€ depuis 2012 [45], que la DDTM de Seine-Maritime déclare consommer entre 80 et 120 k€/an pour les études et travaux (avec le taux de 30 %) et que le fonds Barnier est sous employé depuis plusieurs années.

Les travaux ne devraient naturellement être soutenus que s'ils sont conformes à un cahier des charges (cf. 3.2., p. 48).

Sauf exception, le nombre de personnes concernées en milieu urbanisé exige une intervention ou *a minima* une coordination par la collectivité. Sans en faire une condition suspensive, ce point pourrait être inscrit dans le cahier des charges précité.

Par ailleurs, les personnes sinistrées demandent aussi une diminution du taux de taxe sur la valeur ajoutée qui est appliquée sur ces travaux (20 %, alors que l'amélioration de l'habitat achevé depuis plus de deux ans et celle de la performance énergétique sont soumises respectivement à 10 et 5,5 %). Une telle mesure ne relève pas du ministre de la transition écologique et solidaire (à ce titre elle sort du champ de la mission) et, si elle était mise en œuvre, devrait être conforme au droit européen de la fiscalité.³⁹

³⁹ Une proposition de réponse complémentaire et différente par création de déductibilités fiscales a été formulée très récemment par le Sénateur de Seine-Maritime Charles Revet (n° 455, Sénat, session ordinaire de 2018-2019, enregistré à la Présidence du Sénat le 11 avril 2019).

3.4.3. Indemniser les dégâts aujourd'hui non couverts ?

Aujourd'hui, seuls les dégâts sur les bâtiments sont indemnisés en partie ou en totalité ainsi que les travaux correspondant à un effondrement touchant directement un bâtiment.

Les personnes sinistrées évoquent les coûts de comblement et de remise en état d'un jardin ou d'une cour frappés par un fontis. Si le bien est au final exproprié ou acquis de façon amiable, la question trouve une solution « satisfaisante », le problème étant pris en charge par la collectivité (le fonds Barnier). Dans les autres situations, toutes les interventions restent à la charge des propriétaires qui souhaiteraient souvent être soutenus.

L'accès à cette requête pourrait être susceptible d'une étude à condition de ne pas ouvrir cette possibilité aux dégâts en zone agricole, de limiter les indemnisations par sinistre et par unité foncière et de privilégier une réponse assurantielle privée.

3.5. Renforcer la coordination des organismes scientifiques et techniques par leurs tutelles

À plusieurs reprises, l'importance des organismes scientifiques et techniques sous tutelle du ministère est apparue, notamment pour l'évaluation des méthodes de détection et pour la recherche-développement de nouvelles techniques, pour la tenue des bases de données, inventaires et autres statistiques, pour le soutien technique aux services déconcentrés (3.1. et 3.2. p. 44 et 48, notamment) ou pour la conception d'un guide unique national, actualisé et strictement tenu à jour (cf. recommandation n° 5, p. 48).

Ces demandes appellent un renforcement des moyens accordés à ces organismes, lequel ne peut passer aujourd'hui que par une réallocation des budgets, mais aussi par une coordination technique renforcée de la tutelle. Les faiblesses constatées de façon récurrente lors de plusieurs missions du CGEDD sur la tenue des inventaires et des bases de données dépassent le stade de simples remarques.

La mise en œuvre de cette exigence accrue n'exige pas de nouveaux moyens financiers mais seulement un investissement humain.

Conclusion

La gestion des risques engendrés par les marnières abandonnées dont l'effondrement peut frapper lourdement des personnes et, certes rarement, faire des victimes, est une question dont les conséquences financières devraient rester « mineures » au plan national par comparaison à d'autres risques majeurs (inondations, tempêtes...).

Pour autant, bien que très spécifique de la région normande et de quelques-unes de ses franges, elle ne saurait ni être délaissée, ni confiée aux seules autorités décentralisées ou déconcentrées. Elle relève sans ambiguïté de la solidarité nationale parce que ses conséquences humaines sont lourdes sur le plan individuel.

Les réponses actuelles ne peuvent pas être tenues pour totalement convaincantes :

- le risque reste mal connu ;
- bien que peu nombreuses, les situations engendrées par son occurrence faible ne donnent pas lieu à une gestion satisfaisante des difficultés humaines et matérielles observées ;
- enfin des dispositions assez simples, identifiées depuis longtemps, ne sont pas prises pour exclure sa croissance éventuelle (par augmentation des enjeux au travers de nouveaux aménagements et constructions) ;
- la coordination entre les différents organismes scientifiques et techniques compétents sur le sujet et les différents services de l'État responsables pourrait être améliorée.

La mission insiste sur le fait que de nombreuses recommandations de ce rapport ne sont pas nouvelles et ont été formulées, parfois il y a plus de vingt ans, souvent au début des années 2000, comme le montre l'analyse bibliographique.

Les recommandations proposées permettront de mettre en œuvre résolument mais avec discernement la solidarité nationale. Les actions doivent être naturellement engagées là où un problème est posé. Cependant, leur réalisation et donc leur financement doit être encadré par des clauses techniques garantissant que les interventions seront justifiées et non suscitées par un manque de compétence des maîtres d'œuvre ou, pire, par un désir d'optimiser les résultats économiques des bureaux d'études ou des sociétés de travaux.

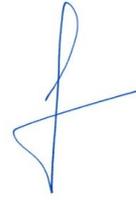
L'amélioration de la connaissance dans le temps et dans l'espace des événements liés à l'effondrement des marnières est impérative ; les premières et très récentes analyses à ce sujet ne sont pas totalement rassurantes mais partielles et donc insuffisantes. Le nombre de sinistres augmente-t-il ? Le changement climatique est-il susceptible d'influer ? Les informations aujourd'hui éparses et non compilées seraient utiles pour déterminer le rythme ou l'urgence éventuelle de l'action nécessaire mais financièrement contrainte.

Philippe GUIGNARD



Ingénieur général
des ponts, des eaux
et des forêts

Jean-Philippe MORETAU



Ingénieur général
des ponts, des eaux
et des forêts

Annexes

1. Lettre de mission



COURRIER ARRIVÉE
6/17-2018
29 NOV. 2018

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

Le ministre d'Etat

Paris, le 27 NOV. 2018

→ bureau du
CGE DD

AM

Anne-Marie LEVRAUT

Madame la Vice-Présidente,

L'exploitation de marnières pour extraire des produits d'amendement des sols est une pratique séculaire sur les plateaux calcaires de Seine-Maritime, de l'Eure et d'une partie de l'Orne. De manière très artisanale, les exploitants, souvent les agriculteurs eux-mêmes, creusaient un puits pour rejoindre la couche marneuse, exploitaient un certain volume puis comblaient la descente de manière assez frustrée par des branchages et des excès de terre avant de repartir plus loin. Les traces de l'activité sont rarement visibles, la cartographie de ces ouvrages, de relativement faible profondeur, est difficilement reconstituable.

Plusieurs événements significatifs d'effondrement (fontis pouvant atteindre plusieurs dizaines de mètres de diamètre) ont lieu lors de longues périodes pluvieuses, sans compter des affaissements plus modestes.

Or l'extension urbaine sur les plateaux peut conduire à des situations dramatiques. Aussi assiste-t-on à une prise de conscience des pouvoirs publics, des collectivités en charge de l'urbanisme et des particuliers sur la nécessité de prendre en compte le risque inhérent à l'existence de ces cavités souterraines.

À ce titre, des guides et documents méthodologiques sur les études, la prévention et la gestion du risque associé aux cavités souterraines, dont les marnières, ont été élaborés par le réseau scientifique et technique du ministère ou par les collectivités locales.

Madame Anne-Marie LEVRAUT
La vice-présidente du Conseil Général de
l'environnement et du développement durable
Tour Séquoia
92055 PARIS LA DEFENSE CEDEX

Hôtel de Roquelaure – 246, boulevard Saint-Germain – 75007 Paris – Tél : 33 (0)1 40 81 21 22
www.ecologique-solidaire.gouv.fr

À la demande du ministère, le bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) réalise actuellement un inventaire, sur la base de données bibliographiques, des cavités souterraines abandonnées en Seine-Maritime et dans l'Eure. Malheureusement, compte tenu de l'ancienneté de la pratique d'extraction et de son caractère très artisanal et ponctuel, les archives sont souvent peu abondantes sur ce sujet. Des travaux ont aussi été réalisés à partir de l'analyse des affaissements topographiques en vue d'identifier des zones avec de fortes présomptions de présence de marnières.

Aussi, je vous demande de procéder à une synthèse du sujet et de me proposer les bases d'une adaptation de notre politique de prévention.

Je souhaite disposer :

- d'un état des lieux de la connaissance sur ce risque et des méthodes de détection utilisables ;
- d'un examen en termes de pratiques de porter à connaissance de ce risque, de dispositifs de prévention adoptés dans les documents d'urbanisme et d'adaptation des plans de prévention des risques à ce type de situation ;
- d'une analyse des principales difficultés rencontrées par les collectivités locales, les aménageurs ou particuliers, que ce soit en anticipation des zonages d'urbanisme, lors d'aménagements ou à l'occasion d'accidents en secteur bâti ;
- d'un examen de la pertinence des modalités d'intervention du fonds de prévention des risques naturels majeurs
- de l'identification, le cas échéant, d'autres zones du territoire national présentant des risques similaires.

