



MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT,  
DE L'ÉNERGIE ET DE LA MER

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE,  
ET DES FINANCES

# Modalités de gestion et d'indemnisation des dégâts occasionnés par un forage géothermique sur la commune de Lochwiller (Bas-Rhin)

Rapport CGEDD n° 010788-01, CGE n° 2016/22/CGE/SG  
établi par

Serge CATOIRE, Philippe GUIGNARD ET Michel JEAN-FRANCOIS

janvier 2017



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

# Sommaire

<b>Résumé</b> .....	<b>3</b>
<b>Liste hiérarchisée des recommandations</b> .....	<b>8</b>
<b>par urgence de mise en œuvre</b> .....	<b>8</b>
Recommandations à mettre en œuvre sans délai.....	8
Recommandations à initier dès à présent.....	9
<b>Introduction</b> .....	<b>10</b>
<b>1. Les faits et les observations – commentaires et constats de la mission</b> .....	<b>12</b>
1.1. La surrection de la colline du Koellberg à Lochwiller.....	12
1.1.1. <i>L'apparition des désordres sur le village de Lochwiller</i> .....	12
1.1.2. <i>Description succincte des mouvements de terrain et des dégâts</i> .....	19
1.1.3. <i>Les origines plausibles des désordres</i> :.....	25
1.1.4. <i>L'échec de toutes les tentatives de remédiation</i> .....	28
1.2. Des situations comparables dans le bassin rhénan lato sensu qui présentent toutefois chacune des spécificités.....	29
1.3. La rapidité de la réaction est déterminante.....	32
1.4. Les difficultés humaines, économiques et sociales.....	33
1.5. L'ampleur des contentieux est une source de fortes perturbations.....	34
<b>2. Propositions d'actions – principales recommandations techniques</b> .....	<b>38</b>
2.1. Les interventions réalistes, possibles à court ou moyen termes.....	38
2.1.1. <i>Prévenir les venues d'eau au maximum</i> .....	39
2.1.2. <i>Conserver l'essentiel du village et une bonne partie du lotissement Weingarten</i> .....	41
2.1.3. <i>Connaître avec précision la géologie de Lochwiller</i> .....	42
2.2. Le report des solutions non-éprouvées à une seconde phase.....	44
<b>3. L'indemnisation des dégâts</b> .....	<b>46</b>
3.1. L'indemnisation par le FGAO a été jusqu'à présent efficace.....	46
3.2. L'indemnisation par le régime « catastrophes naturelles » n'apporterait pas d'avantages.....	47
3.3. L'indemnisation des biens des collectivités :.....	49
3.4. Changer de dispositif d'indemnisation serait risqué et source d'inconvénients multiples.....	50
3.5. Caractéristiques souhaitables d'un dispositif d'indemnisation.....	50
<b>4. Actions futures pour éviter une répétition</b> .....	<b>52</b>
4.1. Ajuster les réformes de la réglementation pour les forages de minimales importance.....	52
4.2. Compléter ces réformes par une évolution similaire de la réglementation sur les forages de captage d'eau.....	52
4.3. Informer et contrôler l'application des règles élémentaires de bonne pratique, notamment par les professionnels.....	53

<b>Conclusion</b> .....	<b><a href="#">54</a></b>
<b>Annexes</b> .....	<b><a href="#">56</a></b>
<b>1. Lettre de mission</b> .....	<b><a href="#">57</a></b>
<b>2. Bibliographie sommaire</b> .....	<b><a href="#">59</a></b>
<b>3. Historique – chronologie des faits et des interventions</b> .....	<b><a href="#">61</a></b>
<b>4. Éléments de comparaison entre le FGAO et le régime « catastrophes naturelles »</b> .....	<b><a href="#">67</a></b>
<b>5. Évolution de la réglementation sur la géothermie à basse température dite « de minime importance »</b> .....	<b><a href="#">73</a></b>
1. La géothermie.....	<a href="#">73</a>
2. Le cadre réglementaire.....	<a href="#">73</a>
3. Les raisons de l'évolution récente (2015) du cadre réglementaire.....	<a href="#">74</a>
4. La nature des évolutions et le cadre réglementaire actuel.....	<a href="#">74</a>
4.1. <i>Un découpage du territoire en trois zones</i> .....	<a href="#">75</a>
4.2. <i>Des simplifications</i> .....	<a href="#">75</a>
4.3. <i>Des prescriptions</i> .....	<a href="#">75</a>
5. Remarques finales.....	<a href="#">76</a>
<b>6. Liste des personnes rencontrées</b> .....	<b><a href="#">77</a></b>
<b>7. Glossaire des sigles et acronymes</b> .....	<b><a href="#">78</a></b>

## Résumé

Lochwiller en Alsace, au nord-ouest de Strasbourg, connaît d'important dégâts sur les bâtiments d'une partie du village. Situées dans le lotissement de Weingarten sur la colline du Koellberg ou à sa proximité, les maisons souffrent de fissures et de gîte importantes ; les réseaux de distribution et d'assainissement d'eau sont fracturés, fuyards et pour partie hors d'usage tandis que le sol est traversé par plusieurs fissures profondes. L'attention médiatique locale est forte.

Les dommages sont apparus peu après la réalisation d'un forage géothermique de 140 m de profondeur réalisé en février 2008, sans respecter les bonnes pratiques professionnelles et sans autorisation. L'analyse conduite dans les années suivantes a montré que ce forage, en perçant un ou plusieurs aquifères sous pression, a permis la remontée d'eau dans des couches géologiques riches en anhydrite. Ce minéral, du sulfate de calcium, se transforme en présence d'eau en gypse (sulfate de calcium hydraté).

Cette hydratation engendre une augmentation de volume, variable selon les conditions, mais très significative et pouvant atteindre 60 %. Celle-ci est responsable d'un « gonflement » de la colline du Koellberg, lequel provoque une surrection du sol pouvant atteindre plusieurs décimètres mais aussi des mouvements planimétriques d'ampleur comparable.

Si le rôle déclencheur du forage n'est pas sérieusement contesté, d'autres causes ont pu accroître l'ampleur du phénomène. Notamment, la présence d'argiles et la forte pente (10 à 20 %) ont facilité la déformation des sols et l'apparition de fissures ; les eaux de pluie ont trouvé ainsi des voies d'infiltrations nouvelles tandis que la rupture des réseaux d'adduction et d'assainissement a offert des arrivées d'eaux complémentaires.

La situation actuelle est complexe. De multiples procédures judiciaires tentent d'établir les responsabilités et donc de déterminer qui doit financer les dégâts aujourd'hui évalués à plus de 11 millions d'euros ; elles entravent les opérations de remédiation. Cependant, au-delà d'interprétations juridiques complexes et contestées, la description physique des phénomènes et surtout l'identification de leurs causes et des importances respectives de ces dernières seront longues, difficiles au point d'être vraisemblablement impossibles. La stabilisation du terrain et l'arrêt des dégradations apparaissent à la mission comme la vraie priorité.

Les tentatives successives, privées et publiques, pour reboucher le forage ont été des échecs et, de surcroît, ont obéré les chances de succès d'opérations ultérieures. Les travaux désormais envisagés sont onéreux, très lourds et leur succès ne peut pas être garanti. Ils n'ont pas de précédent connu en France ou en Europe, voire dans le monde, et leurs conditions de mise en œuvre sont incertaines en raison de la connaissance insuffisante de la géologie précise sous le village.

Le phénomène observé à Lochwiller n'est pas unique :

- Les problèmes posés par les sulfates de calcium (anhydrite, gypse) et les évaporites en général (sel gemme, halite, etc.) sont connus depuis longtemps pour les tunnels ou les travaux routiers ; un forage réalisé en 1900 en Lorraine à Farébersviller provoque des désordres suivis depuis plus d'un siècle.

- Deux autres forages géothermiques en France (Hilsprich et Kirchheim, près de Lochwiller) et au moins six en Allemagne (Bade-Wurtemberg) dont celui de Staufen-im-Breisgau ont engendré des dommages, parfois très conséquents.

Le rebouchage des forages, souhaitable, n'est pas toujours possible. Dans tous les autres cas dont la mission a eu connaissance et en particulier après qu'une première tentative de rebouchage avait échoué, les responsables ne se sont pas focalisés sur cette option mais ont trouvé d'autres voies pour réduire autant que faire se peut et rapidement les arrivées d'eau dans les strates géologiques riches en évaporites. Cette approche a notamment été conduite avec succès en Allemagne, en deux ans, et les désordres semblent désormais maîtrisés à Staufen-im-Breisgau.

C'est pourquoi la mission recommande d'effectuer de façon très rapide un forage à proximité immédiate du forage géothermique pour assurer un pompage des eaux d'origine profonde. Ce forage concourra aussi à la caractérisation précise des couches géologiques sous-jacentes (position, épaisseur, caractère aquifère ou non, etc.), préalable indispensable au choix d'une solution technique pour le rebouchage éventuel du forage.

En complément, la réalisation d'ouvrages de drainage des eaux superficielles sur la colline du Koellberg et de protection des bâtiments pouvant l'être est à effectuer sans tarder.

L'abandon de la partie la plus sinistrée du lotissement Weingarten et de quelques habitations proches est à entreprendre. Elle sera associée à l'inactivation des réseaux correspondants, ce qui supprimera une autre arrivée d'eau.

Enfin, des sondages et des campagnes d'investigation géophysique (sismique et/ou électrique) permettront de :

- déterminer les zones du village non concernées par les phénomènes de gonflement de l'anhydrite, faiblement affectées ou pouvant en être protégées,
- choisir, si c'est possible, une méthode pour colmater le forage géothermique puis préparer sa mise en œuvre.

Le premier point est indispensable pour lever l'inquiétude sur l'extension future du phénomène et ranimer le marché immobilier à Lochwiller, permettre la reprise de l'urbanisation et faciliter sans trop tarder la résolution de situations individuelles aujourd'hui difficiles.

En revanche et compte tenu du nombre d'échecs successifs déjà enregistrés, il faut surseoir à toute décision quant au choix de la méthode pour reboucher, éventuellement, le forage et quant à ses conditions de mise en œuvre.

Enfin, une coordination des différents services de l'administration et des établissements publics d'expertise est indispensable pour donner aux actions à entreprendre les meilleures chances de succès.

Ces considérations et recommandations techniques ne sauraient répondre totalement aux difficultés humaines et économiques rencontrées par la population.

L'indemnisation des maisons sinistrées est lente. Ceci n'est pas dû au régime retenu (le fonds de garantie des assurances obligatoires de dommages ou FGAO) mais au fait

que la cause des dommages (le mouvement du sous-sol) se prolonge. Or on ne peut rembourser des dégâts que lorsque la cause qui les a produits a cessé<sup>1</sup> ou lorsque le bien est tellement détérioré qu'il est irréparable (c'est ce qui a conduit à indemniser, à Lochwiller, les propriétaires des maisons les plus dégradées). Pour les particuliers, changer de régime pour celui des catastrophes naturelles ne présenterait pas d'avantages.

Pour les collectivités, les procédures existantes doivent permettre la prise en charge des détériorations. Elles ne peuvent être entreprises que dans le cadre d'une stabilisation des mouvements de terrain ou d'un abandon des secteurs les plus touchés.

Enfin des mesures doivent être prises pour éviter la répétition de tels forages dans d'autres communes. La réglementation des forages géothermiques de minime importance a déjà été modifiée. Il faut s'assurer qu'elle est bien connue et surtout mise en œuvre par les professionnels. En complément, ces principes doivent être transposés aux forages pour la production d'eau qui présentent les mêmes risques.

---

<sup>1</sup> (pour prendre un exemple quotidien : si une canalisation fuit dans un immeuble, les assurances ne rembourseront les dégâts des eaux qu'après que cette canalisation aura été réparée)

## Liste des recommandations

1. Pomper l'eau en profondeur à côté du forage Kandel pour y assécher les terrains à proximité avec un nouveau forage qui servira aussi à la reconnaissance des couches géologiques.....39
2. Lutter contre ces eaux superficielles et pour cela : - collecter et évacuer les eaux superficielles par un drainage adapté – ce qui correspond à une opération classique de génie civil ou agricole ; - colmater les fissures apparues dans le sol du lotissement, par exemple avec des argiles gonflantes (bentonites ou autre) ; - neutraliser les réseaux (adduction d'eau et assainissement) dans les zones les plus touchées (qui seront abandonnées) et les réparer ailleurs (en veillant à ce qu'ils puissent résister à des déformations modérées).....40
3. Abandonner les zones dans le lotissement déjà indemnisées ou en voie de l'être.....41
4. Réaliser des ouvrages simples pour tenter ponctuellement de libérer les contraintes du sol et limiter les mouvements de terrain horizontaux (de type éperons drainants, fossés drainants ...) et renforcer, au cas par cas et après étude, les fondations des bâtiments anciens qui le nécessiteraient.....42
5. Préciser la connaissance de la géologie sous le lotissement et ses environs en utilisant les méthodes courantes de la géophysique, les données du forage recommandé pour pomper les eaux profondes et toute autre approche qui semblerait pertinente à un géologue.....43
6. Améliorer la connaissance du sous-sol pour l'ensemble du village de Lochwiller. L'appel d'offres de Géodéris qui est en cours à ce sujet pour réaliser 9 forages carottés à Lochwiller est tout à fait urgent.....44
7. Après la mise en place du pompage de rabattement et dans l'attente d'une connaissance précise de la géologie de Lochwiller, surseoir à toute décision définitive quant à la possibilité de reboucher le forage Kandel et quant aux méthodes pour le faire.....44
8. Faire appel à des entreprises expérimentées (notamment issues du secteur pétrolier). L'association de l'IFPEN aux expertises semble nécessaire.....45
9. Ne pas changer le portage actuel et donc conserver l'indemnisation par le FGAO.....50
10. Porter à 10 M€ l'obligation d'assurance pour les entreprises de forage et clarifier autant que nécessaire les responsabilités et l'assurance du propriétaire (exploitant) et des différents professionnels intervenants (foreur, bureau d'études, ...).....52



**11. Informer les exploitants, opérateurs et foreurs ; sanctionner la non-application des règles élémentaires de bonne pratique, notamment par les professionnels.....53**

**12. Confier le pilotage des différents dossiers (Hilsprich, Kirchheim, Lochwiller) à un service unique (qui pourrait être la DREAL laquelle suit aussi les sinistres strictement miniers).....54**

## Liste hiérarchisée des recommandations

### par urgence de mise en œuvre

Pages

*Toutes s'adressent à la DGPR ou, par son intermédiaire, à la DREAL Grand-Est. Les recommandations 10 et 11 concernent aussi la DGALN et la DGEC.*