Vous proposerez sur l'ensemble de ces points toute mesure qui vous semblera utile et proportionnée de nature à apporter des réponses aux attentes en matière de développement tout en prenant en compte ce risque.

Vous mobiliserez les connaissances disponibles sur ce thème tant au sein de nos établissements publics compétents (BRGM, Inéris, Cerema) que dans les universités ou sociétés savantes. Le concours de la DREAL et des DDT concernées vous sera apporté.

Je souhaite disposer de vos conclusions sous 5 mois.

Je vous prie de recevoir, Madame la Vice-Présidente, l'expression de ma considération distinguée.



François DE RUGY

2. Liste des personnes rencontrées

Parlementaires :

<i>Nom</i>	<i>Prénom</i>	<i>Organisme</i>	<i>Fonction</i>	<i>Date de rencontre</i>
KERBARH	Stéphanie	Assemblée nationale	Députée de Seine-Maritime	28/03/19

Ministère de la transition écologique et solidaire – Direction générale de la prévention des risques (DGPR) :

<i>Nom</i>	<i>Prénom</i>	<i>Organisme</i>	<i>Fonction</i>	<i>Date de rencontre</i>
TOURJANSKY	Laure	DGPR	Cheffe du service risques naturels et hydrauliques	10/01/19
VAN VLAENDEREN	Rodolphe	DGPR	Service risques naturels et hydrauliques Chef du bureau risques naturels terrestres	10/01/19
HERBAUX	Margaret	DGPR	Service risques naturels et hydrauliques Bureau risques naturels terrestres Chargée de mission mouvements de terrain	10/01/19

Ministère de la transition écologique et solidaire – Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD) :

<i>Nom</i>	<i>Prénom</i>	<i>Organisme</i>	<i>Fonction</i>	<i>Date de rencontre</i>
FORRAY	Nicolas	CGEDD	Président de la section milieux, ressources et risques Superviseur de la mission	11/01/19 28/01/19
DOUARD	Pascal	CGEDD	Section transition énergétique, construction et innovations Membre permanent du CGEDD Ancien membre de la DGPR et du Conseil d'orientation pour la prévention des risques naturels majeurs	21/02/19
GALIBERT	Thierry	CGEDD	MIGT Marseille Membre permanent du CGEDD	Entretien téléphonique 14/02/19

Finances – Assurances – Prévention des catastrophes naturelles :

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
BOILLOT	Louis	Ministère de l'économie, des finances, de l'action et des comptes publics Direction générale du trésor	Service du financement et de l'économie Sous-direction des assurances Chargé des risques	15/03/19
BAUDUCEAU	Nicolas	Caisse centrale de réassurance – Direction des réassurances et fonds publics	Directeur du département fonds publics et prévention	08/03/19
LEGRAND	Henri	Association française pour la prévention des catastrophes naturelles (AFPCN)	Délégué général Membre permanent du CGEDD	Entretien téléphonique 15/02/19

Organismes scientifiques et techniques :

Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM)

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
BEN SLIMAN	Karim	BRGM	Directeur des risques et de la prévention	11/03/19
JACOB	Thomas	BRGM	Direction des risques et de la prévention Ingénieur géophysicien spécialisé sur la détection des cavités	11/03/19
PENNEQUIN	Didier	BRGM	Directeur régional Normandie	19/03/19
MEIRE	Baptiste	BRGM	Géologue régional Normandie – Ingénieur risques naturels	19/03/19
NOURY	Gildas	BRGM	Direction des risques et de la prévention Ingénieur géologue spécialisé en géotechnique	Entretien téléphonique 12/04/19

Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema)

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
CHAHINE	Marianne	Cerema Direction technique infrastructures de transport et matériaux	Directrice technique du domaine géotechnique	11/03/19
FLAHAUT	Reynald	Cerema	Responsable de l'unité environnement, risques	11/03/19 et

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
		Direction territoriale Normandie – Centre	naturels	19/03/19
BERCHE	Véronique	Cerema Direction territoriale Nord Picardie	Département territoires, écologie, énergie, risques Référénte technique expert géotechnique et risques, cheffe de projet intégrateurs	11/03/19
KREZIAK	Charles	Cerema Direction territoriale Île-de-France	Département géosciences et risques Adjoint à la directrice	11/03/19
BENOT	Raphaël	Cerema Direction territoriale Ouest	Chef du groupe risques naturels et littoraux	11/03/19
ANTOINE	Raphaël	Cerema Direction territoriale Normandie – Centre	Laboratoire de Rouen Groupe sciences de la terre – Unité électromagnétisme appliqué Chargé de recherche du développement durable	11/03/19
FAUCHARD	Cyrille	Cerema Direction territoriale Normandie – Centre	Laboratoire de Rouen Groupe sciences de la terre Directeur de recherche et chef de l'unité électromagnétisme appliqué	19/03/19
MEMPIOT	Aurélien	Cerema Direction territoriale Normandie – Centre	Laboratoire de Rouen Chargé d'études risques naturels et responsable de l'équipe sondage	19/03/19

Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris)

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
FRANCK	Christian	Ineris	Direction des risques du sol et du sous-sol Délégué appui technique	11/02/19
LECOMTE	Amélie	Ineris	Direction des risques du sol et du sous-sol Chargée de mission	11/02/19

Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR)

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
GAUME	Eric	IFSTTAR	Directeur du département géotechnique, environnement, risques naturels et sciences de la terre	Contribution écrite 04/02/19

Aménageurs – Lotisseurs – Bureaux d'études – Établissement public foncier :

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
DOLIGEZ	Gervais	Bureau Aménagéo – Géomètres experts – Bureau d'études d'aménagement urbain en Normandie	Gérant	Entretien téléphonique 14/02/19
CRESTIN	Georges	Bureau Les Terres à Maisons - Aménageur	Gérant et Président du syndicat des aménageurs pour la Normandie	Entretien téléphonique 06/05/19
BROUARD	Vincent	Bureau ZIG ZAG – Aménageur foncier – Lotisseur en Normandie	Gérant	Entretien téléphonique 20/02/19
SERVY	Jean-Christophe	Société Explor-e Expertises – sondages – forages – comblement de cavités en Normandie	Gérant	Entretien téléphonique 28/02/19
GAL	Gilles	EPF Normandie	Directeur général	20/03/19
BISSON	Jean-Baptiste	EPF Normandie	Directeur de la maîtrise d'ouvrage	20/03/19
VERHAEGHE	Christèle	EPF Normandie	Chargée d'opérations foncières	20/03/19
BOUR	Cédric	EPF Normandie	Chargé d'opérations	20/03/19

Collectivités territoriales :

Métropole Rouen Normandie

<i>Nom</i>	<i>Prénom</i>	<i>Organisme</i>	<i>Fonction</i>	<i>Date de rencontre</i>
ROUX	Delphine	Métropole Rouen Normandie	Directrice de la planification urbaine	19/03/19
ADAM	Estelle	Métropole Rouen Normandie	Responsable du système d'information géographique (SIG)	19/03/19
FOURNIER	Alexandre	Métropole Rouen Normandie	SIG	19/03/19

Ville du Havre

<i>Nom</i>	<i>Prénom</i>	<i>Organisme</i>	<i>Fonction</i>	<i>Date de rencontre</i>
LE CORRE	Claude	Ville du Havre	Directrice générale adjointe en charge de la proximité et du développement durable (sécurité – propreté – police municipale)	20/03/19
GOYER	Clément	Ville du Havre	Direction de la sécurité Responsable de la protection des personnes et des biens	20/03/19

Commune de Houpeville

<i>Nom</i>	<i>Prénom</i>	<i>Organisme</i>	<i>Fonction</i>	<i>Date de rencontre</i>
BOURGET	Monique	Commune de Houpeville	Maire	19/03/19
DELTOUR	Edmond	Commune de Houpeville	Adjoint au maire	19/03/19
CAUDRON	Michaël	Commune de Houpeville	Services techniques municipaux	19/03/19

Commune d'Étainhus

<i>Nom</i>	<i>Prénom</i>	<i>Organisme</i>	<i>Fonction</i>	<i>Date de rencontre</i>
SANSON	Didier	Commune d'Étainhus	Maire	20/03/19
ARGENTIN	Arnaud	Habitant d'Étainhus		20/03/19
CHERFILS	Claude	Association des riverains du lotissement du Chemin de la Chapelle	Président	20/03/19

Services déconcentrés de l'État :

Préfecture de Seine Maritime

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
CORDIER	Yvan	Préfecture de Seine Maritime	Secrétaire général	20/03/19

Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement de Normandie (DREAL)

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
BERG	Patrick	DREAL	Directeur	19/03/19
PERRAIS	Philippe	DREAL	Directeur adjoint	19/03/19
BRESSON	Adrien	DREAL	Chef du service risques	19/03/19
LAGNEAUX	Olivier	DREAL	Adjoint au chef du service risques	20/03/19
DESRUJELLES	Nathalie	DREAL	Service risques Cheffe du bureau des risques naturels	19/03/19
GETTVERT	Florian	DREAL	Service risques Chargé de mission risques naturels	19/03/19 20/03/19
TROUDE	Laurent	DREAL	Service risques Chargé de mission risques naturels	19/03/19
GRESSELIN	Frédéric	DREAL	Service du management de la connaissance et de l'appui aux projets Chargé de mission connaissance des milieux	19/03/19

Directions départementales des territoires (et de la Mer) – DDT (M)

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
BRESSON	Laurent	DDTM Seine Maritime	Directeur	19/03/19
HERMENT	Alexandre	DDTM Seine Maritime	Chef du service ressources, milieux et territoires	20/03/19
DELAVIE	Mélissa	DDTM Seine Maritime	Service ressources, milieux et territoires Cheffe du bureau des risques et nuisances	19/03/19 20/03/19
QUINIOU	Arnaud	DDTM Seine Maritime	Service ressources,	20/03/19

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
			milieux et territoires Bureau des risques et nuisances Chargé de mission mouvements de terrain	
GOILLOT	Corinne	DDTM Eure	Cheffe du service prévention des risques et aménagement du territoire	19/03/19
VITTI	Vito	DDT Orne	Chef du service application du droit des sols, circulation et risques	19/03/19
FRULEUX	Pascale	DDT Orne	Service application du droit des sols, circulation et risques Cheffe du bureau prévention des risques et gestion de crise	19/03/19
LEPETIT	Vincent	DDTM Calvados	Service urbanisme, déplacements, risques Chef du bureau prévention des risques	19/03/19

3. L'encadrement réglementaire des cavités souterraines

La propriété des cavités

La propriété des cavités résulte de l'article 552 du code civil :

« La propriété du sol emporte la propriété du dessus et du dessous.

Le propriétaire peut faire au-dessus toutes les plantations et constructions qu'il juge à propos, sauf les exceptions établies au titre "des servitudes ou services fonciers".

Il peut faire au-dessous toutes les constructions et fouilles qu'il jugera à propos, et tirer de ces fouilles tous les produits qu'elles peuvent fournir, sauf les modifications résultant des lois et règlements relatifs aux mines, et des lois et règlements de police ».

Hormis le cas spécifique du régime des concessions établies par le Code minier, permettant à l'État de préempter l'exploitation des ressources jugées stratégiques pour la nation, ces notions fondamentales sur le statut de la propriété privée ne sont qu'exceptionnellement amendées par des actes privés (baux, vente séparée du sous-sol, contrats de forage⁴⁰, etc.). L'origine du risque se situant le plus souvent au cœur de la propriété exposée, c'est le propriétaire de la surface qui sera responsable des désordres engendrés par une cavité située sous sa parcelle, même si la cavité était inconnue.

L'information sur les cavités

L'acquisition et le traitement des informations sur les cavités font également l'objet de spécificités dans la réglementation. Diverses dispositions issues de la loi n° 2002-276 (relative à la démocratie de proximité) avant d'être reprises dans la loi n° 2003-699 (relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages, dite loi risques) traitent de ce point particulier.

Elles sont désormais transcrites à l'article L. 563-6 du code de l'environnement qui indique :

« I.-Les communes ou leurs groupements compétents en matière de documents d'urbanisme élaborent, en tant que de besoin, des cartes délimitant les sites où sont situées des cavités souterraines et des marnières susceptibles de provoquer l'effondrement du sol.

II.-Toute personne qui a connaissance de l'existence d'une cavité souterraine ou d'une marnière dont l'effondrement est susceptible de porter atteinte aux personnes ou aux biens, ou d'un indice susceptible de révéler cette existence, en informe le maire, qui communique, sans délai, au représentant de l'État dans le département et au président du conseil départemental les éléments dont il dispose à ce sujet.

La diffusion d'informations manifestement erronées, mensongères ou résultant d'une intention dolosive relatives à l'existence d'une cavité souterraine ou d'une marnière est punie d'une amende de 30 000 euros.

III.-Le représentant de l'État dans le département publie et met à jour, selon des modalités fixées par décret en Conseil d'État, la liste des communes pour lesquelles il a été informé par le maire de l'existence d'une cavité souterraine ou d'une marnière et de celles où il existe une présomption réelle et sérieuse de l'existence d'une telle cavité ».

⁴⁰ Concession du droit d'exploitation d'une carrière ou du sous-sol d'un terrain par son propriétaire pour en extraire des matériaux contre rémunération.

Les grands principes du code de l'environnement

La gestion du risque dans les documents d'urbanisme prend essence sur trois des principes inscrits à l'article L.110-1 du code de l'environnement :

1 – « 1° Le principe de précaution, selon lequel l'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement à un coût économiquement acceptable » ;

Cela implique de prendre en considération la connaissance actuelle, même imparfaite, relative aux risques. Les études, données, constatations de terrain..., sont ainsi des éléments qui doivent alimenter la prise en compte du risque lors de l'élaboration des documents d'urbanisme.

2 – « 2° Le principe d'action préventive et de correction, par priorité à la source, des atteintes à l'environnement, en utilisant les meilleures techniques disponibles à un coût économiquement acceptable » ;

Cela nécessite d'intégrer en particulier la prise en compte du risque à l'amont des démarches de planification ou de préserver les secteurs naturels exposés à un risque pour ne pas y implanter d'enjeu, ou d'assurer la sécurité des personnes en zones de risque.

3 – « 5° Le principe de participation en vertu duquel toute personne est informée des projets de décisions publiques ayant une incidence sur l'environnement dans des conditions lui permettant de formuler ses observations, qui sont prises en considération par l'autorité compétente » ;

Cela peut se traduire par la communication des données relatives aux risques.

Quelques outils disponibles dans le code de l'urbanisme

1 – Sur la base du « porter à connaissance de l'État » (L.132-2 et R.132-1 du Code de l'urbanisme) :

Article R.132-1 du code de l'urbanisme :

« Pour l'application de l'article L.132-2, le préfet de département porte à la connaissance de la commune, de l'établissement public de coopération intercommunale ou du syndicat mixte qui a décidé d'élaborer ou de réviser un schéma de cohérence territoriale, un plan local d'urbanisme ou une carte communale : [...] »

3° Les études techniques nécessaires à l'exercice par les collectivités territoriales de leur compétence en matière d'urbanisme dont dispose l'État, notamment les études en matière de prévention des risques et de protection de l'environnement. »,

Les plans locaux d'urbanisme (PLU) doivent faire apparaître les secteurs à risque et les règles qui peuvent y être associées (article R.151-31 du code de l'urbanisme). Les risques naturels sont également pris en compte lors de l'établissement des cartes communales dont l'objet est de préciser les modalités d'application des règles générales d'urbanisme (R.162-1 du code de l'urbanisme).

R.151-31 : « Dans les zones U, AU, A et N, les documents graphiques du règlement font apparaître, s'il y a lieu : [...] »

2° Les secteurs où les nécessités du fonctionnement des services publics, de l'hygiène, de la protection contre les nuisances et de la préservation des ressources naturelles ou l'existence de risques naturels, de risques miniers ou de risques technologiques justifient que soient interdites les constructions et installations de toute nature, permanentes ou non, les plantations, dépôts, affouillements, forages et exhaussements des sols. » ;

2 – Les demandes de permis de construire peuvent également être refusées au regard de la sécurité publique en application de l'article R. 111-2 du Code de l'urbanisme :

« Le projet peut être refusé ou n'être accepté que sous réserve de l'observation de prescriptions spéciales s'il est de nature à porter atteinte à la salubrité ou à la sécurité publique du fait de sa situation, de ses caractéristiques, de son importance ou de son implantation à proximité d'autres installations ».

Cet article prévaut également en cas d'absence d'une règle locale dans un PLU, ainsi qu'en l'absence de PLU pour la prise en compte du risque dans les zones soumises au Règlement national d'urbanisme (RNU). En termes de risque, la délivrance d'un permis de construire ou son refus repose sur la connaissance de l'aléa (présence ou non d'un risque et de son intensité) et donc sur l'existence ou non d'éléments objectifs.

4. Document fourni par la DREAL de Normandie en complément au déplacement effectué par la mission les 19 et 20 mars 2019

DREAL Normandie	<i>Mission du CGEDDD sur les marnières</i>	Service	Service risques
		Rédigé par	F. Gettvert
		Version	V0
	Éléments complémentaires	Vérifié par	N. Desruelles
		Approuvé et transmis par	Adrien BRESSON
	Date	09/04/19	
<i>Documents joints</i>	1. <i>Doctrines des services de l'État</i> 2. <i>Descriptif des aides financières accordées par le Département de Seine-Maritime</i>		

Suite à la réunion du 19 mars 2019, la présente note vise à apporter des précisions et compléments sur les points soulevés lors des échanges avec les DDT(M) de Normandie.

4.1. Doctrines de l'État pour la prise en compte du risque dans l'aménagement du territoire

Il revient aux communes de tenir compte des recensements des indices de cavités souterraines dans leurs décisions relevant de l'occupation du sol des parcelles identifiées comme exposées à un risque, au travers de leur plan local d'urbanisme (*art. L.101-2, R.151-31, R.151-34 du code de l'urbanisme*) et dans le cadre des pouvoirs de police du maire (*art. R.111-2 du code de l'urbanisme*).