#### Recommandations à mettre en œuvre sans délai

- Pomper l'eau en profondeur à côté du forage Kandel pour y assécher les terrains à proximité avec un nouveau forage qui servira aussi à la reconnaissance des couches géologiques. 39
- Lutter contre ces eaux superficielles et pour cela :  
- collecter et évacuer les eaux superficielles par un drainage adapté – ce qui correspond à une opération classique de génie civil ou agricole ;  
- colmater les fissures apparues dans le sol du lotissement, par exemple avec des argiles gonflantes (bentonites ou autre) ;  
- neutraliser les réseaux (adduction d'eau et assainissement) dans les zones les plus touchées (qui seront abandonnées) et les réparer ailleurs (en veillant à ce qu'ils puissent résister à des déformations modérées). 40
- Abandonner les zones dans le lotissement déjà indemnisées ou en voie de l'être. 41
- Préciser la connaissance de la géologie sous le lotissement et ses environs en utilisant les méthodes courantes de la géophysique, les données du forage recommandé pour pomper les eaux profondes et toute autre approche qui semblerait pertinente à un géologue. 43
- Améliorer la connaissance du sous-sol pour l'ensemble du village de Lochwiller. L'appel d'offres de Géodéris qui est en cours à ce sujet pour réaliser 9 forages carottés à Lochwiller est tout à fait urgent. 44
- Après la mise en place du pompage de rabattement et dans l'attente d'une connaissance précise de la géologie de Lochwiller, surseoir à toute décision définitive quant à la possibilité de reboucher le forage Kandel et quant aux méthodes pour le faire. 44
- Faire appel à des entreprises expérimentées (notamment issues du secteur pétrolier). L'association de l'IFPEN aux expertises semble nécessaire. 44

## Recommandations à initier dès à présent

Réaliser des ouvrages simples pour tenter ponctuellement de libérer les contraintes du sol et limiter les mouvements de terrain horizontaux (de type éperons drainants, fossés drainants ...) et renforcer, au cas par cas et après étude, les fondations des bâtiments anciens qui le nécessiteraient.	42
Confier le pilotage des différents dossiers (Hilsprich, Kirchheim, Lochwiller) à un service unique (qui pourrait être la DREAL laquelle suit aussi les sinistres strictement miniers).	54
Ne pas changer le portage actuel et donc conserver l'indemnisation par le FGAO.	50
Porter à 10 M€ l'obligation d'assurance pour les entreprises de forage et clarifier autant que nécessaire les responsabilités et l'assurance du propriétaire (exploitant) et des différents professionnels intervenants (foreur, bureau d'études, ...).	52
Informers les exploitants, opérateurs et foreurs ; sanctionner la non-application des règles élémentaires de bonne pratique, notamment par les professionnels.	53

## Introduction

Un nombre important de maisons du village de Lochwiller dans le Bas-Rhin connaît des désordres importants depuis quelques années (fissures traversantes, déplacements d'éléments constitutifs, prise de gîte, etc.). Ces dégradations suscitent l'inquiétude légitime des habitants ; leurs interrogations recueillent désormais une attention médiatique soutenue.

Si la responsabilité principale d'un forage géothermique, réalisé sans autorisation et sans appliquer les bonnes pratiques professionnelles, est admise, les solutions pour ralentir les évolutions et éventuellement les stopper, ont toutes échoué jusqu'à présent.

C'est pourquoi, par une lettre du 22 juillet 2016, la Ministre de l'environnement, de l'énergie et de la mer, en charge des relations internationales sur le climat a demandé qu'une mission soit diligentée sur les « modalités de gestion et d'indemnisation des dégâts occasionnés par un forage géothermique sur la commune de Lochwiller dans le Bas-Rhin ».

Selon la lettre de commande, la mission devait :

- *« donner son appréciation sur les sources des risques anthropiques et naturels génératrices des dommages au fil du temps et les liens qui les unissent en s'appuyant notamment sur les expertises rendues ;*
- *proposer les mesures à court terme pour limiter l'évolution du phénomène mais également le cas échéant des mesures à moyen terme permettant d'en ralentir l'évolution ;*
- *se pencher sur le retour d'expérience de situations similaires à l'étranger, notamment en Allemagne,*
- *sur la base de ces diagnostics, proposer un mécanisme permettant l'indemnisation des biens non indemnisables par le FGAO<sup>2</sup>, notamment les biens appartenant aux collectivités ».*

et enfin formuler *« les recommandations qu'elle jugera pertinentes pour traiter la situation globalement ».*

Cette lettre de commande a été suscitée par une demande du Préfet de Région, constatant que les actions entreprises jusqu'à présent, d'abord par les personnes physiques à l'origine du forage géothermique mentionné ci-dessus, puis par la mairie et les services de l'État n'ont pas encore permis de mettre un terme aux désordres matériels. Ces désordres ont reçu une attention particulière de l'État pour de multiples raisons dont deux méritent d'être mises en exergue :

- leur importance et surtout leur durée engendrent des situations humaines et sociales difficiles qui ne sauraient être occultées,
- leur bonne résolution et la prévention de situations équivalentes dans le futur sont essentielles pour assurer la confiance collective dans le développement de

---

<sup>2</sup> fonds de garantie des assurances obligatoires de dommages.

la géothermie, source énergétique dont les intérêts économiques et écologiques sont multiples.

La mission a pris connaissance de nombreux rapports, documents et expertises relatifs à la géologie locale, aux travaux effectués lors du forage puis à ceux entrepris pour le reboucher et remédier aux désordres, aux procédures judiciaires et d'indemnisation en cours, mais aussi à des situations comparables en France ou en Allemagne.

Elle a procédé à l'audition de nombreuses personnes impliquées dans la résolution des difficultés ou touchées par le sinistre, à Paris et lors d'un déplacement en Alsace les 12 et 13 octobre 2016. Elle a profité de la proximité géographique pour se rendre, le 14 octobre, à Staufen-im-Breisgau près de Freiburg en Allemagne, ville de huit mille habitants ayant connu des dommages à la suite de forages géothermiques, lesquels paraissent aujourd'hui au moins maîtrisés, si ce n'est stoppés et circonscrits. Cette agglomération présente un contexte géologique proche de celui de Lochwiller sans être identique.

Ce rapport expose dans une première partie les faits, les observations et des propos recueillis par la mission, lesquels conduisent à plusieurs constats. La seconde partie propose des solutions et des préconisations d'actions qui devront toutefois être validées techniquement. La troisième partie aborde les questions d'assurance et d'indemnisation avant que des pistes pour prévenir la répétition d'accidents comparables soient développées dans le quatrième et dernier chapitre.

## 1. Les faits et les observations – commentaires et constats de la mission

*Le village de Lochwiller est situé à 35 km environ au nord-ouest de Strasbourg près de Saverne (carte n° 1, p. 13). Les Vosges sont à proximité mais la géologie est celle du grand bassin sédimentaire de l'Est-Rhénan résultant de dépôts importants, marins et lagunaires, au cours de l'ère secondaire (période du Trias).*

*L'annexe n° 3 reprend de façon détaillée la chronologie des faits et des interventions dont seule une synthèse est présentée ici.*

### 1.1. La surrection de la colline du Koellberg à Lochwiller

Les habitations de Lochwiller ont été établies historiquement dans les zones de moindre altitude à proximité du ruisseau du Dachsgraben et dans les fonds des talwegs adjacents. Dans les années 70, une première phase d'extension a eu lieu le long de la rue des Vignes puis à partir de 2005-2006 de nouveaux développements ont été décidés sur la colline du Koellberg (cf. carte n° 6, p. 22, rue du Sonderberg et impasse du Koellberg). La première tranche du lotissement du Weingarten a alors été créée en 2006 ; la seconde en 2010, avant d'être interrompue sur décision judiciaire le 16 juillet 2012.

Il semble qu'aucune construction n'avait été établie antérieurement sur cette colline (ou les buttes équivalentes à proximité immédiate). On constate en effet l'absence de bâti ou de ruines notifiés sur la carte IGN (1/25 000) ou visibles sur le terrain.

Les pentes locales sont très significatives, 10-12 % dans la partie haute au nord-ouest et 18 à 20 % vers l'ouest en partie basse ([1]<sup>3</sup>, p. 7 et photographies n° 3, 4, 8, 10 et 13, p. 35 à 37) et les terrains sont très argileux. Les études préalables à l'implantation du lotissement [1] avaient souligné ces caractéristiques et indiqué que des précautions seraient nécessaires.

#### 1.1.1. L'apparition des désordres sur le village de Lochwiller

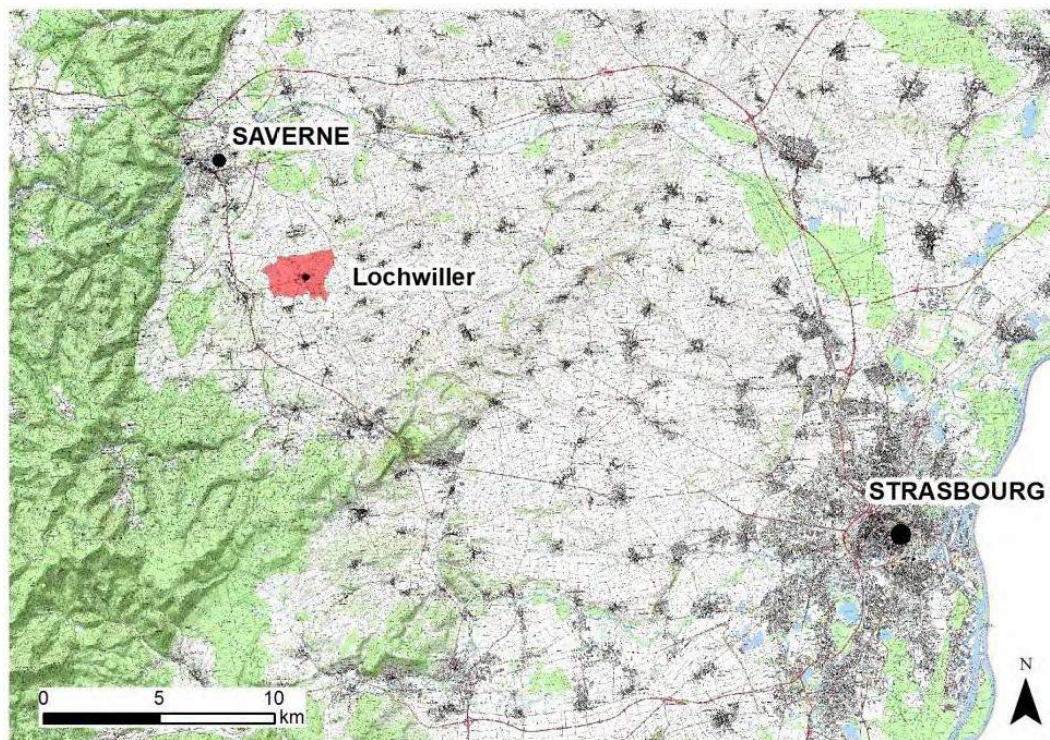
##### 1.1.1.1. Résumé

En 2008, les propriétaires d'une maison nouvellement construite, monsieur et madame Kandel, ont souhaité faire équiper celle-ci d'un chauffage géothermique. Ils ont confié la réalisation de cette installation à la société IDEN qui en a réalisé la conception puis délégué la réalisation à la société OTEC qui a ensuite fait appel pour le forage à la société allemande Müller.

Cette dernière entreprise n'était pas identifiée par la DRIRE/DREAL comme un opérateur régulier en Alsace. Elle n'a pas procédé à la demande d'autorisation préalable obligatoire (au-delà d'une profondeur de 100 m). La DRIRE n'a pas reçu la déclaration manuscrite (exigée au-delà de 10 m) que cette société prétend avoir faite le 17 novembre 2007. Le forage a donc été entrepris illégalement.

---

<sup>3</sup> Les nombres entre crochets renvoient à la bibliographie (annexe n° 2)



carte n° 1, ([6], p. 7)

#### Situation géographique de Lochwiller

Le forage a été réalisé du 18 au 20 février 2008. La description de celui-ci est très imparfaite tant pour la caractérisation des couches géologiques traversées que pour la description des venues d'eau qui ont été observées et enfin pour les opérations de cimentation qui exigeaient une attention précise pour garantir la non mise en connexion d'aquifères différents (bonne pratique élémentaire). Le professionnalisme de l'entreprise Müller est fortement sujet à interrogations. En particulier, cette entreprise ne figure pas parmi les entreprises affiliées à la fédération allemande de la géothermie<sup>4</sup> et sa « cimentation » du forage interpelle. Une quantité importante de ciment aurait été employée mais l'essentiel des coulis se serait perdu hors du forage ([2] p. 58 et note de bas de page n° 12, p. 28). Ce cimentage n'a pas été décrit par les entreprises qui ont tenté de sur-forer ultérieurement et qui auraient dû l'observer.

---

<sup>4</sup> Remarque issue de la consultation de l'annuaire des membres de la Bundesverband Geothermie : <http://www.geothermie.de/firmen.html>

Une venue d'eau dans le forage a été constatée le jour même, le niveau de l'eau se stabilisant à 11 m sous la tête du forage. Deux semaines après, des écoulements importants ont été observés dans une grange en contrebas (propriété Schorr, voir carte n° 6, p. 22). Un rebouchage du forage a été tenté en février puis en avril et mai 2008 dans sa partie supérieure avec du ciment. Devant la persistance du phénomène, un nouveau rebouchage avec une résine synthétique a été effectué à la fin de l'année 2008 et a paru résoudre le problème.

Toutefois, le sol pavé de cette cour de grange, dans laquelle un camion se garait, s'est déformé (2008) puis des fissures sont apparues dans le bâtiment en 2010 (ou 2009 selon les sources). Ce type de désordres a gagné de nombreux autres bâtiments voisins en 2011 puis a continué de s'étendre (cf. cartes n° 2 et 3, p. 15 ; [2] et [3]).