Le règlement graphique d'un plan local d'urbanisme doit notamment préciser les secteurs où l'existence de risques naturels justifie que soient interdites ou soumises à prescriptions particulières les constructions et installations de toute nature. Lorsque ces cavités sont situées au cœur de zones urbanisées ou potentiellement urbanisables, les risques éventuels peuvent imposer de fortes contraintes d'aménagement aux collectivités territoriales et aux propriétaires. Ceci est d'autant plus délicat qu'il est parfois difficile de connaître précisément la localisation de ces cavités.

Des doctrines départementales d'aide à la prise en compte de ce risque dans les documents et décisions d'urbanisme ont été élaborées par les DDT(M). Ces doctrines constituent une aide à l'analyse, elles ne sont pas opposables et leur usage peut être adapté, par les collectivités, aux diverses situations rencontrées.

4.2. Aides accordées par le Département de Seine-Maritime

En complément du fond de prévention des risques naturels majeurs, le Département de Seine-Maritime soutient depuis 1998 les communes ou les structures intercommunales qui souhaitent d'une part, effectuer un recensement des indices de cavités souterraines présents sur leur territoire et d'autre part, réaliser des auscultations ou des confortements de vides situés sur le domaine public.

Depuis 2000, ce dispositif financier s'est élargi au financement d'études de recherche et d'auscultation de cavités souterraines situées en domaine privé.

Les conditions pour bénéficier de ces aides (critères d'attribution, taux d'intervention, bénéficiaires...) sont détaillées en pièce jointe.

Il s'agit du seul département à allouer une aide spécifique en Normandie.

4.3. Gestion du risque et fonds de prévention des risques naturels majeurs

4.3.1. Principales difficultés rencontrées

L'État a mis en place un dispositif d'aide pour les collectivités et les particuliers soumis à ce type de risque : le fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM). Ces financements concernent des opérations très diverses telles que les indemnités d'expropriation et d'acquisition amiable des biens exposés, des opérations de reconnaissance et des travaux de prévention, les évacuations temporaires et le relogement des personnes. Toute demande de subvention doit s'accompagner d'un dossier circonstancié et répondre à des règles d'éligibilité.

Les dispositions générales de ce fonds posent des conditions d'éligibilité, à savoir que les mesures subventionnées concernent des biens nécessairement couverts par un contrat d'assurance « multirisques d'habitation » incluant la garantie contre les effets des catastrophes naturelles (sauf en cas d'expropriation) et que la gravité d'une menace pour les personnes humaines s'apprécie comme une menace grave et imminente.

Les particuliers se trouvent souvent démunis face au coût important des opérations de reconnaissance (*a minima* 7 à 10 000 euros par campagne de forages) et de traitements des cavités souterraines. Ils sont propriétaires d'un bien qu'ils ne peuvent habiter compte-tenu de l'arrêté d'interdiction de pénétrer pris par le maire, en raison du péril imminent et grave et, parfois, ils ne sont pas en capacité de financer les études d'investigation qui permettraient d'aboutir à une solution soit de travaux soit d'acquisition du bien. Le FPRNM finance certes le relogement mais seulement en attendant qu'une solution pérenne soit trouvée.

Une autre difficulté réside dans la localisation de la marnière au regard de ses impacts éventuels sur les parcelles voisines. Il est difficile de mettre en place une « gouvernance » pour piloter les opérations de reconnaissance et les travaux lorsque plusieurs parcelles sont concernées par une même marnière à moins que la commune ne se porte volontaire pour la maîtrise d'ouvrage. Ceci peut permettre, en cas de territoire couvert par un plan de prévention des risques naturels (PPRn), d'accéder à des taux de subvention au titre du FPRNM plus importants. Ce point soulève néanmoins des interrogations quant aux responsabilités : jusqu'où la commune peut-elle aller sur sa participation en domaine privé ? via ses pouvoirs de police ? comment se retourne-t-elle ensuite vers les propriétaires ?

Quant à la mesure d'acquisition amiable des biens, les services de l'État en Normandie commencent à observer une réticence des collectivités à en devenir propriétaires. En effet, si l'habitation est démolie et la parcelle mise en sécurité (interdiction d'accès), la cavité reste présente. Les collectivités s'interrogent donc sur leur responsabilité en tant que propriétaire du terrain, notamment lors des opérations annuelles d'entretien de la végétation.

La souplesse actuelle pour solliciter le FPRNM reste un atout fort pour les DDT(M). Pouvoir demander des aides à plusieurs périodes dans l'année, pouvoir demander des montants calculés au plus juste mais qui peuvent être ajustés au fil des demandes et pouvoir solliciter le FPRNM pour des avances de trésorerie pour les communes sont des conditions qui permettent d'être réactif pour des situations critiques tant pour les particuliers que pour les collectivités qui doivent engager des sommes importantes au regard de leurs capacités financières. Cette souplesse est un argument qui permet d'emporter la décision de la commune pour une acquisition amiable quand elle sait

qu'elle bénéficiera de subventions à hauteur de 100 % et que celles-ci seront versées pour une bonne partie dans l'année sans procédure supplémentaire et sans attendre les échéanciers classiques de la comptabilité publique. Le budget de la commune n'est pas mis en péril.

Si la collectivité refuse de se porter autorité acquéreuse, l'État se substitue à elle avec les mêmes questions de responsabilité et les coûts d'entretien (environ 1 000 € par an et par parcelle). Aujourd'hui, l'État est propriétaire de deux de ces parcelles dans l'Eure et prochainement d'une troisième (cf. point 4.2 infra).

4.3.2. Gestion des effondrements de cavités

La gestion des événements d'effondrements liés à la présence de cavités souterraines se traduit pour les DDT(M) par une charge de travail à la fois opérationnel et administratif.

La DDT(M) se déplace lorsqu'un effondrement est signalé et principalement lorsqu'une habitation est touchée. Elle se rend sur place pour estimer s'il y a ou non cavités souterraine et pour estimer la dangerosité de la situation afin de conseiller le maire dans sa prise de décision (sécurisation du site, prise d'un arrêté de péril et/ou évacuation des habitants).

La DDT(M) accompagne ensuite les particuliers comme les collectivités dans les différentes démarches de demande pour bénéficier des subventions : constitution du dossier d'aides, conseil pour les devis, analyse des conclusions des investigations des bureaux d'étude, instruction et gestion des dossiers FPRNM, réunions avec les élus et avec les particuliers pour expliquer la situation et les démarches possibles, contacts avec France Domaine pour des estimations de valeur vénale de bien, suivi comptable des sommes demandées et engagées...

L'exercice budget base 0 (BBZ) ne tient pas assez compte de la thématique des cavités souterraines dans l'attribution des effectifs. Par exemple, les déplacements sur le terrain représentent actuellement pour la DDTM de l'Eure 1 ETP et pour la gestion administrative 1 ETP aussi sur une année.

Pour la plupart des situations rencontrées, compte-tenu qu'il faut au moins deux campagnes d'investigations, que le nombre d'entreprises spécialisées est limité, que les particuliers peuvent ne pas avoir momentanément les capacités de financement pour des investigations géotechniques (le montant de la subvention n'étant que de 30 %), que les communes doivent procéder à des imputations budgétaires et passer des marchés publics, le temps de traitement d'un dossier FPRNM est en moyenne de deux ans. Conserver la souplesse de demande pluri-annuelle du FPRNM et augmenter la part de prise en charge des investigations géotechniques pour les particuliers contribueraient à une diminution de la charge de travail des DDT(M).

4.3.3. Consommation annuelle des crédits FPRNM

Le tableau ci-dessous retrace, entre 2015 et 2018, les subventions allouées par l'État au titre du FPRNM pour les opérations afférentes aux marnières en Normandie. Seuls les départements de l'Eure et de la Seine-Maritime ont été confrontés à des situations pouvant mobiliser une contribution du FPRNM.

Les principaux effondrements de marnières dans le Calvados et dans l'Orne se concentrent essentiellement sur les terrains agricoles, voire à proximité de voiries, et n'étaient pas éligibles à subvention au titre du FPRNM.

Département de l'Eure – Marnières : bilan des subventions FPRNM versées									
Année	2018		2017		2016		2015		TOTAL
	Montant versé	Nbre dossier							
Mesure CS *	28 849 €	11	29 330 €	12	11 446 €	9	17 111 €	10	86 737 €
Relogement / évacuation	23 866 €	5	20 766 €	4	12 607 €	2	0 €	0	57 239 €
Acquisition	-	-	-	-	-	-	-	-	0 €
TOTAL	52 715 €	-	50 096 €	-	24 053 €	-	17 111 €	-	143 976 €

Département de Seine-Maritime – Marnières : bilan des subventions FPRNM versées									
Année	2018		2017		2016		2015		TOTAL
	Montant versé	Nbre dossier	Montant versé	Nbre dossier	Montant versé	Nbre dossier	Montant versé	Nbre dossier	
Mesure CS *	74 447 €	-	192 148 €	-	155 260 €	-	75 119 €	-	496 974 €
Relogement / évacuation	44 436 €	-	71 348 €	-	72 166 €	-	0 €	-	187 950 €
Acquisition	-	-	-	-	-	-	-	-	0 €
TOTAL	118 883 €	-	263 496 €	-	227 426 €	-	75 119 €	-	684 924 €

* Opérations de reconnaissance et travaux de comblement ou traitement de cavités souterraines (taux de subvention : 30 %)

Globalement, il est consommé en crédits FPRNM pour les études et travaux relatifs aux marnières :

- dans l'Eure, de 20 000 à 30 000 €/an pour environ une dizaine de dossiers,
- en Seine-Maritime, entre 80 000 et 100 000 €/an pour 10 à 20 dossiers (est exclu le dossier concernant la marnière de la rue Balière au Havre, dossier particulièrement complexe et coûteux, peu rencontré en région).

Concernant le nombre d'effondrements annuels, l'Eure comptabilise depuis 2016 les événements dont elle a connaissance sur le département. Les chiffres sont les suivants :

- 2001 : année marquante pour le département avec 15 effondrements et 1 mort (à Neuville-sur-Authou)
- 2016 : 46 effondrements
- 2017 : 5 effondrements
- 2018 : 95 cas d'effondrement avec 4 relogements
- 2019 : 15 effondrements (*chiffre à la fin mars 2019*)

Les conditions climatiques nouvelles (période de sécheresse et période de pluies intenses) ajoutées au vieillissement des piliers des galeries et l'urbanisation croissante dans les zones agricoles pendant les années 80 et 90 accentuent le nombre d'événements.

4.4. Exemples de dossiers en région Normandie

4.4.1. Commune de Saint-Mards-de-Fresne (Eure)

Un effondrement s'est produit sur le terrain et sous une habitation construite en 2004 et accueillant une famille de 4 personnes (deux adultes et deux enfants), le 6 janvier 2018.

Compte-tenu du péril grave et imminent pour les personnes et les biens, un arrêté municipal d'interdiction de pénétrer sur la parcelle a été pris par la collectivité le 10

janvier 2018. La famille a été relogée dans un gîte. L'assurance a pris en charge le premier mois de relogement, la poursuite du relogement a été financée par le FPRNM. À ce jour, la famille est toujours relogée.



Effondrement sous l'habitation à St-Mards-de-Fresne (Eure, janvier 2018)

Suite à l'effondrement, l'habitation et ses fondations se sont fortement dégradées : apparition de fissures, dégradations des fondations, inclinaison des planchers en direction de l'effondrement.

Les propriétaires ont fait réaliser deux phases d'investigations géotechniques pour lesquelles ils ont pu bénéficier d'une subvention au titre du FPRNM à hauteur de 30 %, soit 5 626 € (soit un montant total de l'opération de 18 753 €). Ces investigations ont mis en évidence 270 m³ de vide résiduel, dont une partie du volume directement sous l'habitation, et un mauvais état général de la cavité souterraine compromettant la stabilité de l'habitation.

Le coût des travaux de comblement de la cavité souterraine a été évalué à 207 448 €. Il est nettement supérieur à l'estimation du bien réalisée par les domaines (132 000 €).

Les propriétaires acceptant l'estimation des domaines pour leur bien, par délibération du conseil municipal du 24 octobre 2018, la commune de Saint-Mards-de-Fresne a approuvé la proposition d'acquiescer à l'amiable la propriété et s'est engagée à rendre la parcelle inconstructible. Elle assurera également la maîtrise d'ouvrage des travaux de démolition et de sécurisation de la propriété.

4.4.2. Commune de Daubeuf la Campagne (Eure)

Un effondrement s'est produit le 2 décembre 2015 dans la remise accolée à une habitation sise 2 ruelle aux Brunets. Suite aux investigations et compte-tenu du péril grave et imminent pour les personnes et les biens, un arrêté d'interdiction de pénétrer sur la parcelle a été pris par la collectivité le 7 juillet 2016 et les propriétaires ont été relogés dans un gîte avec un financement du FPRNM. À ce jour, la famille est toujours relogée.

Le propriétaire a fait réaliser trois phases d'investigations pour lesquelles il a bénéficié d'une subvention au titre du FPRNM à hauteur de 30 %, soit 6 084 € (soit un montant total de l'opération de 20 280 €). La première phase de sondages a permis de mettre en évidence la présence d'une carrière souterraine d'extraction de marne entre 16 et 21,80 mètres de profondeur. Les phases suivantes (sondages avec inspections vidéos) ont permis de préciser l'extension de la cavité et son état de stabilité. Une cartographie de l'ensemble des vides a ainsi pu être réalisée et a permis de mettre en évidence 250 m³ de vide résiduel ainsi que le mauvais état géotechnique dû à de nombreux effondrements visibles compromettant la stabilité générale de la maison.

Le coût des travaux de confortement de la cavité (145 480 €) et de la maison (40 295 €) est supérieur à celui de la valeur vénale du bien évalué à 140 000 €, à laquelle s'ajoute une indemnité de réemploi de 14 000 €.

Par deux fois, les membres du conseil municipal de Daubeuf la Campagne ont maintenu leur avis en refusant, à l'unanimité, l'acquisition amiable par la commune de la propriété (délibérations du 9 mai 2017 et du 26 septembre 2017). Aujourd'hui, la famille est toujours dans l'impossibilité de réintégrer son habitation. En l'absence de toute nouvelle action de la commune, en accord avec le préfet, la DDTM de l'Eure s'est portée autorité acquéreuse du bien et assurera la maîtrise d'ouvrage des travaux de démolition et de mise en sécurité. L'acquisition amiable par l'État est envisagée à l'été 2019 (selon la date de délégation des crédits). Les coûts d'entretien de la parcelle seront supportés par l'État.

Catastrophe naturelle :

La préfecture de l'Eure a sollicité en janvier 2016 le BRGM Haute-Normandie pour émettre un avis suite à l'effondrement. Cette mission s'inscrivait dans le cadre de l'instruction du dossier de demande de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle. À l'époque, l'origine de l'effondrement n'était pas connue avec certitude au stade des investigations. Le BRGM a alors avancé deux hypothèses : ruine partielle d'une cavité en profondeur (d'origine anthropique ou naturelle) ou ouverture en surface d'une bétoire.

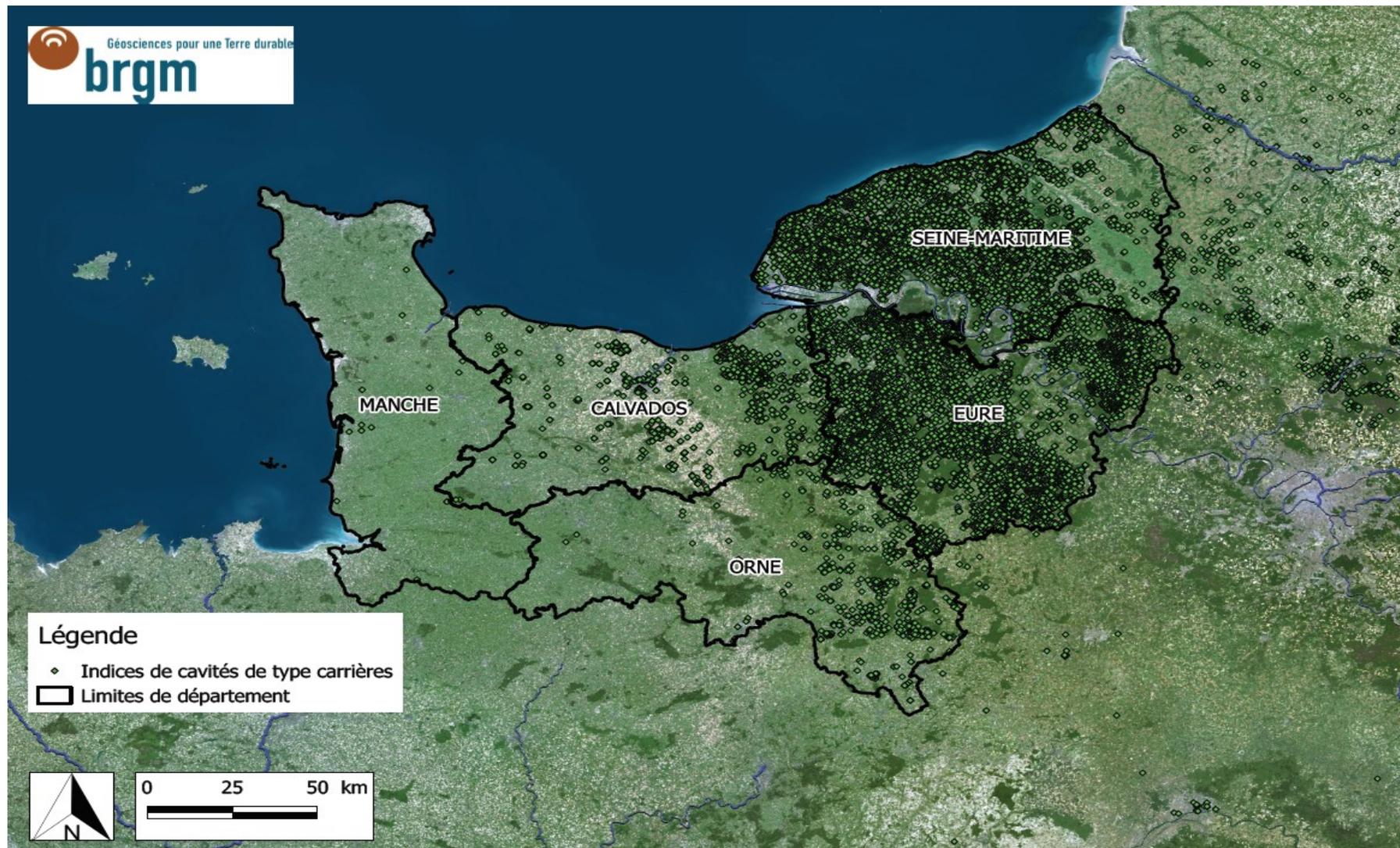
Le sinistre n'a pas fait l'objet d'un arrêté catastrophe naturelle : le propriétaire n'a alors touché aucune somme de la part de son assureur au titre de la garantie catastrophes naturelles.