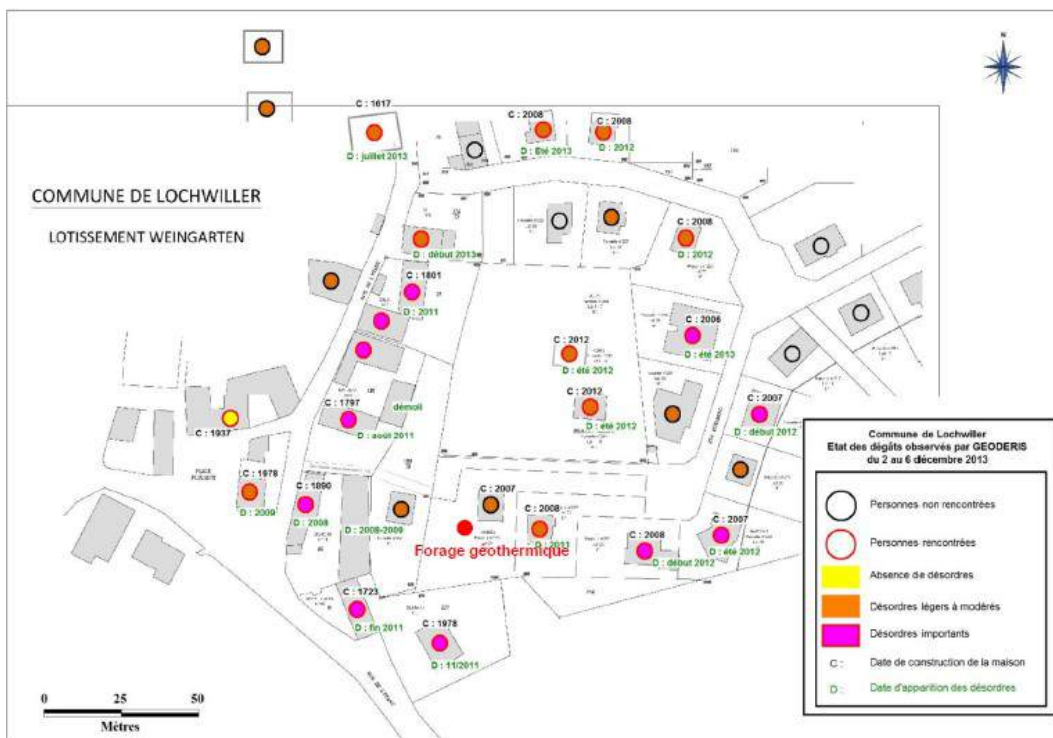
Des actions en justice multiples ont été engagées par les propriétaires voisins puis par les membres du lotissement. L'une d'elle a obtenu l'interruption de la deuxième tranche en cours de réalisation ; les travaux correspondants étaient en effet considérés comme provoquant les déformations précitées des bâtiments. Une expertise judiciaire a été ordonnée en avril 2010 à la demande du premier voisin touché. Après plusieurs extensions, celle-ci a donné lieu à un rapport en mai 2014, [2] ; l'origine géologique est citée pour la première fois dans un document de décembre 2011 puis plus largement reprise au printemps 2013 (cf. infra, 1.1.3.1., p. 26).

À partir de 2011 et plus encore après 2012, il apparaît que l'ensemble de la colline, portant le lotissement mais aussi d'autres maisons, est l'objet de mouvements importants. Le maximum mesuré, d'octobre 2011 à septembre 2013, est de + 53 cm. L'expert judiciaire conclut que « *de façon générale, les relevés des mouvements effectués durant l'année 2013 indiquent des déplacements multidirectionnels très importants dus à des gonflements souterrains* » ([2], p. 51).

Ces désordres se poursuivent actuellement sur une partie du lotissement avec des gonflements maximaux de 1,5 cm/mois, tandis que des déplacements horizontaux se poursuivent sur la partie basse du lotissement et sur les maisons anciennes voisines (cf. infra). Certains experts n'ont pas exclu qu'à terme le phénomène soit susceptible de s'étendre, voire « *affecter la majeure partie du village* » et que « *les dommages pourraient être tellement sévères qu'il faille démolir une vaste partie du village* » ([4], p. 98), si aucune mesure de remédiation ne réussit à traiter sa (ses) cause(s), sans qu'ils précisent le terme de cette extension. La mission souligne toutefois que, dans les autres cas dont elle a eu connaissance, l'extension latérale de la zone où des maisons subissaient des dégâts significatifs s'est très fortement ralentie ou stabilisée au bout d'un nombre réduit d'années.

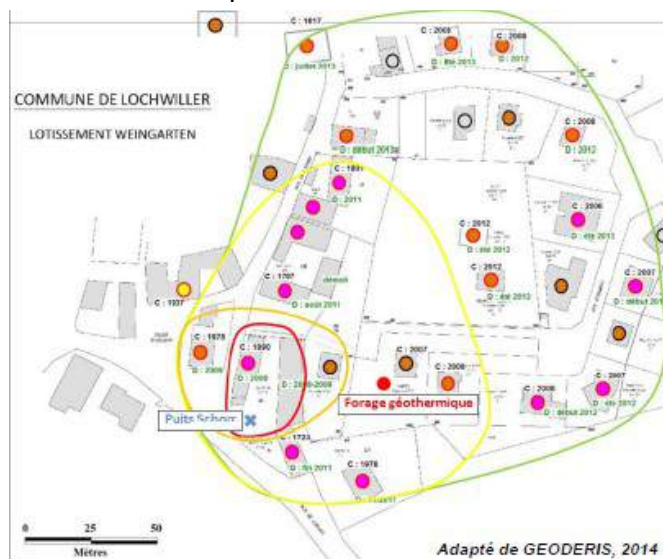
D'autres forages (le nombre mentionné est de un, trois ou quatre selon les sources) ont été effectués à une profondeur inférieure (40-50 m) à l'autre extrémité du lotissement pour une autre installation de chauffage par géothermie (11 rue de Sonderberg, [2] p. 60]). Aucune information, au-delà de leur existence, n'a pu être recueillie par la mission à leur sujet. Ils ne semblent jamais avoir été utilisés par les experts (tant pour leur description que pour d'éventuelles mesures piézométriques ou pour leur suivi).





Carte n° 2, ([3], p. 13)

Représentation cartographique des dates d'apparition des désordres aux habitations et ampleur de ces désordres



- Limite 2008
- Limite 2009
- Limite 2011
- Limite 2013



Carte n° 3, ([5], p. 5)

Propagation des désordres observés

## La géologie de Lochwiller<sup>5</sup>

Le village de Lochwiller est situé sur des dépôts sédimentaires du début de l'ère secondaire (Trias dont l'épaisseur serait de l'ordre de 950 m autour de Saverne). Ces strates s'étendent largement en Alsace, Lorraine et dans une partie de l'Europe de l'Ouest et du Nord des Alpes notamment (Trias germanique). De façon générale, au dessus des roches de l'ère primaire se trouvent successivement (du plus ancien au plus récent et en détaillant les formations pertinentes pour ce rapport) :

- le **Buntsandstein** d'une puissance de près de 600 m, il s'agit des grès vosgiens, roses-rouges, parfois violacés qui s'achèvent par des couches bien identifiables, notamment les grès à *Voltzia* (fossiles de conifères),
- le **Muschelkalk** (étymologiquement calcaire coquillier) avec :
  - le *Muschelkalk* inférieur constitué de couches détritiques fines et dolomitiques, d'environ 40-50 m d'épaisseur,
  - le *Muschelkalk* moyen, à couches argileuses silteuses et carbonatées, « riches en gypse et anhydrite », d'environ 40-50 m d'épaisseur,
  - le *Muschelkalk* supérieur, épais d'une soixantaine de mètres et constitué principalement de calcaires coquilliers ; il comprend trois formations bien caractérisées dans la région, de bas en haut : le *calcaire à entroques* (*échinodermes*), épais de 10 à 15 mètres (visible à Salenthal à 4 km environ au sud-ouest de Lochwiller), les *couches à Cératites* (*céphalopodes*, *ammonites*) épaisses de 40 à 50 mètres, le *Calcaire à Térébratules* (*brachiopodes*), épais de 2 à 6 m selon la coupure adoptée.
- La **Lettenkohle** (étymologiquement charbon des argiles) qui correspond à un épisode original de sédimentation, avec des phénomènes de dolomitisation, entre la sédimentation carbonatée de plate-forme marine du *Muschelkalk* supérieur et la sédimentation évaporitique du *Keuper*. Elle est subdivisée en trois termes :
  - la *Lettenkohle* inférieure ou *Dolomie inférieure* (épaisseur : 6 à 8 m), visible à Vasselonne à 5 km environ au sud de Lochwiller, (cf. carte n° 4, p. 18). ;
  - la *Lettenkohle* moyenne, elle-même subdivisée : *Marnes bariolées* et *Dolomie à Anoplophora* (épaisseur : 15 à 18 m), elle est très précisément décrite grâce à son affleurement de Vasselonne ;
  - la *Lettenkohle* supérieure ou *Dolomie-limite* (épaisseur : 0,50 à 2 m), cette couche pourrait être discontinue.
- Le **Keuper** (synonyme : *Marnes irisées*) forme un ensemble lithologique bien individualisé riche en évaporites et constitué en grande partie d'argiles silteuses bariolées de teintes vertes et lie-de-vin (les *Marnes irisées*). Pauvre en bancs durs, il ne donne guère de bons affleurements naturels et la série est mal connue dans le détail. Son épaisseur est de l'ordre de 130 à 140 mètres avec :
  - le *Keuper* inférieur d'environ 100 m d'épaisseur, sa description n'est pas toujours parfaitement précise. Il se divise de bas en haut avec :
    - les *Marnes à pseudomorphoses de sel* épaisses d'environ 80 m, argilites dolomitiques verdâtres, finement litées ; leur base comporte du quartz détritique très fin souvent associé à des Feldspaths, en leur sein s'observe parfois une couche de calcaire celluleux (*Zellenkalk* 2 à 4 m qui serait situé à environ 8 m du toit des marnes à pseudomorphose de sel<sup>6</sup>) ; dans la notice de la carte géologique, il est explicitement dit que « les *Marnes à pseudomorphoses de sel* peuvent contenir des bancs ou des lentilles de gypse ou d'anhydrite » ;

<sup>5</sup> L'essentiel des éléments est repris de la notice de la carte géologique de Saverne [7].

<sup>6</sup> Cette indication, reprise de Géoderis ([4], p. 15), n'est pas dans la notice de la carte géologique.

- les argilites bariolées rouge et vert à nodules de quartz corrodés (*Marnes irisées inférieures*, 12 m environ),
- les argilites dolomitiques verdâtres (*Marnes à Esthéries*, crustacés, 6-8 m),
- le *Keuper* moyen, épais de moins de 10 m environ, avec des grès à empreintes végétales (*Grès à roseaux*), puis des argilites bariolées rouge et vert (*Marnes irisées moyennes*) surmontées par la *Dolomie massive* ou bréchique (*Dolomie-moellon*);
- *Keuper* supérieur, épais de 30 m environ, avec des argilites rouges avec localement du gypse puis bariolées violacées sans sulfates.

Après une couche peu épaisse de grès réthiens, les roches sédimentaires jurassiques se développent. En Allemagne, les épaisseurs du *Keuper* (100 - 400 m) et du *Muschelkalk* (120 - 270 m) sont supérieures ([8], p. 10).

La zone de Lochwiller, à l'est du champ de fracture de Saverne, serait assez peu faillée sans que cela puisse être affirmé de façon certaine. La tectonique est essentiellement tertiaire, postérieure aux dépôts.

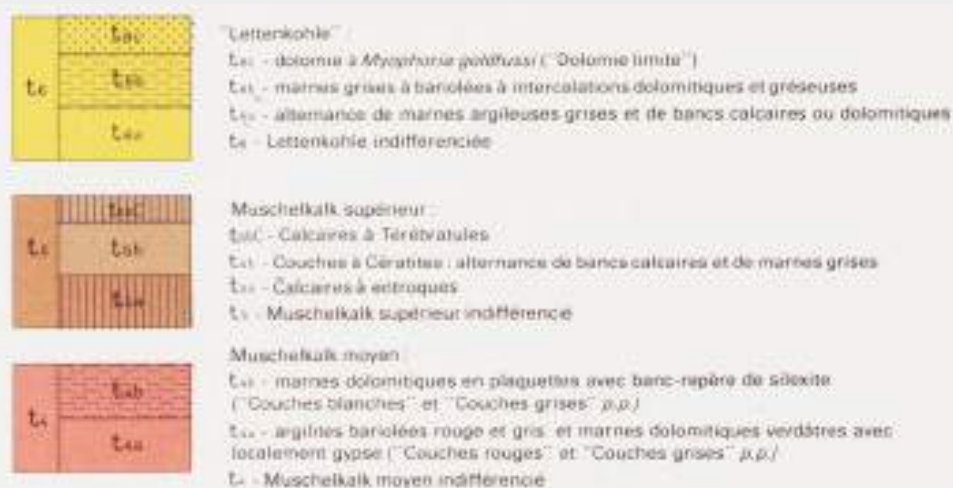
L'examen de la carte géologique suggère que le pendage des couches dans la région serait vers l'est. Géodéris trouve localement un pendage qui semble plus fort et orienté N/NE de 6 à 7 ° suite à l'examen d'un affleurement (propriété Matjeka) et à l'étude des corrélations « Gamma-ray » de plusieurs sondages ([3], p. 27 et [4], p. 23). Le pendage pourrait connaître des variations locales.

La description très fruste des couches rencontrées par l'entreprise Müller lors du forage Kandel ne permet pas de préciser la géologie sous la montagne du Koellberg alors que les horizons de la *Lettenkohle* et du *Muschelkalk* auraient pu / dû être reconnus lors de ce forage.

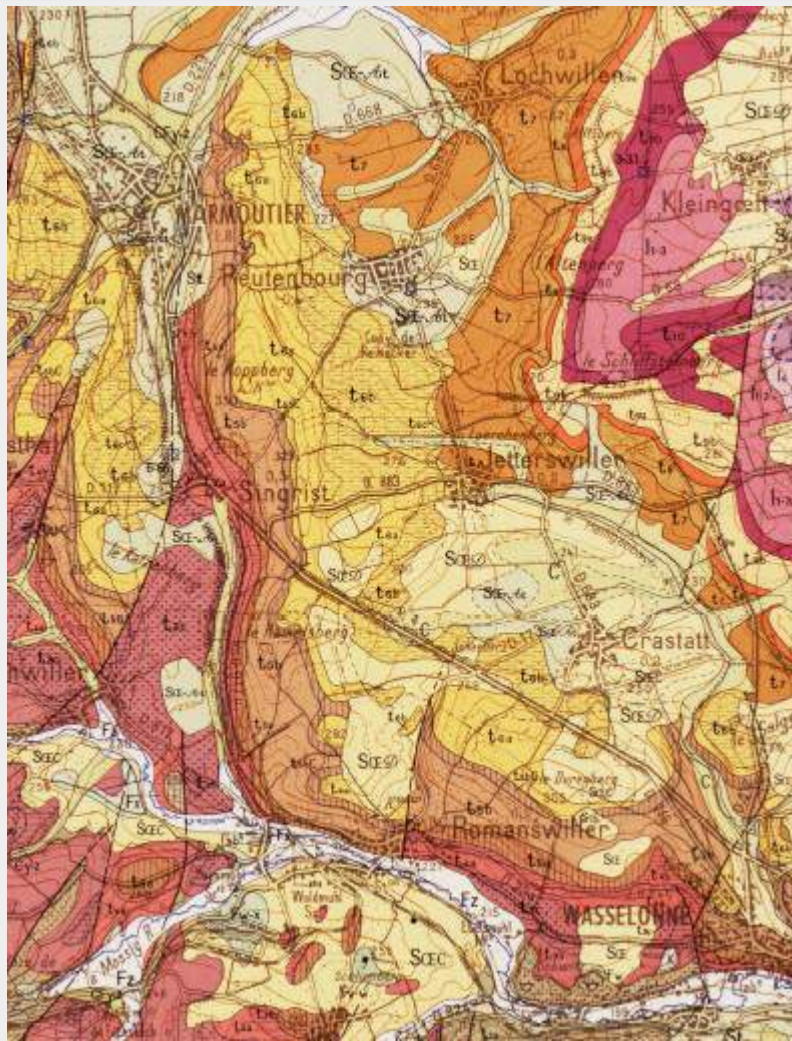
Le nombre et le niveau exact des aquifères sont particulièrement mal définis. Il y a eu au cours des différents forages (puits Kandel et sondages ultérieurs) plusieurs venues d'eau. L'arrivée à 64 m est constamment mise en avant (et attribuée au *Muschelkalk*) mais rien ne permet d'affirmer qu'il n'y a pas d'autres aquifères plus bas, ni même qu'il s'agit avec certitude du *Muschelkalk*<sup>7</sup>. Les aquifères proches de la surface sont l'objet de conjectures.