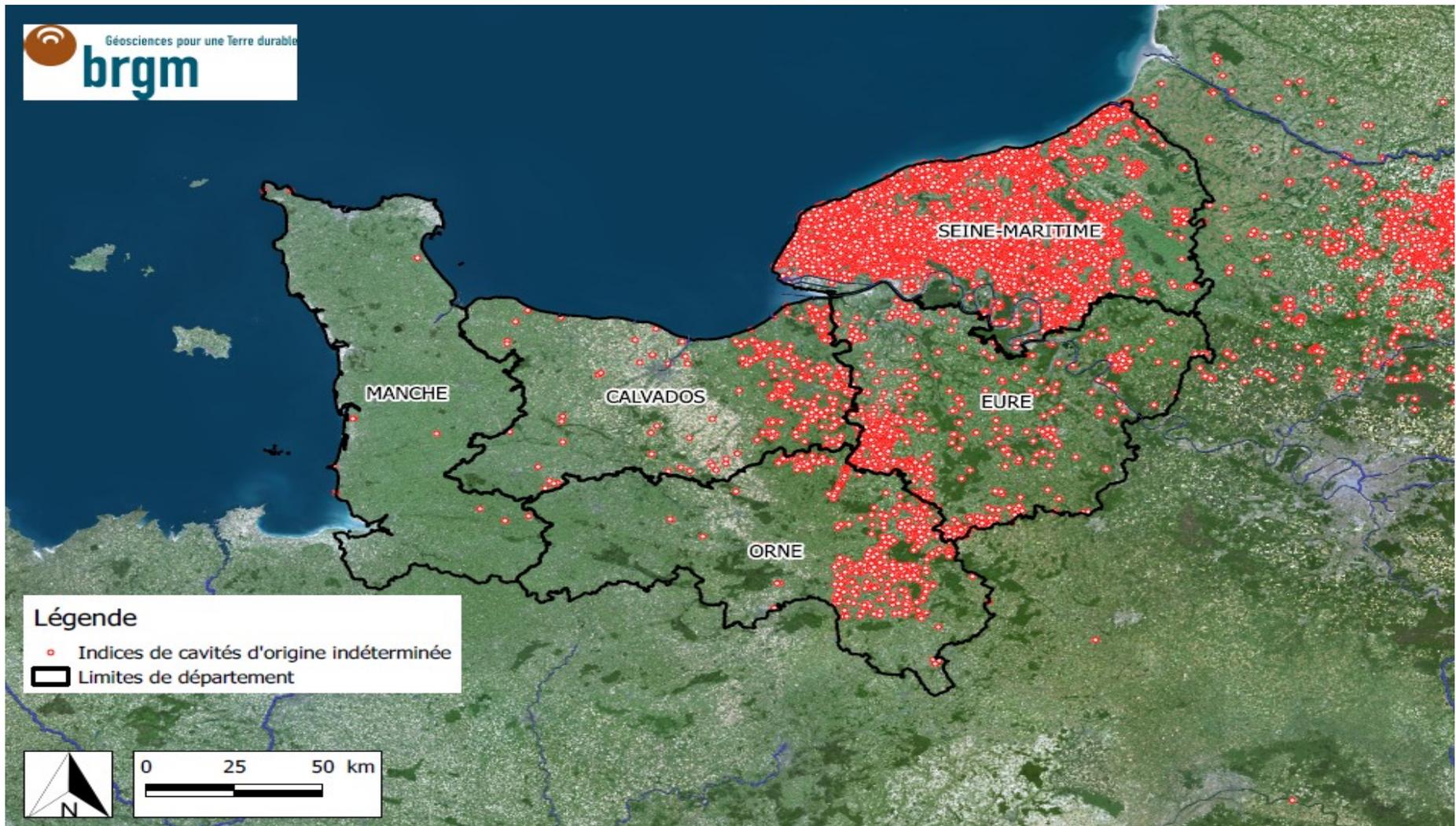
4.4.3. Autres dossiers en Seine-Maritime

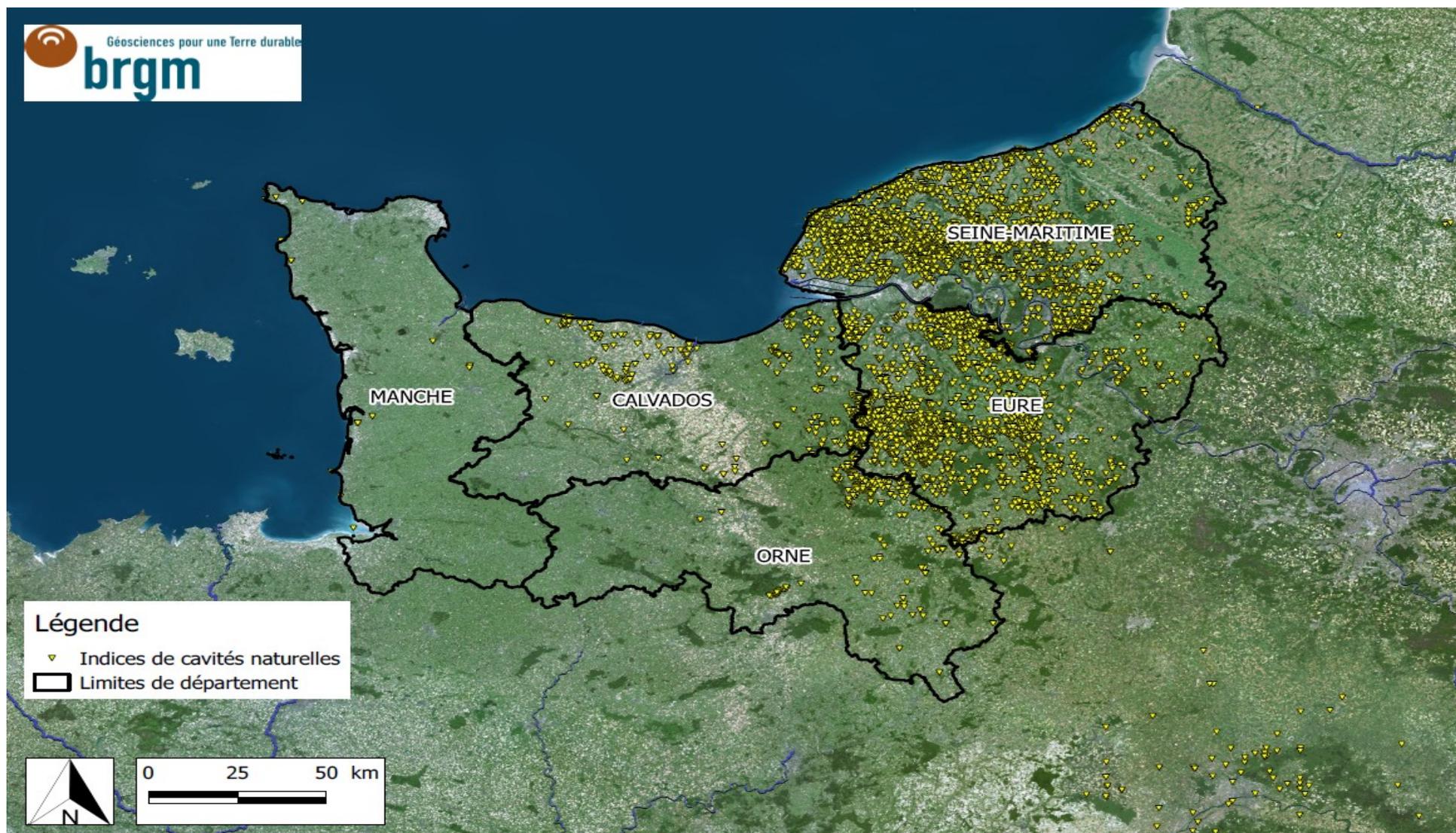
N°	Commune	Relogement	Études	Travaux	Commentaire
1	Fresne Le Plan	2 500 €	25 700 € (dont 30 % FPRNM)	4 975 € (dont 30 % FPRNM)	Effondrement de 2,5 m de diamètre et 50 cm de profondeur survenu le 24 janvier 2018 sur une propriété à 3,6 m de l'habitation. Effondrement présentant un risque de sinistre pour les biens et les personnes, ce qui a conduit au relogement temporaire d'une famille. La cavité a été comblée en 2018, les habitants ont pu reprendre possession de leur habitation.
2	Yerville	Relogement toujours en cours 25 000 € sont prévus jusqu'en sept.2019	19 000 € (dont 30 % FPRNM)	Travaux estimés à 338 000 €	Sondages effectués en septembre 2017 suite à effondrement permettant d'identifier une cavité souterraine se dirigeant sous une habitation. Un arrêté de péril a été pris par la mairie interdisant l'accès à la maison. Les particuliers ont entrepris des démarches permettant de trouver une solution à la situation – <i>Dossier toujours en cours</i> La comparaison du coût des travaux avec l'acquisition amiable tend à la seconde option à ce jour.
3	Ouainville	2 500 €	16 800 € (dont 30 %)	27 000 € (dont 30 %)	Effondrement produit le 8 septembre 2017 à 6 m de l'habitation (dimensions de l'effondrement : 2,5m de long, 2m de