Les différents sondages révèlent l'existence, locale et variable, de fractures, de fissures, voire de karsts, qui sont responsables de pertes d'eau et de boues de forage importantes ou même totales.

Ces incertitudes sur la géologie locale sont particulièrement perturbantes.

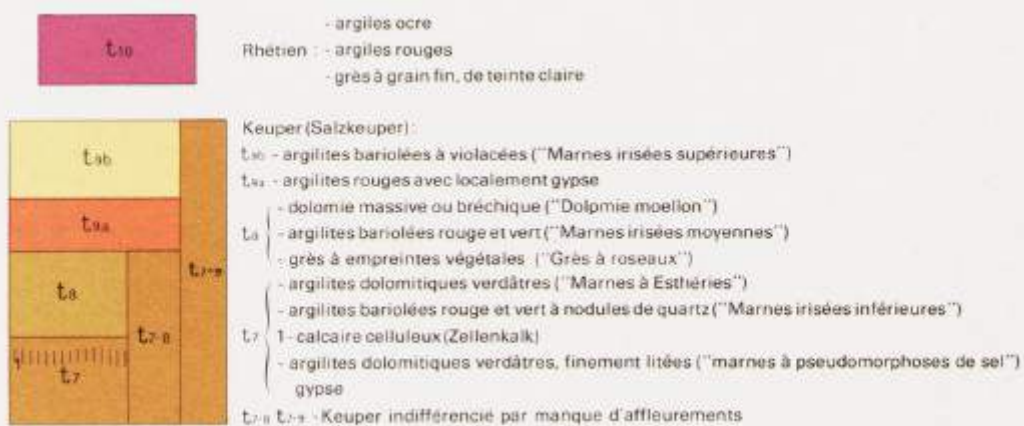


<sup>7</sup> Les variations substantielles entre les coupes géologiques du BRGM (2008 et 2013) et de Géodéris notamment, relevées par Egis sont troublantes.



carte n° 4

Extrait de la carte géologique [7]



### 1.1.1.2. Saisine des services

Le BRGM (service régional) et la DRIRE ont été très rapidement informés de problèmes en 2008 mais pour la seule dimension des venues d'eau en surface. Plusieurs rapports et comptes rendus de visites ont été produits mais les risques associés au contexte géologique n'ont pas été identifiés (cf. infra, 1.1.3., p. 25 et [9], [10], [11]) alors que les « risques de glissement de terrain potentiels » l'étaient ([11], p. 2). Le service régional du BRGM a rendu un rapport en juillet 2013, suite à une demande du sous-préfet de Saverne le 9 juillet 2013, [6] ; le département prévention et sécurité minière (DPSM) du BRGM a été saisi en 2014. La dégradation des bâtiments n'est arrivée à la connaissance de la DREAL qu'en 2011.

## 1.1.2. Description succincte des mouvements de terrain et des dégâts

Les déplacements verticaux et latéraux sont importants et de mêmes ordres de grandeur (40-60 cm pour les maxima depuis 2013). Les zones très fortement impactées sont assez restreintes (cf. cartes n° 5, 6 et 7, p. 21, 22 et 24).

### 1.1.2.1. Bâtiments, routes et réseaux

Les désordres et les dégâts observés à Lochwiller sont spectaculaires. Toutefois, ils sont comparables à ce que la mission a pu voir à Kirchheim ou Staufen-im-Breisgau (cf. photographies n° 1, 2, 14 et 15 p. 35 et 37).

Il convient de souligner que la réaction des bâtiments varie très significativement en fonction des techniques de construction employées (structure en bois et pisé, assemblage de moellons et galets, briques et parpaings avec ou sans structure en béton ferrailée et chaînée ; dans ce dernier cas les bâtiments résistent assez bien mais prennent de la gîte, cf. photographies n° 3 à 7, p. 35 et 36).

L'estimation des dégâts sur l'ensemble des bâtiments affectés serait d'environ 11,5 M€ aujourd'hui.

### 1.1.2.2. Soulèvements du sol

La quantification des déplacements est essentielle pour étudier le phénomène. Il est dommage que les premières mesures à partir de repères précisément définis n'aient commencé qu'en février 2013<sup>8</sup>. Les mesures sont désormais accessibles sur le site de la DREAL. Elles montrent une zone en forte élévation (environ 1,5 cm/mois), avec un épocentre à 60 m environ du forage Kandel, et des zones périphériques moins ou très peu concernées (cf. carte n° 5, 6 et 7 et graphe n° 1, p. 21 à 24), présentant parfois des affaissements temporaires qui peuvent être dus à la « respiration » du sol (variations du taux d'humidité, de la température, etc.). Le maximum cumulé de mars 2013 à juillet 2016 est de 64,9 cm ([12], p. 3).

---

<sup>8</sup> toutefois une analyse par interférométrie radar satellitaire serait encore envisageable pour un coût de l'ordre de 50 k€

Des mesures sur 25 regards d'assainissement ont été effectuées entre octobre 2011 et 2013 et indiquent un soulèvement maximal de 53 cm pour le regard n° 17 (49 cm pour l'altitude du fil d'eau). Aucune information n'est disponible quant à la constance de la vitesse du soulèvement dans le temps ou quant à l'existence de mouvements planimétriques associés ([2], p. 48). Ces déplacements ne sont pas reliés aux mesures ultérieures. De façon très qualitative, l'hypothèse d'une surrection de certains points de la colline du Koellberg supérieure à 1 m depuis 2008 peut être formulée.

#### 1.1.2.3. Mouvements de terrains planimétriques et reptation superficielles

La dimension latérale des mouvements est parfois insuffisamment mise en avant, voire ignorée, en tout cas peu ou non mentionnée ([14], [15] et [16]). Ces déplacements horizontaux sont synthétisés par la carte n° 6. Le maximum atteint 45,6 cm ([12], p 7).

La crevasse ou fissure, ou plutôt le faisceau de fissures (cf. carte n° 6, p. 22 et photographies n° 10 et 11 p. 36 et 37), qui traversent approximativement d'est en ouest le lotissement, définissant parfois une forme de « boutonnière », d'une profondeur supérieure à 3 m selon les habitants, ainsi que les déplacements horizontaux constatés sont possiblement la composition – dans des proportions impossibles à définir à ce stade – du gonflement du sous-sol et d'une reptation des terrains superficiels.

Le terme de reptation est préféré à celui de glissement qui fait référence au déplacement en bloc d'une masse de sol et/ou de roches sur une surface de glissement. Les observations ne permettent pas de conclure à une telle situation mais seulement à un déplacement des couches superficielles sans pouvoir statuer sur la profondeur du phénomène. L'expertise Géoderis de 2014 ([3], p. 32 et 33) exclut un glissement de terrain (i.e. profond), elle utilise les données de l'expertise Fondasol dont elle reprend la conclusion ([18], p. 7).

Cette « reptation » pourrait être ancienne. Plusieurs documents évoquent des arbres tordus, des moutonnements des terrains sur la colline du Koellberg ([2], p. 59 ou [3], p. 40). Si la mission, dont aucun membre n'est spécialiste de cette question, ne peut pas conclure au caractère totalement probant des observations équivalentes qu'elle a pu faire, elle a aussi identifié un pilier fortement penché dans la grange Schorr dont le propriétaire indique que l'inclinaison est très ancienne (même si elle a été accrue depuis 2011). Géoderis ([3], p. 39) indique qu'on « *ne peut exclure que certains mouvements différentiels observés sur le terrain puissent être attribuables à des phénomènes localisés de retraits gonflement des argiles du Keuper* ».

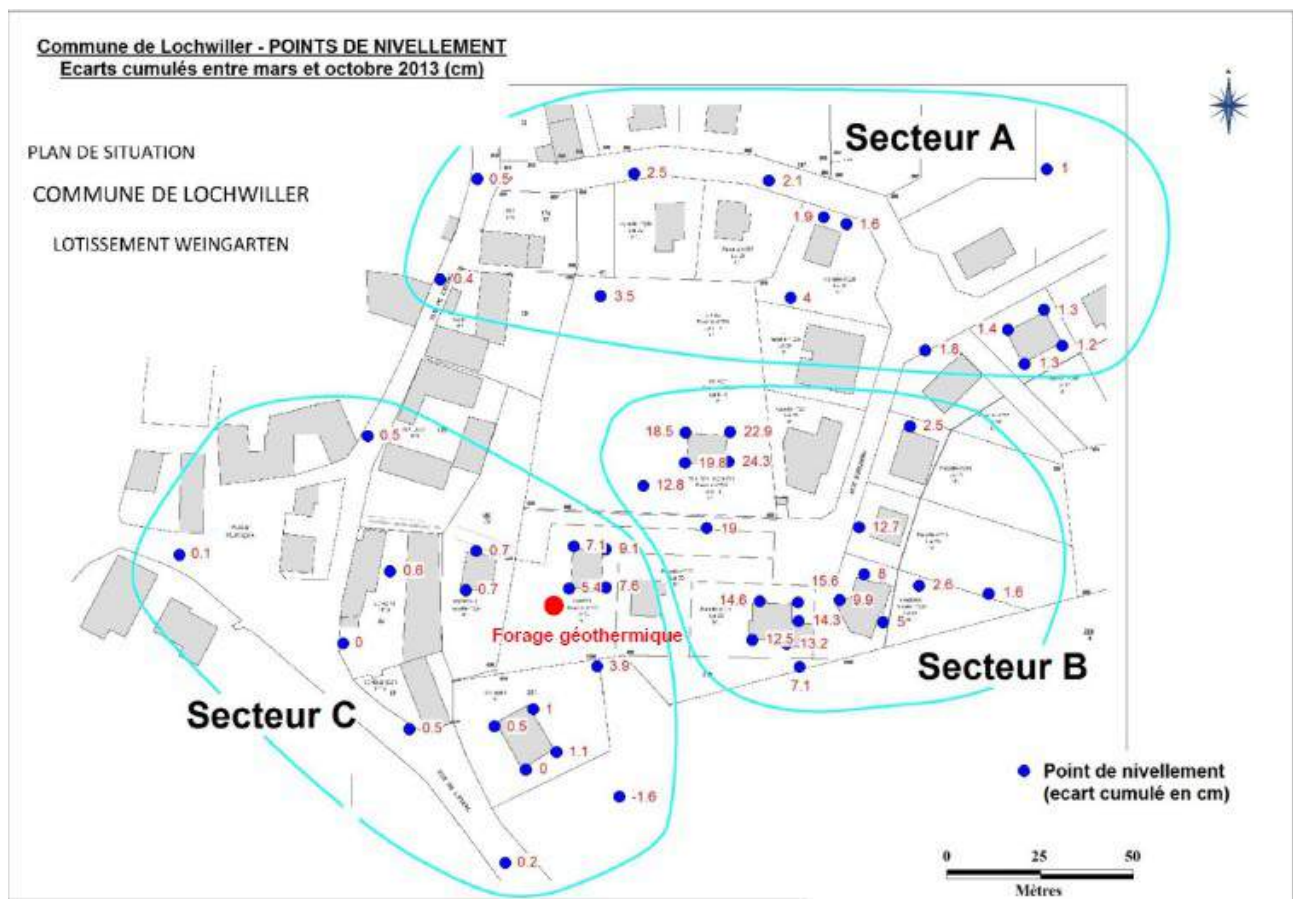
#### 1.1.2.4. Des zones inégalement affectées

L'examen des relevés montre que si les déplacements verticaux, le gonflement au sens strict, se sont étendus dans le temps (cartes n° 2 et 3, p. 15), ils sont d'inégale importance et peuvent se répartir en trois zones (carte n° 5, p. 21). Enfin, seule une partie du village est concernée (photographie aérienne n° 1, p. 21)



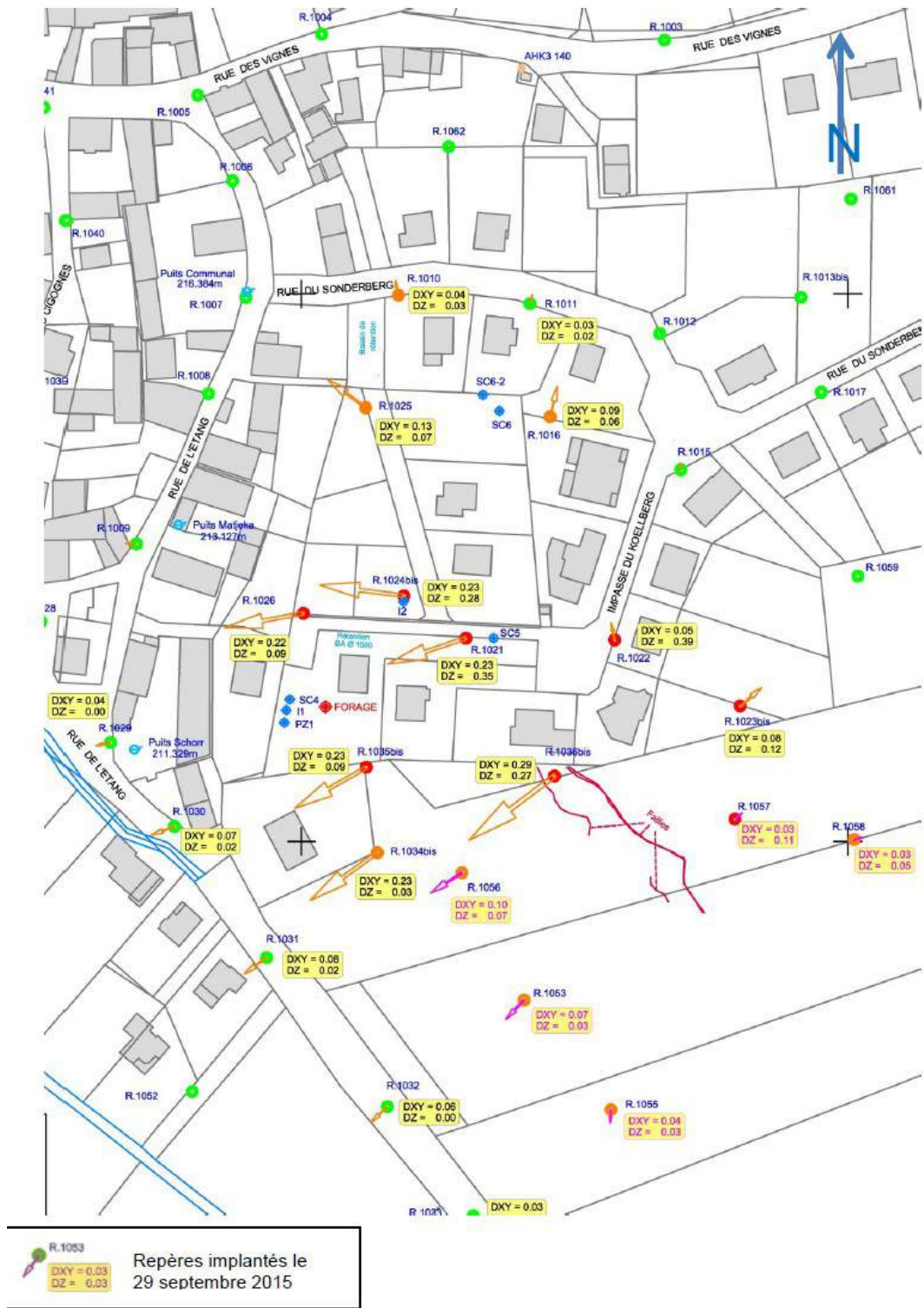
photographie aérienne n° 1, ([5], p. 3)

L'essentiel des dégâts est circonscrit par le polygone figuré, toutefois quelques dommages peuvent être observés aujourd'hui à sa périphérie.



carte n° 5, ([3], p. 16)

Représentation cartographique des écarts cumulés (en cm) entre les levés topographiques de mars et octobre 2013 ; la zone représentée correspond approximativement au polygone de la photographie aérienne du dessus.

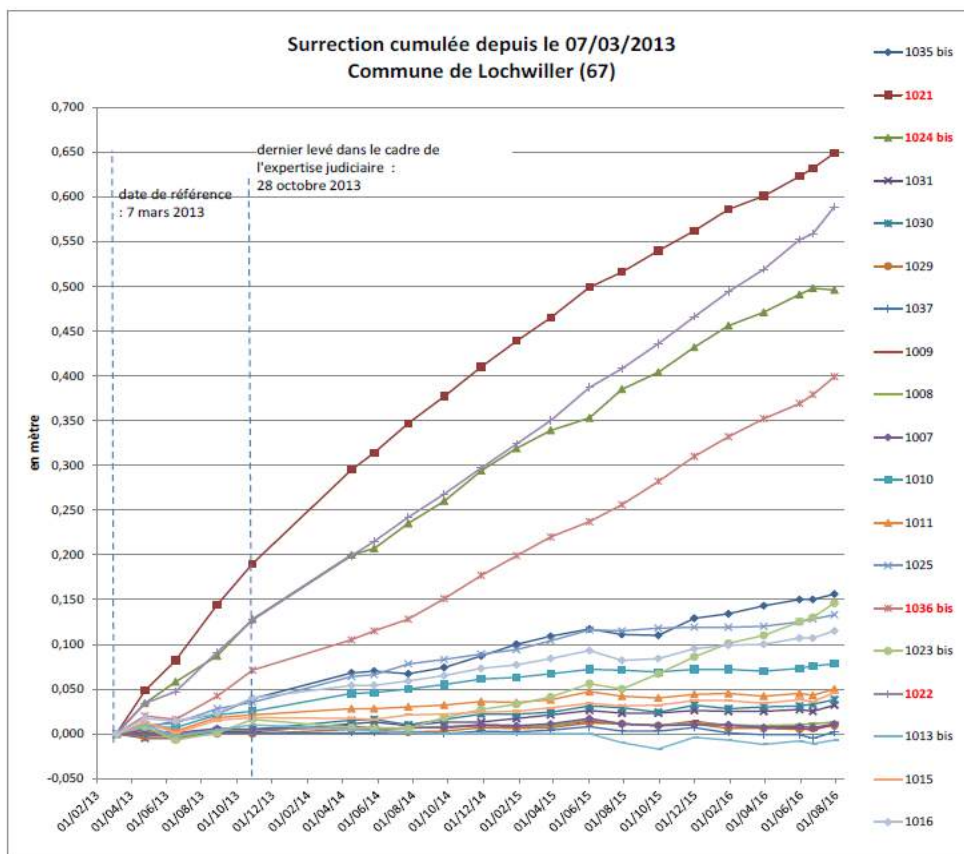


Extrait du plan Cumul depuis le 17 avril 2014

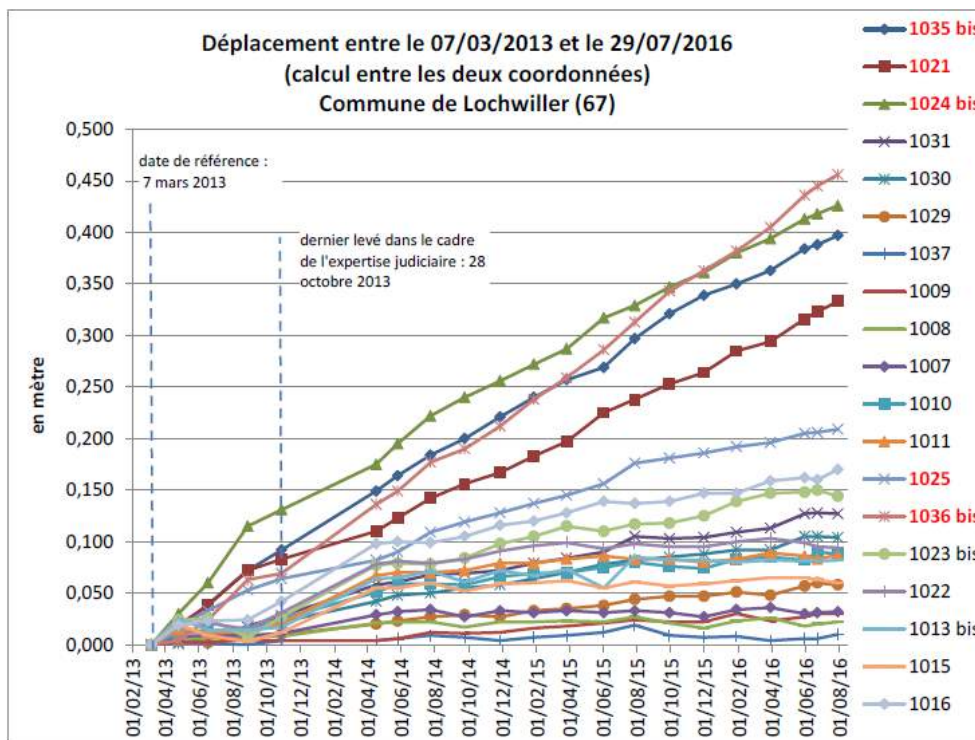
carte n° 6, ([12], p. 11)

Mouvements cumulés verticaux DZ et planimétriques DXY, indiqués pour chaque point ; en rouge le faisceau de fissures marqué comme « failles »

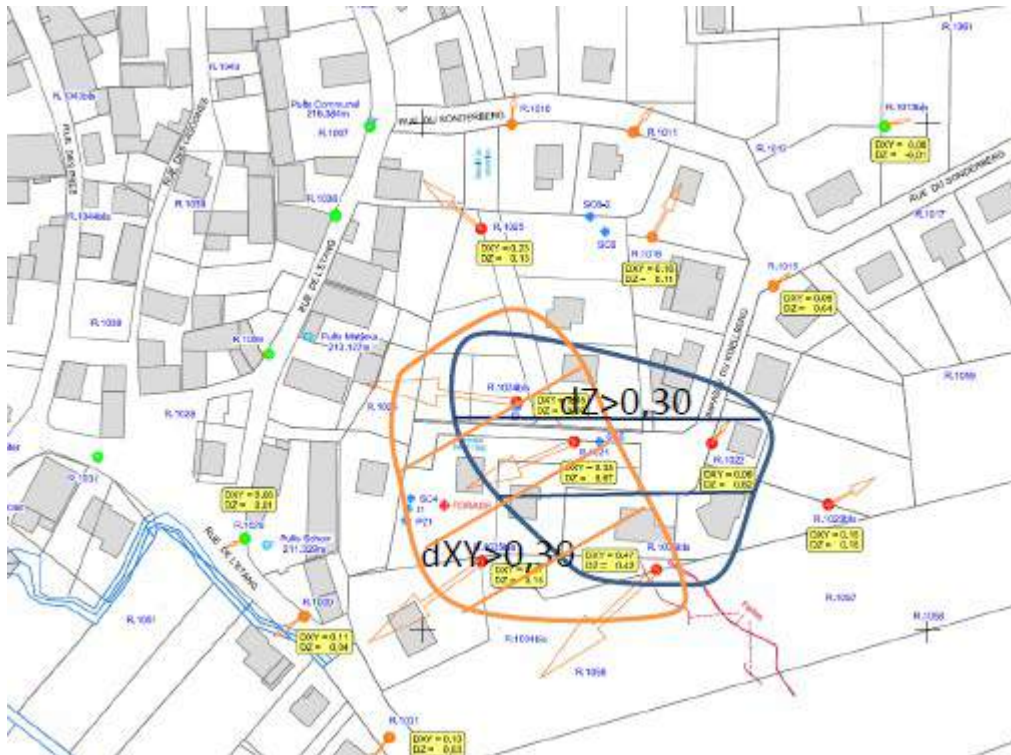




graphe n° 1 : Déplacements verticaux, ([12], p. 2)



graphe n° 2 : Déplacements horizontaux, ([12], p. 6)



carte n° 7

Zones où les déplacements cumulés depuis 2013 sont supérieurs à 30 cm, verticaux en bleu, latéraux en orange (données BRGM reprises par la mission)

Cet examen indique aussi qu'une zone, proche du « sommet » du lotissement subit essentiellement une surrection, tandis que la zone au sud-ouest, là où les pentes sont les plus fortes, est affectée par les mouvements planimétriques les plus grands, i.e. reptation ou glissement superficiel du sol (cartes n° 6 et 7, p. 22 et 24).

Ce constat justifie que l'ampleur des dégâts n'est pas et ne sera pas la même partout ; il suggère que certaines zones pourront difficilement être stabilisées (celles en pente). En revanche, il permet d'imaginer que certaines parties du village puissent ne pas être affectées (absence de soulèvement ou soulèvement suffisamment uniforme pour ne pas engendrer de dommages).

### **1.1.3. Les origines plausibles des désordres :**

La géologie est déterminante (cf. encart p. 16 à 18). L'ensemble des experts consultés convient que le forage des époux Kandel paraît être à l'origine des phénomènes, au moins en ce qui concerne leur déclenchement et leur cinétique rapide. En revanche, les positions divergent sur le rôle et l'importance possible d'autres facteurs.

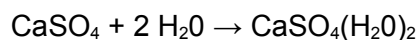
#### *1.1.3.1. Le gonflement de l'anhydrite par réaction avec l'eau*

Les régions du bassin sédimentaire correspondant au Trias germanique, dont l'Alsace, et une partie de la Lorraine et de l'Allemagne, reposent sur des couches de grès, d'argile et d'évaporites importantes.

Ces dernières roches ont été formées par la précipitation de sels hydrosolubles en milieu marin ou lagunaire, partiellement ou totalement confiné permettant d'atteindre par évaporation de l'eau des concentrations supérieures aux produits de solubilité des sels (cas aujourd'hui des grands lacs salés, des Salars andins, de la Mer Morte, etc.). Selon les conditions et les éléments chimiques présents, du gypse, de l'anhydrite, du sel gemme, des sels de potasse, de bore, de lithium, etc. peuvent cristalliser.

Le sulfate de calcium, moins soluble, est un des premiers à précipiter. Sa forme pure est l'anhydrite  $\text{CaSO}_4$ , sa forme hydratée la plus fréquente est le gypse  $\text{CaSO}_4(\text{H}_2\text{O})_2$ . Ces minéraux sont souvent en association avec des argiles.

L'anhydrite se transforme en gypse en présence d'eau selon la réaction chimique :



Le gypse formé peut aussi être dissous et évacué ou cristalliser plus ou moins loin de l'emplacement de l'anhydrite.

L'anhydrite persiste à l'état naturel sans transformation par hydratation au cours des temps géologiques s'il est protégé de l'eau (par exemple en étant enserré entre des couches d'argile) ou s'il est profond (de l'ordre de 60 à 100 m au minimum<sup>9</sup>).

---

<sup>9</sup> La pression lithostatique empêche le gonflement et donc l'hydratation. Cette profondeur varie selon les échantillons et les auteurs qui indiquent une pression due au gonflement de l'anhydrite de 1.7 à 4.7  $10^6$  Pa, soit 17 à 47 atmosphères environ (mais des pressions de 8  $10^6$  Pa, soit 80 atmosphères ont été mesurées en Suisse par E. Pimentel, [4] p. 10 et annexe 14).

Cette transformation engendre un gonflement théorique en volume de 60 %. En milieu naturel, en fonction de la teneur en anhydrite, des vitesses de circulation de l'eau dans la roche, de la dissolution possible du gypse, immédiate ou ultérieure, et de la présence éventuelle de pores préexistants dans la roche, etc., le gonflement peut être plus faible, voire négatif. La présence d'argiles, pouvant elles-mêmes gonfler et/ou favoriser les circulations d'eau, est un facteur essentiel qui détermine l'ampleur du gonflement et la cinétique de réaction.

Le gonflement de l'anhydrite est un problème identifié depuis longtemps en travaux publics ou pour la fabrication des bétons<sup>10</sup>. Il a touché notamment des tunnels ferroviaires en Suisse et en Allemagne mais aussi en France ([21], p. 13). Des mouvements de sols liés à des forages géothermiques ont été observés en France (trois) et en Allemagne (six dans le Bade-Wurtemberg) mais essentiellement à partir de la fin des années 2000, le développement de la géothermie étant assez récent.