			FPRNM)	FPRNM)	large et 2m de profondeur). Arrêté de péril pris par la commune, en attente de réalisation de sondages destructifs. Suite à cet arrêté, une famille a été relogée. Comblement de la cavité réalisé fin 2017.
4	Saint Martin aux Bruneaux	10 500 €	8 500 € (dont 30 % FPRNM)	En cours	Travaux en cours.
5	Ecrainville	6 670 € (fév. 2016 à janv. 2017)	28 170 € (dont 30 % FPRNM)	22 250 €	1 famille évacuée, mais plusieurs impactées au départ. Reconnaissance CATNAT obtenue.
6	Manéglise	11 000 € (mai 2016 – juill.2017)	Étude et comblement : 64 350 € (soit env. 19 300€ FPRNM)		Difficultés rencontrées du fait de l'impossibilité pour les particuliers de réaliser les sondages jusqu'au bout. Pendant longtemps, les banques ont refusé un prêt pour études et comblement car les travaux n'étaient pas encore dimensionnés.
7	Etainhus	25 650 € (juill. 2016 à janv. 2019)	35 500 € éligibles au FPRNM	92 000 € (dont 30 % FPRNM)	Dossier de M. Argentin rencontré le 20 mars dernier lors de la venue en Normandie. NB : coût des études en réalité plus élevé car premiers sondages payés sur fond propre par M. Argentin
8	Le Havre (rue Balière)	147 000 € environ payés + 25 000 € à venir en 2019	Études et comblement : plus de 900 000 €, soit 275 000 € au titre de FPRNM		Au départ, 7 familles évacuées, seulement 2 encore relogées aujourd'hui. Dossier présenté le 20 mars dernier lors de la venue en Normandie.

5. Cartographie des indices de cavités d'origines anthropique, naturelle ou indéterminée en Normandie par le BRGM







6. Bibliographie

- [1] Les marnières de Haute-Normandie – méthodologies d'étude et de prévention, techniques et méthodes des laboratoires des ponts et chaussées, guide technique, Laboratoire central des ponts et chaussées, septembre 2008
http://www.ville-de-saint-pierre-les-elbeuf.fr/assets/files/18_Guide_Technique_Marniere_Methodo_Septembre_2008.pdf
- [2] Photo-interprétation appliquée à la recherche d'indices de cavités souterraines, ORSI PRECAS 11R124 – axe 3, Cerema, direction territoriale Ouest, département laboratoire et CECP d'Angers, Groupe environnement/risques/géotechnique, août 2015
https://www.Cerema.fr/system/files/documents/.../150821_C14NR0158-09_RAP.pdf
- [3] Projet DIDRO, surveillance des digues par Drones, observations multispectrales sur un glissement, détection de zones de résurgence de nappe, réunion d'état d'avancement, Aix-en-Provence, Cerema – IGN, 8 décembre 2017
[source Cerema](#)
- [4] Projet DIDRO, surveillance des digues par Drones, observations multispectrales sur digue expérimentale, réunion d'état d'avancement, Aix-en-Provence, Cerema – IGN, 8 décembre 2017
[source Cerema](#)
- [5] Surface temperatures and deformations of a civil engineering structure: application to a port platform, Cerema, Université de Normandie, Altran, Now, Ifremer, Port du havre, Raphaël ANTOINE, Cyrille FAUCHARD et al., 2018
[source Cerema](#)
- [6] Apport des données de télédétection pour l'étude quantitative des échanges surface-subsurface, Cerema (en collaboration), Raphaël ANTOINE, 2019
[source Cerema](#)
- [7] Le diagnostic de stabilité des carrières souterraines abandonnées, guide méthodologique, collection environnement, les risques naturels, IFSTTAR, septembre 2014
www.ifsttar.fr/fileadmin/.../GuideTechnique/GuideTechnique-LCPC-DIAGCAR.pdf
- [8] Plan de prévention des risques naturels – cavités souterraines abandonnées, guide méthodologique, ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, octobre 2012
<http://www.side.developpement-durable.gouv.fr/.../plan-de-prevention-des-risques-naturels-cavites-souterraines-abandonnees-guide-methodologique> ou
<http://www.mementodumaire.net/wp-content/uploads/2012/03/cavités-abandonnées.pdf>
- [9] Plan national pour la prévention des risques liés aux effondrements de cavités souterraines, ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, direction générale de la prévention des risques, juillet 2013
<http://docplayer.fr/4485687-Plan-national-pour-la-prevention-des-risques-lies-aux-effondrements-de-cavites-souterraines-direction-generale-de-la-prevention-des-risques.html>

- [10] Bilan du plan national prévention du risque d’effondrements de cavités souterraines 2013-2015, ministère de la transition écologique et solidaire, direction générale de la prévention des risques, octobre 2017
www.side.developpement-durable.gouv.fr/.../ged/viewportalpublished.ashx?..
- [11] Prévention des risques d’effondrements liés aux cavités souterraines, 2^{ème} rencontre nationale, actes du colloque, 14 octobre 2015, ministère de l’environnement, de l’énergie et de la mer,
https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/.../160705_Effondrements_cavites_souterraines
- [12] programme d’action pour la prévention des risques liés aux cavités (PAPRICA), Cahier des charges – phase test, ministère de l’écologie, du développement durable et de l’énergie, direction générale de la prévention des risques, version provisoire, vers avril 2015
[source DGPR](#)
- [13] programme d’action pour la prévention des risques liés aux cavités (PAPRICA), Cahier des charges réactualisé, document projet – version 2, Ineris DRSO2, 10 décembre 2018
[source Ineris](#)
- [14] catastrophes naturelles, assurances et prévention, guide pratique, Mission risque naturels, octobre 2016
<https://www.mrn.asso.fr>
- [15] Guide de surveillance des cavités souterraines d’origine anthropique, rapport d’étude, DRS-16-156834-00810B, Ineris, 30 novembre 2016
<https://www.Ineris.fr/fr/guide-surveillance-cavites-souterraines-origine-anthropique>
- [16] Guide sur les solutions de mise en sécurité des cavités souterraines abandonnées d’origine anthropique, rapport d’étude, DRS-15-149564-02401A, Ineris, 29 septembre 2016 <https://www.Ineris.fr/fr/guide-solutions-mise-securite-cavites-souterraines-abandonnees-origine-anthropique>
- [17] Méthodes terrestres de surveillance en grand des instabilités de versants: revue des technologies RADAR et LIDAR du marché, rapport d’étude, DRS-13-126061-00968B, Ineris, 20 novembre 2013
<https://www.Ineris.fr/sites/Ineris.fr/files/contribution/Documents/drs-13-126021-00968b-rapport-radar-unique-1382348416.pdf>
- [18] Localisation de marnières en Haute-Normandie, phase 2: essai du radar en forage sur un site en Haute-Normandie Laboratoire central des ponts et Chaussées de Saint-Brieuc, convention LCPC/DPPR – dossier n° 17242, septembre 2010
[source Cerema](#)
- [19] Analyse de l’aléa effondrement lié aux marnières de Normandie, PRECAS, n° d’opération 11RP24, Rapport, Cerema, août 2015
[source Cerema](#)
- [20] Fonds de prévention des risques naturels majeurs, plaquette de présentation, Préfète de la région Normandie, direction régionale de l’environnement, de l’aménagement et du logement de Normandie, édition 2018 <https://www.normandie.developpement-durable.gouv.fr>
- [21] Le fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM), préfet de la région Grand-Est, direction régionale de l’environnement, de l’aménagement et du logement Grand-Est, janvier 2017