À Lochwiller, l'anhydrite était auparavant protégé par son insertion au sein de dépôts argileux et par une couche superficielle d'argiles d'une dizaine de mètres environ au sein desquelles les sulfates avaient été éliminés au cours de l'ère quaternaire.

Le forage géothermique fuyard est selon toute vraisemblance l'élément déclencheur des désordres aujourd'hui observés. Il a permis la remontée d'eaux profondes au niveau de couches riches en anhydrite non altéré, lequel s'est alors hydraté et a « gonflé » entraînant la surrection des terrains proches du forage. Les mouvements de sols auraient engendré des fissures permettant de nouvelles circulations et des arrivées d'eau complémentaires (infiltrations d'eau météorique et d'eau des réseaux d'adduction et d'assainissement, déstructurés par les mouvements de terrain).

La présence d'anhydrite est mentionnée dans la notice de la carte géologique publiée en 1979 pour sa dernière révision. La présence d'anhydrite à de faibles profondeurs (surtout à partir de 7-8 m) sous la colline du Koellberg est mise en évidence en février-mars 2013 par les sondages de l'entreprise Fondasol ([17], p. 7). Toutefois, Fondasol dès décembre 2011 considère qu'il faut écarter le gonflement retrait des argiles et que les déformations du sol sont liées à « un gonflement de couches profondes, notamment les anhydrites, par un apport d'eau résultant du forage géothermique. Ici le forage recoupe en profondeur des marnes à anhydrite du *Keuper* » ([21], p. 13). L'expert judiciaire Marc Strauss dans une note aux parties du 17 mai 2013 reprend cette explication, puis le BRGM dans son rapport de juillet 2013 ([6], p. 3 et 9).

### 1.1.3.2. Les argiles

La présence d'argiles dans les terrains et les couches géologiques superficiels est un élément qui peut expliquer en partie les désordres observés. Sans rentrer dans une classification détaillée des minéraux argileux, en fonction de leur structure et des ions qu'ils intègrent, ils présentent ou non des capacités de gonflement lorsqu'ils ont mis en présence d'eau.

L'illite, la chlorite et les smectites sont présentes dans les échantillons prélevés par sondage à Lochwiller. Les smectites « présentent des liaisons particulièrement lâches entre leurs feuillets constitutifs, ce qui facilite l'acquisition ou le départ d'eau, ... autorisant ainsi de fortes variations de volume ». Les smectites sont fortement

---

<sup>10</sup> Si les granulats comportent de l'anhydrite, le béton « gonfle », se fissure et se désagrège (situation observée en Savoie, suite à un mauvais emploi de déblais de forage du tunnel Lyon-Turin, cf. infra).

présentes à Lochwiller, en particulier dans les 10 premiers mètres ([4], p. 7 et 32)<sup>11</sup>. Pour autant, l'étude Fondasol conclut que les argiles prélevées dans les carottages de Lochwiller ne se situent pas dans le domaine des argiles gonflantes ([3], p. 8)] ; en revanche, elles sont plastiques ([17], p. 9).

Le rôle des argiles est multiple :

- par leur hydratation, elles permettent un gonflement rapide des couches touchées par une venue d'eau,
- après hydratation, elles acquièrent un comportement plastique qui autorise des déformations voire une reptation des terrains,
- dans les couches de « marnes à anhydrite », le gonflement des argiles engendre des microfissures qui facilitent l'arrivée d'eau au contact de l'anhydrite et accélèrent sa transformation en gypse et une augmentation de volume.

Les spécialistes allemands à Staufen-im-Breisgau considèrent que la présence d'argile au sein d'une couche d'anhydrite a été responsable de la rapidité des désordres constatés dans cette localité (deux semaines, [8], p. 2). « *Les roches anhydritiques pures ne gonflent pratiquement pas* » et « *plus un échantillon d'anhydrite argillifère contient d'argile, plus la transformation d'anhydrite en gypse se fait rapidement. Après deux ans, et en l'absence de toute contrainte, des échantillons à 5 % d'argile présentent un gonflement supérieur à 100 % alors que 90 % de l'anhydrite s'est transformé en gypse* » ([3], p. 30 et 31).

Les premiers désordres observés chez monsieur Schorr (déformation du sol et déplacement des pavés de sa cour à l'emplacement où il garait un camion), les fissures et les déplacements horizontaux constatés ultérieurement dans le lotissement Weingarten ou à sa proximité sont, vraisemblablement ou au moins pour partie, liés à ces argiles et à leur plasticité.

### 1.1.3.3. Autres causes possibles

D'autres causes sont toutefois évoquées :

- le changement d'affectation du terrain du lotissement (auparavant un verger assurant une fonction drainante et de pompage naturel de l'eau) aurait permis une imprégnation aqueuse plus forte des terrains superficiels ; celle-ci aurait été ultérieurement accrue par les apports des réseaux d'adduction et d'assainissement détériorés.

Géoderis identifie une influence de la pluviométrie sur l'apparition des fissures sur certaines habitations (avec un décalage de quatre semaines sur l'habitation Schorr – 10 à 12 jours selon le propriétaire –, de deux semaines sur l'habitation Schmitz – le propriétaire n'identifiant pas de corrélation –, monsieur Matjeka signalant une corrélation de 3 à 4 jours pour son habitation non relevée par ailleurs, [3], p. 36 et 37).

---

<sup>11</sup> Alors que l'illite, dépourvue de propriétés de gonflement serait le minéral argileux le plus fréquent dans les sédiments triasiques lorrains et que la notice de la carte géologique ne mentionne pas les smectites.

- un séisme (le 30 juillet 2010).

Si elles ne paraissent pas pouvoir être totalement écartées, leur importance ou leur plausibilité sont nettement plus faibles (en particulier, les premiers dommages sur des bâtiments sont apparus antérieurement au séisme).

#### 1.1.3.4. Une situation complexe

Seules des causes plausibles peuvent être identifiées. Même si le caractère initiateur du forage est difficilement contestable, la mission ne saurait se substituer aux procédures judiciaires en cours pour déterminer quelles sont les causes prépondérantes.

La mission considère qu'elle ne peut pas se prononcer sur les parts respectives des différentes causes dans l'origine des désordres et, éventuellement, que ce débat d'experts risque de ne jamais pouvoir être tranché.

En revanche, le rôle du forage de monsieur et Madame Kandel comme élément déclencheur des désordres, de leur rapidité et de leur ampleur paraît difficilement contestable.

#### 1.1.4. L'échec de toutes les tentatives de remédiation

Le forage Kandel a fait l'objet de plusieurs tentatives de rebouchage :

- immédiatement après le constat de l'écoulement d'eau dans la grange et la cour Schorr (deux semaines après le forage), mais des quantités importantes de ciment se sont perdues dans le sol, sans colmater le forage<sup>12</sup> ;
- à l'automne 2008 par l'entreprise Sika avec des résines expansives. Cette intervention n'a concerné que la partie supérieure du forage (15-20 premiers mètres), des tubes métalliques ayant servi à l'injection de la résine ont alors été laissés en place ;
- durant l'hiver 2015-2016, avec un sur-forage réalisé par l'entreprise Vauthrin. Celle-ci a buté sur la résine de Sika et les tubes d'injection en acier, ce qui a empêché de suivre le forage initial et conduit à l'échec de cette tentative. Le coût a été de l'ordre de 260 k€ ht ([5], p. 10).

En revanche, l'utilisation des tubes en PVC des sondes géothermiques ne semble pas avoir été étudiée pour réaliser l'injection sous pression de coulis de ciments colmatants. Cette solution (qui a priori n'est plus aujourd'hui possible, les différentes tentatives de rebouchage ayant rendu inaccessibles ces tubes) a pourtant été un succès pour 5 forages sur 7 à Staufen-im-Breisgau.

---

<sup>12</sup> En avril et mai 2008 (en plus d'une première tentative deux semaines après le forage), en trois opérations 150 sacs de ciments auraient été utilisés. Les 7 et 8 octobre 2008 une cimentation aurait encore été effectuée avec des spécialistes du béton ((FEHR), ([2], p. 58)). En supposant que les sacs pesaient 50kg et qu'ils ont permis de produire des coulis dosés à 500 kg/m<sup>3</sup> de ciment, de l'ordre de 15 m<sup>3</sup> de coulis auraient été versés dans le forage dont le volume est d'environ 3,6 m<sup>3</sup> (le BRGM annonce un diamètre de 180 mm). Ce calcul – très approximatif – conforte les pertes décrites ou rapportées.

## 1.2. Des situations comparables dans le bassin rhénan *lato sensu* qui présentent toutefois chacune des spécificités

Il faut souligner tout d'abord que les forages engendrant des dommages sont en proportion très peu nombreux. Trois sont identifiés en France depuis les années 2000 alors que, sur la seule période de juillet 2015 à septembre 2016, 2050 déclarations (souvent incomplètes) ont été effectuées et 1651 ouvrages déclarés à la banque du sous-sol (BSS) tenue par le BRGM.

La mission note par ailleurs que le caractère – heureusement – exceptionnel de ce type de dossier et la spécificité des forages géothermiques ont conduit l'intervention de l'État, d'une part, à mobiliser des services différents selon les sites concernés (DDT ou DREAL) et, d'autre part, à s'appuyer sur plusieurs bases réglementaires, toutes liées au rôle général de protection qui lui est dévolu. Ces interventions n'ont pu en outre se déclencher qu'après qu'il était apparu patent que les opérateurs privés à l'origine des désordres ne parvenaient pas à les maîtriser.

Les évaporites sont des roches bien connues pour être susceptibles d'engendrer d'importants désordres pour les opérations de génie civil et de bâtiment. Le gypse est sujet à des dissolutions pouvant engendrer des affaissements ou des effondrements (routes, BTP). Le sel gemme est encore plus problématique en raison de sa grande solubilité mais aussi de ses capacités de fluage (déformations plastiques sur des temps très courts d'un point de vue géologique – les mines de sel et les cavités salines se referment ainsi).

L'anhydrite pose des problèmes bien identifiés même s'il n'est pas présent en surface, notamment pour le forage puis la conception des tunnels ou pour la valorisation des déblais pouvant en contenir. Ce dernier cas a été rencontré en 2004 en Savoie avec les déchets des descenderies exploratoires du tunnel Lyon-Turin ; selon la presse, deux résidences de vacances, plusieurs chalets particuliers, quelques pylônes de téléphériques auraient dû être démolis pour un coût de plusieurs millions d'euros (le béton ayant incorporé des granulats à anhydrite, gonflait puis éclatait ou se désagrégeait).

En ce qui concerne la géothermie et les forages, les expériences malheureuses sont a priori plus récentes et datent du début des années 2000. Le BRGM (service régional) en recense six en Allemagne (Land de Bad-Württemberg) et trois en France dans ses présentations ([8], p. 8, données 2014) qui présentent un contexte géologique commun : *Keuper* sur *Muchelkalck*, forages de 70 à 140 m avec des aquifères superposés mais qui sont à chaque fois des cas particuliers :

- Allemagne: Staufen-im-Breisgau, Wurlingen, Schorndorf, Leonberg-Eltingen, Renningen, Rudersberg (Géoderis ajoute en 2016 le cas de Böblingen près de Leonberg-Eltingen, [4], p. 4).
- France : Lochwiller, Kirchheim, Hilsprich.

La mission note également le cas beaucoup plus ancien de Farébersviller, en Moselle (entre Sarreguemines, Forbach et Saint-Avold). Cette commune a connu en 1900 un forage minier de 600 m de profondeur lequel aurait été mal rebouché. Des désordres sont assez rapidement apparus et ont fait l'objet d'une expertise entre 1909 et 1911 ; celle-ci a évoqué la responsabilité du forage et la dissolution de gypse et d'anhydrite. D'autres désordres ont été observés par la suite (1930, 1938, 1961, 1990 et 1992 notamment). Il ne semblerait pas que le forage puisse à lui seul expliquer toutes les

dissolutions nécessaires<sup>13</sup>. Son rebouchage n'a pas été repris et refait bien que cette éventualité ait été suggérée par un rapport du BRGM en 1992 (n° 35907).

La mission s'est déplacée à Lochwiller, Kirchheim et Staufen et a pu recueillir des éléments sur Hillsprich ([8], p. 13 et suivantes, [19]). Son analyse des différentes situations ne saurait être exhaustive. Le tableau n° 1 synthétise les éléments recueillis.

Le BRGM souligne que toutes les études de cas montrent des défauts de cimentation des puits de forage, lesquels permettent l'arrivée d'eau dans les couches à évaporites, le plus souvent par remontée d'une (ou plusieurs) nappe(s) captive(s) sous pression, parfois par percolation vers le bas d'une nappe perchée (Rudersberg).

Le temps d'apparition des désordres et dégâts est très variable : dix ans pour Wurmlingen (2012 pour un forage de 2002) contre 15 jours pour Staufen-im-Breisgau, deux-trois ans pour Lochwiller (en faisant abstraction des premiers désordres de la maison Schorr si on considère qu'ils sont imputables plutôt à une imprégnation des argiles de surface par l'eau issue du forage), quelques semaines ou mois à Kirchheim (les désordres sont apparus durant le chantier de construction de l'immeuble).

Leur extension est très variable et se propage d'autant plus vite dans le temps que rien n'est fait. A contrario, diverses mesures (présentées ultérieurement) permettent de la ralentir, voire de la circonscrire et de stabiliser la situation. La géologie ne permet pas de prévoir convenablement les zones touchées. Ainsi à Staufen-im-Breisgau, une zone qui devrait être indemne, protégée par une faille avec un fort rejet, ne l'est pas.

L'importance et peut-être la vitesse d'apparition des dégâts semblent pouvoir être associées avec les types de construction et leur densité. Des maisons anciennes et jointives comme à Staufen vont révéler plus rapidement les contraintes qu'elles subissent par des fissures. Il n'en est pas de même avec des maisons individuelles, plus petites et disposant d'une structure avec armatures ferrillées et « chaînées ».

Le rôle des argiles paraît sous-estimé dans les présentations. Les interlocuteurs allemands ont indiqué que, selon eux, les premiers mouvements de sols étaient dus aux argiles qui auraient un pouvoir de gonflement « immédiat » et ont un rôle majeur pour conduire l'eau au contact des anhydrites<sup>14</sup>. A Lochwiller, leur rôle, notamment dans l'aggravation des phénomènes, semble indubitable (cf. supra, 1.1.3.2., p. 26, [3], p. 30 et 31).

Enfin il semble très difficile de prévoir le gonflement des terrains à partir de tests en laboratoire ; d'une part, parce qu'ils sont difficiles à mettre en œuvre et surtout reproduisent imparfaitement les circulations et donc les arrivées d'eau, d'autre part, parce que la composition des carottes en minéraux argileux et en évaporites est variable.

Il ressort de cette rapide analyse que la compréhension fine des différents phénomènes et de leurs parts respectives ainsi que leur modélisation pour un site donné est probablement vouée à l'échec et que le pragmatisme doit guider la recherche des solutions.

<sup>13</sup> source : <http://infoterre.brgm.fr/rapports/RR-35907-FR.pdf>.

<sup>14</sup> Cette présentation est cohérente à celle des foreurs du tunnel Lyon-Turin confrontés à la présence d'anhydrite – et d'eau – à des profondeurs et dans des conditions sensiblement différentes mais qui considèrent que l'anhydrite est « stable » sur un horizon de quelques semaines.



## Comparaison synthétique de quatre localités sinistrées

	travaux	Dégâts	Types de bâtiments	Vitesse d'apparition des dégâts	géologie	topographie	Méthodes d'investigation	Travaux correctifs
<b>Lochwiller</b>	Un forage de 140 m en février 2008	20 à 30 maisons à des degrés divers, 11,5 M€ en 2016 mouvements horizontaux et verticaux (1 à 1,5 cm/mois maximum)	Maisons souvent récentes, quelques bâtiments vieux de deux à trois siècles	Deux semaines à un ou deux ans selon ce qui est considéré (venues d'eau, déformation du sol, fissures dans les bâtiments)	Assez mal connue	Le lotissement est sur une colline en très forte pente	À partir de 2011 et surtout de 2013, Quelques sondages peu profonds	Échec de toutes les tentatives de rebouchage successives
<b>Kirchheim</b>	6 (ou 7) sondes de 100 m en 2007	Un bâtiment collectif en 2014, extension à deux-trois maisons à proximité immédiate en 2016, plus de 3 M€ en 2014, extension faible (inférieure à 50-100 m)	Bâtiments récents (à priori postérieurs à 1990-2000)	Mouvements différentiels et fissurations en quelques mois (durant le chantier)	Couches sédimentaires avec un pendage moyen faible, nombreuses failles	Terrain quasiment plat	De 2012 à 2015, « panneaux électriques, sismique et un forage carotté 100 m	rebouchage des forages (?), abandon de l'immeuble décidé, sa destruction est annoncée
<b>Hilsprich</b>	Deux (trois) sondes de 95 à 100 m en 2005	Une quinzaine de maisons et chaussées affaissement de 0,75 cm/mois de 2008 à 2010 cuvette d'affaissement de 1 km sur 400 m environ	Constructions âgées de quelques décennies à un ou deux siècles au vu des photographies	Un an environ (en 2006)	Assez bien connue par un forage et des études géophysiques	Relief très modéré (selon google map)	En 2008/2009 Interférométrie radar différentielle (satellite), « panneaux électriques », sondage carotté 100 m	Non-rebouchage des forages (?), maisons affectées expropriées puis détruites
<b>Staufen</b>	7 sondes de 140 m en septembre 2007	200 maisons fissurées (à des degrés variables), un peu plus de 10 M€ de travaux, dépenses liées au pompage et indemnités selon le LRGB et le site internet de la ville de Staufen, 40 à 50 M€ selon le BRGM ([8], p. 7, correspondant a priori à une estimation allemande en 2009).  surrection de 1 cm/mois à l'origine (1-2 mm/mois aujourd'hui), extension à quelques centaines de mètres	Constructions anciennes de plusieurs siècles avec des reconstructions	Deux semaines	Bien connue dans ses principes mais très complexe en raison de nombreuses failles avec des rejets importants. La Lettenkohle est absente.	Butte à pentes faibles	Sismique et forages	Rebouchage (incomplet) des forages et pompage permanent, situation convenablement stabilisée

### 1.3. La rapidité de la réaction est déterminante

La situation décrite à Staufen-im-Breisgau montre une forte rapidité de réaction et ce parallèle allemand est éclairant. Si près d'un an a été perdu en recherche de responsabilités, cette question a ensuite été dépassée. La Mairie avait commandé les forages géothermiques pour chauffer l'Hôtel de ville. La capacité que sa taille lui donnait (la population de Staufen est dix-sept fois plus grande que celle de Lochwiller), sa volonté puis la décision du Land (Regierungspräsidium) de confier, à sa demande, au LRGB (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau) un diagnostic approfondi et la recherche de solutions ont été déterminantes. Les forces en matière de géologie sont concentrées dans un seul organisme (le LRGB) qui est intervenu rationnellement et sans délai. Il y avait en l'occurrence un responsable unique, la mairie, et un organisme public d'expertise unique, le LRGB. La mission n'a pas étudié les autres situations germaniques.

Les trois situations françaises diffèrent notablement. Dans chacune, le responsable du forage est une personne privée : un promoteur dans un cas, il a alors pris en charge la résolution, des personnes physiques dans les deux autres ; elles se sont rapidement avérées dépassées par la situation, ce qui a conduit à solliciter l'intervention des services de l'administration. Aucun service ne dispose d'une vision d'ensemble de ces dossiers. Deux situations semblent apparemment résolues parce que les assurances ont indemnisé les sinistrés et que les dégâts ne semblent pas trop s'étendre (au sens où peu de plaintes ont été rapportées à la mission ou identifiées). Il est probable que des rebouchages ont été effectués sans que la mission n'ait reçu d'information probante quant à leur réalisation et quant à leur contrôle. En ce qui concerne Kirchheim, l'indication d'une situation circonscrite au seul bâtiment collectif indemnisé (lequel n'a toujours pas été démolí contrairement à ce qui a pu être lu) sans atteinte des bâtiments voisins n'est pas celle constatée par la mission (cf. photographies p. 35).

Pour la troisième, Lochwiller, toutes les corrections ont échoué et les dégâts ne paraissent pas stabilisés. De nouvelles méthodes sont en cours d'étude (sur-forage de gros diamètre, réalisation d'un puits périphérique au forage par des pieux sécants ou des parois moulées). Au-delà de leur coût, la mission souligne leur caractère très innovant qui exigera des analyses très précises qui n'ont pas encore été engagées. Les réponses techniques sont envisagées séquentiellement, sans qu'une analyse globale et pragmatique qui les guiderait puisse être identifiée.

Les administrations françaises ne disposent pas d'une connaissance approfondie des cas comparables allemands. Enfin, les indemnisations ne concernent pas tous les sinistrés (les assurances ne remboursent pas les mesures préventives, ceux qui ont engagé de telles mesures en supportent seuls le coût, au moins dans un premier temps. Par ailleurs, comme indiqué plus haut, seules les maisons dont les dégâts sont stabilisés – ce qui n'est pas le cas ici – ou sont tellement importants qu'elles sont considérées comme irréparables<sup>15</sup> font l'objet d'un remboursement). Les préoccupations juridiques n'ont pas pu être surmontées par les différentes parties qui préfèrent plaider que de s'entendre pour réagir rapidement et limiter les coûts.

---

<sup>15</sup> La notion « irréparable » est conventionnelle. Elle s'apprécie en fonction d'éléments objectifs tels que la gîte du bâtiment. Les propriétaires de maisons « irréparables » se sont vus rembourser leur valeur. Certains ont utilisé, au moins pour partie, cet argent pour des tentatives de consolidation de leur maison.

## 1.4. Les difficultés humaines, économiques et sociales

Ce point est essentiel et ne saurait aucunement être occulté par les considérations techniques, surtout dès lors qu'elles n'ont pas permis d'aboutir à une solution depuis plus de huit ans désormais.

L'indemnisation d'un bien patrimonial, notamment lorsqu'il est attaché à une famille ou à une vie, est toujours difficile et souvent contestée. Pour autant la mission n'a pas identifié de problèmes majeurs lorsqu'elle a, sans être experte, observé extérieurement les biens au regard des indemnisations qui avaient été versées ou qui seront proposées.

En revanche, le blocage du marché immobilier décrit par les habitants avec quelques messages de notaires à l'appui engendre des conséquences fortes sur les situations et les parcours individuels. En l'absence de solution technique garantissant que les désordres puissent être circonscrits, ce climat s'étend à tout le village, voire toucherait désormais des localités voisines. Ceci semble excessif mais ne peut être combattu qu'en stabilisant le phénomène et en ramenant à de justes proportions l'estimation du risque de le voir s'étendre.

Ce blocage perturbe le règlement des successions (une dizaine sont en cours selon la municipalité), entrave les mobilités professionnelles puisque les habitations sont invendables faute d'acheteur. Qui plus est, même si un acheteur se présentait, il ne pourrait pas emprunter pour l'acquisition puisque le bien concerné, réputé très difficile à vendre, ne pourrait pas être pris comme support d'une hypothèque. Il en est de même pour les séparations et divorces, ce qui ne fait que rendre plus dures ces périodes douloureuses. Les départs en maison de retraite sont compliqués en l'absence de revenus propres dès lors que l'habitation ne peut pas servir de garantie ; les enfants peuvent ou doivent alors être mis à contribution.

Le gel des permis de construire, recommandé par le dernier rapport de Géodéris ([4], p. 101) même dans des zones éloignées de la colline du Koellberg, participe à ce blocage généralisé.

D'autres difficultés ont été mentionnées par les habitants. Si elles ne sont pas dirimantes à court terme, elles deviennent au fil du temps problématiques :

- Les compagnies d'assurance habitation ne veulent plus prendre en charge de nouveaux contrats à Lochwiller, les habitants sont donc contraints de rester clients de leur compagnie actuelle :
- Les artisans refusent ou pour le moins sont très réticents à intervenir car la probabilité que des défauts apparaissent sur leur ouvrage est élevée avec le risque qu'il leur soit reproché des malfaçons à tort. La question de la couverture par leur assurance professionnelle des travaux qu'ils réalisent à Lochwiller se pose également.

L'indemnisation de ces troubles, réels mais immatériels, semble très difficile au travers d'une intervention de l'État. La création d'un fonds, local ou national, souhaité par des habitants exigerait d'importantes évolutions législatives et supposerait qu'on sache définir l'extension des troubles immatériels (quid des villages voisins ?), leurs victimes (a priori, un propriétaire qui ne souhaite pas déménager ne supporte pas de préjudice lié à la dévalorisation de son bien, mais est-il légitime d'indemniser de manière différente deux voisins dont l'un souhaite rester sur place tandis que l'autre souhaite

partir ?), leur ampleur et, le cas échéant, leur caractère irréversible (l'indemnisation est-elle remboursée le jour où la stabilisation du phénomène permet de conclure que les maisons qui n'ont pas déjà été endommagées n'ont pas de raison particulière de l'être dans le futur ?).

Les difficultés qui ont ralenti l'indemnisation de propriétaires dont les maisons ont subi des dégâts matériels ont déjà été significatives. Indemniser des dégâts immatériels poserait des difficultés concrètes d'un ordre de grandeur supérieur, sans négliger le fait que la solidarité organisée par les assurances ne pourrait pas s'étendre aisément sans de très lourdes conséquences économiques.

Pour la mission, seule une solution technique et surtout une délimitation précise des zones où l'ampleur des phénomènes de surrection ou de déplacements horizontaux peut être évaluée comme faible ou négligeable et, si nécessaire, gérable avec des moyens simples et éprouvés pourront apporter une réponse durable aux difficultés rencontrées par les habitants de Lochwiller. C'est ce qui a été fait à Hilsprich, par l'élaboration d'un zonage dans le PPRN.

Avec l'exemple de Staufen-im-Breisgau à l'appui, l'hypothèse d'une extension des dégâts observés au cœur du lotissement de Weingarten à l'ensemble du village paraîtra alors essentiellement théorique et mal fondée, donc excessive.

### **1.5. L'ampleur des contentieux est une source de fortes perturbations**

Sans aucunement rentrer dans les instances judiciaires en cours, la mission observe que plus six ans ont déjà été perdus et que ce temps sera sans doute doublé par la nécessité de faire trancher certains points de droit par le Conseil d'État. L'expertise conduite par monsieur Strauss a duré quatre ans [2].

D'un point de vue technique, il sera vraisemblablement très difficile de répartir les responsabilités respectives des différents phénomènes (origines des eaux, rôles respectif de l'anhydrite et des argiles, etc.) et les juges dans leur sagesse devront s'entourer d'expertises multiples et prendre le temps d'une réflexion approfondie.

Il est donc impératif de disjoindre la recherche des responsabilités et la mise en œuvre de solutions. *In fine*, les dégâts et les travaux de remédiation seront toujours financés par la collectivité (impôts ou assurances) et par les victimes. L'administration *lato sensu*, partie au contentieux, ne peut que garder comme boussole cet intérêt collectif.

Or force est de constater que :

Les recours juridiques, parfois précédés d'un certain attentisme dans les décisions, font perdre un temps précieux ; perte propice au développement des désordres dont le coût, sans que son évolution soit exponentielle, ne peut que s'accroître.

## PHOTOGRAPHIES

### Kirchheim :



1. Le bâtiment collectif sinistré (nombreuses fissures), au fond l'habitation voisine



2. L'habitation voisine (fissures et sol très déformé, notamment devant le garage)

### Lochwiller :



3. Dommages sur une maison moderne (sol fortement déformé devant le garage)



4. Dommages sur une maison moderne (remarque le fil qui sert de « fil à plomb » devant la descente d'eau de la gouttière et indique la gîte)

Ces photographies montrent la pente importante, même si ce n'est pas le secteur où elle est la plus forte.