- <https://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr>
- [22] la télédétection appliquée à la recherche de cavités souterraines, Pierre Potherat, Marianne Chahine, Géoline 2005, Lyon 23-25 mai 2005
<https://docplayer.fr/12668598-La-teledetection-appliquee-a-la-recherche-de-cavites-souterraines.html>
- [23] Utilisation de la radiométrie infrarouge thermique pour la localisation de marnières en Normandie, Christelle Léonard, Pierre Potherat, Raphaël Benot, journées nationales de géotechnique et de géologie de l'ingénieur, Lille 28-30 juin 2004
https://www.cfms-sols.org/sites/.../JNGG_2004_pp_365-372_Leonard.pdf
- [24] Les marnières de Haute-Normandie ; une approche méthodologique adaptée à un aléa diffuse, Emmanuel Manier, Nathalie Gaumet, journées nationales de géotechnique et de géologie de l'ingénieur, Lille 28-30 juin 2004
https://www.cfmr-roches.org/sites/default/files/jngg/JNGG_2004_pp_373-384_Manier.pdf
- [25] détection de cavités souterraines par méthodes géophysiques, techniques et méthodes des laboratoires des ponts et chaussées, guide technique, Laboratoire central des ponts et chaussées, octobre 2004
https://www.ifsttar.fr/fileadmin/user_upload/editions/lcpc/GuideTechnique/GuideTechnique-LCPC-DETECTCAV.pdf
- [26] Détection de marnières et de puits de marnières par couplage de méthodes géophysiques, Jean-Christophe Gourry, Thomas Jacob, Adnand Bitri, BRGM, 2019
[source BRGM](#)
- [27] Imagerie du proche sous-sol par la sismique réflexion haute résolution, application à la détection des cavités, Bogdan Piwakowski, Isam Shahrour, bulletin de liaison des laboratoires des ponts et chaussées, n° 214, mars-avril 1998, p. 19-29
https://www.ifsttar.fr/collections/BLPCpdfs/blpc_214_19-29.pdf
- [28] détection des cavités souterraines par des méthodes géophysiques, Richard Lagabrielle, Marcel Rat, 1978
<https://www.geotechnique-journal.org/articles/geotech/pdf/1978/03/geotech1978005p7.pdf>
- [29] La technologie Lidar pour mieux sonder notre environnement, Richard Fournier, Benoît St-Onge, Jean Béin, Universités de Sherbrooke, Laval et UQAM, Quebec, Canada, postérieur à 2011
<https://www.yumpu.com/fr/document/view/27296319/la-technologie-lidar-pour-mieux-sonder-notre-environnement> ou <https://docplayer.fr/35746691-La-technologie-lidar-pour-mieux-sonder-notre-environnement.html>
- [30] Mise en sécurité des cavités souterraines d'origine anthropique: surveillance – traitement, guide technique, Jean-Jacques Tritsch, direction des risques du sol et du sous-sol, Ineris, 15 février 2007
https://www.Ineris.fr/sites/Ineris.fr/files/contribution/Documents/Guide_carrieres.pdf
- [31] Les risques des cavités souterraines : identifier, prévenir, traiter, Ineris, InerisMag n° 37, avril 2015
<https://www.Ineris.fr/sites/Ineris.fr/files/contribution/Documents/Ineris-printzine37-03-15-1429256899.pdf>
- [32] Apport du scanner laser mobile ZB-REVO à la gestion des risques liés aux cavités souterraines, séance technique AFPS-CFMS «risques cavités »,

- Sylvain Art, BRGM, direction risques et préventions, Paris, 4 mai 2017
http://www.cfms-sols.org/sites/default/files/seance-20170504/am/6. SYart_Z EB presentation CFMS 4 05 17.pdf
- [33] La gestion du risque cavités souterraines, guide à l'usage des collectivités, collection | références, Cerema, décembre 2017
<https://www.Cerema.fr/fr/actualites/publication-gestion-du-risque-cavites-souterraines-guide>
- [34] Cavités, dossier enjeux des géosciences, BRGM, juillet 2017
http://www.amisdelaterre.org/IMG/pdf/note_de_decryptage_-_fqd_affaiblie.pdf
- [35] Gestion et prévention des risques liés à la présence de cavités souterraines en Seine-Maritime, guide à l'usage des maires, préfecture de la Seine-Maritime, février 2007
<https://www.seine-maritime.pref.gouv.fr>
- [36] document départemental des risques majeurs de l'Eure, chapitre risque cavités souterraines, préfet de l'Eure, octobre 2013 (une édition antérieure à 2009 existait précédemment)
<http://www.eure.gouv.fr/Politiques-publiques/Securite-et-protection-de-la-population/Risques-naturels-et-technologiques-Nuisances/Les-risques-dans-ma-commune-IAL-DICRIM-DDRM/Document-departemental-des-risques-majeurs-DDRM>
- [37] gestion et prévention des risques liés aux cavités souterraines dans l'Eure, guide à l'usage des maires, Préfecture de l'Eure, direction départementale des territoires et de la mer, 2012
www.eure.gouv.fr/content/download/19160/131114/file/guide_marnieres.pdf
- [38] rapport fait au nom de la commission des affaires économiques et du plan sur la proposition de loi de MM. Patrice GELEARD, Charles REVET, Mmme Annick BOCANDE, MM. Joël BBOURDIN, Jean-Luc MIRAUD et Ladislav PONIATOWSKI tendant à prévenir l'effondrement des cavités souterraines et des marnières et à préciser le régime juridique des biens immobiliers affectés, Charles Revet, sénateur, Sénat, session ordinaire de 2001-2002, 14 novembre 2001
<http://www.senat.fr/rap/l01-070/l01-0701.pdf>
- [39] les cavités souterraines hors mines, observation et statistiques, Ministère de la transition écologique et solidaire, Commissariat général au développement durable, 26 décembre 2014 (mise à jour), consulté le 18 décembre 2018
<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lessentiel>
- [40] référé relatif au fonds de prévention des risques naturels majeurs, S2016-3768, Cour des comptes, 5 décembre 2016
<https://www.ccomptes.fr/fr/documents/34323>
- [41] réponse au référé relatif au fonds de prévention des risques naturels majeurs, S2016-3768, la Ministre de l'environnement, de l'énergie et de la mer, en charge des relations internationales sur le climat, 23 janvier 2017
<https://www.ccomptes.fr/sites/default/files/EzPublish/20170302-refere-S2016-3768-fonds-prevention-risques-naturels-majeurs.pdf>
- [42] inventaire des cavités souterraines de Seine-Maritime et de l'Eure – phase 1, tranche 5, rapport final, BRGM/RP-61355-FR, juillet 2012
[source BRGM](#)
- [43] inventaire des cavités souterraines de Seine-Maritime et de l'Eure – phase 1, tranche 6, rapport final, BRGM/RP-65377-FR, décembre 2015

- [source BRGM](#)
- [44] inventaire des cavités souterraines de Seine-Maritime et de l'Eure – phase 1, tranche 7, rapport final, BRGM/RP-67852-FR, mars 2018
[source BRGM](#)
- [45] rapport sur la gestion du fonds de prévention des risques naturels majeurs, annexe au projet de loi de finances pour 2018,
https://www.performance-publique.budget.gouv.fr/sites/performance_publicue/files/farandole/ressources/2018/pap/pdf/jaunes/Jaune2018_risques_naturels.pdf
- [46] Karst and mining geohazards with particular reference to the Chalk outcrop, England, C.N. Edmonds (Peter Brett associates), Quarterly journal of engineering and hydrogeology, 41, p. 261-278, 2008
e-mail : cedmonds@pba.co.uk
- [47] Traitement des indices et de l'aléa mouvement de terrain, Aurélien Mempiot, Guillaume Rajon, Cerema, 2016
source : Cerema
- [48] Cartographie de l'aléa cavité souterraine sur un réseau routier, Aurélien Mempiot, Cerema, 5 juillet 2016
source : Cerema
- [49] Note technique du 11 février 2019 relative au Fonds de prévention des risques naturels majeurs, NOR : ECOT1904359, (*Texte non paru au journal officiel*) - Guide relatif à la mobilisation du Fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM)
<http://circulaires.legifrance.gouv.fr/index.php?action=afficherCirculaire&hit=1&r=44491>
- [50] Les mouvements de terrain liés aux marnières en Seine-Maritime et dans l'Eure – établissement de chroniques et réflexion sur l'influence des intempéries, rapport final, BRGM/RP-68966-FR, mai 2019
[source BRGM](#)

sites internet :

<http://infoterre.brgm.fr/>
<http://www.bdcavite.net>
<http://www.georisques.gouv.fr/dossiers/cavites-souterraines>
<http://www.seine-maritime.gouv.fr>
<http://www.innogeo.fr>
<http://explor-e.fr>
<http://sos.marniere>
<http://prim.net>

7. Glossaire des sigles et acronymes

<i>Acronyme</i>	<i>Signification</i>
ANCT	Agence nationale de cohésion des territoires
BRGM	Bureau de recherches géologiques et minières
Cerema	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
COPRNM	Conseil d'orientation pour la prévention des risques naturels majeurs
DDT(M)	Direction départementale des territoires (et de la mer)
DGPR	Direction générale de la prévention des risques
DREAL	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (dans le contexte, il s'agit le plus souvent de la DREAL de Normandie)
DTU	Document Technique Unifié
FPRNM	Fonds de prévention des risques naturels majeurs ou « fonds Barnier »
IAL	Information des acquéreurs ou locataires
IFSTTAR	Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux
IGN	Institut national de l'information géographique et forestière
Ineris	Institut national de l'environnement industriel et des risques
PAPRICA	Programme d'action de prévention des risques cavités
PO	Programmes opérationnels (sur fonds européens)
PPRN	Plan de prévention des risques naturels

[Site internet du CGEDD : « Les derniers rapports »](#)

PUBLIÉ