## Lochwiller :



5. Dommages sur une maison moderne (fissures au-dessus du garage)



6. Dommages sur une maison ancienne



7. Dommages sur une maison ancienne



8. Maisons en contrebas du lotissement et subissant des déplacements horizontaux (la photographie suggère la forte pente locale)



9. Dégâts sur les voies, surrection des réseaux d'assainissement



10. Crevasses ou fissures et « boutonnière » dans la colline du Koellberg (la photographie suggère la forte pente locale)

## Lochwiller :



**11.** La ou les crevasse(s) vue(s) du ciel (capture d'écran internet, la colline de Lochwiller gonfle, Christian D. MULLER, <https://www.youtube.com/channel/UChULF24TAiXYZz2j4Kiicsg>)



**12.** Une maison ancienne (fortement endommagée) « protégée » des déplacements horizontaux par un renfort des fondations avec des apports massifs périphériques de béton



**13.** Une habitation récente « protégée » des déplacements horizontaux par un fossé

(la photographie suggère la forte pente locale)

## Staufen-im-Breisgau :



**14.** L'hôtel de ville très fortement endommagé



**15.** L'hôpital en cours de rénovation-transformation profonde

## 2. Propositions d'actions – principales recommandations techniques

*Comme il a été exposé dans la partie précédente, l'orientation exclusive de l'action publique vers le rebouchage du forage, perçu comme le moyen de résoudre le problème posé à Lochwiller de façon complète, absolue et définitive, sans réévaluer cette orientation quand les premières tentatives ont échoué ainsi que l'absence d'analyse globale et l'insuffisance des reconnaissances de la géologie locale ont conduit à une succession de décisions dont l'échec, s'il n'était pas certain, ne pouvait pas être écarté.*

*Des décisions permettant au moins de ralentir l'évolution du phénomène et sans doute de le circonscire sont urgentes. Elles seront complétées par d'autres, prises suite à l'amélioration des connaissances géologiques locales, laquelle est à engager sans tarder.*

*Ces approches pragmatiques s'imposent, sont toujours possibles et dictent une hiérarchie temporelle des interventions.*

### 2.1. Les interventions réalistes, possibles à court ou moyen termes

L'expérience de Staufen-im-Breisgau montre qu'il faut agir rapidement et méthodiquement en privilégiant les considérations techniques. Ceci n'a pas été totalement le cas à Lochwiller mais n'est aucunement irrémédiable.

Deux phénomènes sont a priori en développement :

- la surrection de la colline du Koellberg,
- la reptation du terrain supportant le lotissement.

La mission ne doit et ne pourrait, ni déterminer les parts et l'importance de chacun, ni déterminer avec certitude si ce sont deux conséquences d'une même cause (le gonflement du sous-sol) ou si plusieurs causes complémentaires sont en jeu (notamment le gonflement de l'anhydrite, celui des argiles et/ou l'accroissement de leur plasticité, des erreurs éventuelles pour l'implantation et la conception de tout ou partie du lotissement Weingarten – en particulier les maisons situées le long de l'impasse du Koellberg – et de ses réseaux, etc.).

En revanche, il est certain que l'arrivée d'eau (souterraine et superficielle) dans les couches à argile et à anhydrite est une cause essentielle des désordres observés. Il faut dès lors agir sur toutes les entrées possibles : le forage, les eaux de pluie et les eaux apportées par les réseaux d'adduction et d'assainissement endommagés.

Il est impératif aussi, pour restaurer la confiance des habitants, de délimiter les zones où les perturbations pourront être empêchées ou au moins maintenues à un niveau acceptable et raisonnable.

Ces deux faisceaux d'actions sont liés et justifient des mesures à brève échéance. Celles-ci peuvent être scindées en trois groupes :

- la prévention des venues d'eau,



- la réalisation de travaux de protection pour les parties non encore ou faiblement touchées,
- la connaissance précise de la géologie.

### **2.1.1. Prévenir les venues d'eau au maximum**

Tous se sont accordés sur cette priorité mais celle-ci a été ensuite confondue avec un moyen unique (le rebouchage du forage) puis ultérieurement avec une ou quelques méthodes pour le faire (sur-forage, isolement par pieux sécants, ...), lesquelles ont été étudiées en perdant de vue la priorité d'arrêter les arrivées d'eau.

#### *2.1.1.1. Les eaux profondes*

Celles-ci viennent indubitablement du forage sans qu'il soit possible d'incriminer précisément un seul aquifère.

Le colmatage du forage serait une solution définitive. Toutefois, après l'échec de plusieurs tentatives, qui ont, chacune, rendu plus difficile et, surtout, plus aléatoire une intervention ultérieure, ce rebouchage sera complexe ; il n'y a pas de certitude absolue d'y parvenir et cela requerra de nombreux mois d'études puis de réalisation éventuelle. Les solutions proposées par Géodéris et les entreprises consultées, Akwaterra et Egis, n'ont pas de précédent connu en France et vraisemblablement en Europe ou dans le monde par la mission ou par les personnes qu'elle a entendues. Akwaterra présente l'intérêt d'être intervenue à Staufen-im-Breisgau mais la solution qui y a été mise en œuvre n'est pas celle qu'elle propose pour Lochwiller. Cette dernière a d'ailleurs été écartée rapidement et considérée comme non réalisable à Staufen-im-Breisgau. Bien que les conditions géologiques et techniques des forages soient a priori encore un peu plus complexes qu'à Lochwiller, ce point ne peut manquer d'interpeller d'autant plus que les connaissances géologiques à Lochwiller sont faibles.

Il ne paraît donc pas concevable de prendre une quelconque décision pour Lochwiller sans une reconnaissance fine de la géologie à proximité du puits Kandel par un nouveau forage, réalisé par des entreprises compétentes et expérimentées.

Ce nouveau forage de reconnaissance pourra servir à mettre en œuvre la première mesure qui semble impérative à la mission :

*1. Pomper l'eau en profondeur à côté du forage Kandel pour y assécher les terrains à proximité avec un nouveau forage qui servira aussi à la reconnaissance des couches géologiques.*

En termes plus techniques, il s'agit de créer un cône de rabattement des nappes à proximité des venues d'eau. Cela permettra alors de prévenir les remontées d'eau dans la couche du *Keuper*. Cette opération correspond à la première partie de l'appel d'offres du BRGM/DPSM en cours de finalisation.

Sauf si les débits d'eaux étaient très importants (ce qui serait possible si malencontreusement le nouveau forage rencontrait un réseau d'écoulement karstique), ce pompage devrait assez rapidement permettre de stabiliser ou au moins de ralentir fortement le gonflement des couches à anhydrite et argiles – pour la partie qui provient

de remontées d'eau de la nappe profonde vers les couches plus superficielles – comme cela a été observé à Staufen-im-Breisgau.

Il pourrait par ailleurs s'avérer nécessaire, comme à Staufen-im-Breisgau, de réaliser des forages complémentaires pour améliorer le rabattement.

Cette solution exigera de pomper continûment l'eau collectée au fond. Ceci ne paraît pas être un inconvénient majeur parce que :

- un tel pompage, temporaire, est déjà prévu lors de la réalisation des pieux sécants,
- de nombreux sites miniers sont équipés de tels dispositifs en France sans qu'aucun terme ne puisse être fixé quant à leur durée,
- L'énergie consommée et donc le coût sont raisonnables. Ainsi à Staufen-im-Breisgau, de l'ordre de 3,5 l/s sont rejetés depuis 140 m de profondeur ; cela correspond à une puissance de l'ordre de 5 kW. Avec les pertes de rendement, les incertitudes, etc. il est possible de considérer que la puissance électrique consommée à Lochwiller serait comprise entre 5 et 20 kW soit un coût d'environ 5 000 à 20 000 €/an pour 40 à 160 MW/h<sup>16</sup>. Ceci ne tient pas compte des coûts d'investissement (pompes, canalisations pour les rejets qui pourraient exiger une certaine dilution, etc.), mais reste très inférieur au coût des indemnités ou à l'accroissement annuel des dommages.

Qui plus est, les besoins pourraient être plus faibles. Akwaterra ([15], p. 13) effectue une évaluation des débits d'eau produit par la *Lettenkohle* avec des références régionales précises et les éléments apportés par la « description » du forage Kandel par l'entreprise Müller. Les venues d'eau constatées à - 64 m pourraient être de l'ordre de 0,2 à 2 m<sup>3</sup>/h (cependant, rien n'exclut, au contraire, qu'il y ait des arrivées d'eau plus importantes sur les 80 m suivants).

Cette solution évoquée par plusieurs rapports ou expertises ([6], p. 22 et [3], p. 43 notamment) aurait dû recueillir une plus grande attention.

#### 2.1.1.2. Les eaux superficielles

Toutefois le pompage profond, pas plus que le rebouchage du forage, n'arrêtera les arrivées d'eau qui descendent de la surface vers les couches d'argile à anhydrite après une pénétration facilitée dans le sol (infiltrations des eaux de pluie le long des crevasses provoquées par le gonflement de la colline et par les mouvements de terrain d'une part, infiltrations par les mêmes voies à partir du réseau d'évacuation des eaux du lotissement du Weingarten d'autre part).

Il faut donc :

2. Lutter contre ces eaux superficielles et pour cela :  
- collecter et évacuer les eaux superficielles par un drainage adapté – ce qui correspond à une opération classique de génie civil ou agricole ;  
- colmater les fissures apparues dans le sol du lotissement, par exemple avec des

<sup>16</sup> Ce coût inspiré des tarifs publics de l'électricité pour les particuliers est a priori surestimé. ; il ne s'agit que de montants indicatifs.

*argiles gonflantes (bentonites ou autre) ;  
- neutraliser les réseaux (adduction d'eau et assainissement) dans les zones les plus touchées (qui seront abandonnées) et les réparer ailleurs (en veillant à ce qu'ils puissent résister à des déformations modérées).*

Pour le dernier point, d'une part, la réparation des réseaux d'adduction et d'assainissement dans les parties les plus touchées est complexe et difficilement pérenne ; d'autre part, les propriétaires des logements qui n'auraient ainsi plus accès aux réseaux ont déjà été indemnisés pour des montants correspondant à la valeur de leur maison. La plupart n'y résident plus à la connaissance de la mission.

Lorsque ces différentes mesures auront été prises, il sera toujours possible, si cela apparaît pertinent, en termes de coût et de probabilité de succès, d'engager le rebouchage du forage Kandel.

### **2.1.2. Conserver l'essentiel du village et une bonne partie du lotissement Weingarten**

Il est indubitable que le lotissement, pour sa partie à l'ouest et la plus en pente, est le siège de déformations des terrains complexes et inexorables comme le montrent les fissures qui s'y sont développées ainsi que l'analyse des déplacements planimétriques (cf. cartes n° 6 et 7, p. 22 et 24). Les crevasses les plus importantes forment approximativement un faisceau traversant le sud du lotissement d'est en ouest (cf. cartes et photographies n° 10 et 11, p. 36 et 37). Ce mouvement du sol s'étend au-delà avec les dégâts importants sur les maisons en contrebas immédiat (Matjeka, Schorr et Schmitz) mais aussi sur la rue de l'Étang et sur des maisons un peu plus éloignées.

#### *2.1.2.1. L'abandon des zones les plus touchées du lotissement et de sa proximité immédiate.*

Une partie du lotissement, pour l'essentiel déjà indemnisée ou en cours d'indemnisation, est difficilement ou non réparable. Il en est de même pour les réseaux de ce secteur.

### **3. Abandonner les zones dans le lotissement déjà indemnisées ou en voie de l'être.**

Cela semble la solution la plus simple, assurément la moins coûteuse désormais. En l'absence de réseau, les maisons ne seront plus habitables ; les propriétaires ont déjà été dédommagés et la plupart de ces maisons ne sont plus occupées (néanmoins, il semble qu'aujourd'hui encore certains logements sont loués ou au moins mis à disposition à titre gratuit).

Cette mesure présente l'avantage de clore définitivement une partie du problème. La propriété des habitations concernées pourrait être transférée aux autorités publiques par les différentes procédures existantes en privilégiant la plus simple (acquisition amiable, préemption, délaissement, voire expropriation).

Quelques maisons en limite du lotissement sont aussi concernées, notamment la maison Perrone. Celle-ci a été construite à proximité immédiate et en surplomb de la

grange Schorr, sur une forte pente argileuse. Sa destruction assurerait un accès facilité pour des travaux de reprise sur le forage Kandel (manœuvre d'une foreuse de grande puissance et stockage des « consommables ») mais surtout permettrait la réalisation d'une tranchée pour protéger ce dernier bâtiment (cf. infra).

#### *2.1.2.2. La réalisation de tranchées (drainées) protégeant les bâtiments des pressions latérales*

La mission a noté la mise en place d'une protection périphérique par un fossé autour de la maison Schmitz.

Il est probable que des dispositifs adéquats pourraient être étudiés pour décharger tout ou partie des pressions s'exerçant par exemple sur la grange Schorr. Ils pourraient être réalisés en détruisant la maison Perrone (cf. supra). Il va de soi que le bâtiment Schorr ayant déjà été indemnisé, la puissance publique se limiterait à mettre en place les conditions permettant au propriétaire de faire réaliser les travaux.

Au-delà, des ouvrages (tranchées, éperons drainants, etc.) pour protéger les maisons situées un peu plus loin et la rue de l'Étang notamment pourraient être envisagés.

Toutes ces réalisations devraient être drainées pour prévenir les infiltrations d'eau plus en profondeur et bien sûr faire l'objet d'une étude et d'une conception géotechnique par des bureaux d'ingénierie compétents.

#### *2.1.2.3. Le renfort des fondations de bâtiments qui le nécessiteraient*

Les bâtiments anciens ne disposent souvent pas de fondations suffisantes. Il est probable que celles-ci doivent être renforcées pour qu'ils puissent être protégés. C'est l'approche développée de façon autonome pour la maison Matjeka qui pourrait très certainement donner lieu à des résultats concluants avec des études géotechniques préalables. Elle pourrait être nécessaire dans des secteurs modérément impactés et au bâti ancien. Les deux derniers points conduisent à recommander en complément de :

*4. Réaliser des ouvrages simples pour tenter ponctuellement de libérer les contraintes du sol et limiter les mouvements de terrain horizontaux (de type éperons drainants, fossés drainants ...) et renforcer, au cas par cas et après étude, les fondations des bâtiments anciens qui le nécessiteraient.*

### **2.1.3. Connaître avec précision la géologie de Lochwiller**

#### *2.1.3.1. Déterminer la géologie des couches du Trias germanique moyen et supérieur (Muschelkalk et Keuper)*

Il a été indiqué (encart p. 16 à 18) que la géologie restait mal connue sous Lochwiller et différents rapports envisagent des positions différentes pour la limite *Keuper/Muschelkalk*.

De même, les pendages sont l'objet de discussions et pourraient varier localement. Des failles, d'ampleur vraisemblablement limitée, mais aux conséquences locales importantes pourraient exister.

La mission peine à comprendre pourquoi aucune reconnaissance par des méthodes de géophysiques classiques et éprouvées n'a été entreprise (sismique de réflexion et de réfraction, études conductimétriques des couches géologiques, etc.). Même la description précise des affleurements disponibles (tranchées Matjeka et Schmitz) semble manquer.

Comblant cette lacune paraît d'autant plus naturel que de telles études ont été réalisées à Kirchheim et Hilsprich ou à Staufen-im-Breisgau ([6], p. 17 et 18, [8], p. 25, notamment).

Il paraît précipité et peu rationnel d'engager d'éventuels travaux de rebouchage du forage Kandel sans avoir déterminé précisément la position des couches géologiques et celles pouvant être aquifères. Si la position du *Muschelkalk* est incertaine de 10 à 15 m, il est préférable de ne pas le découvrir au moment d'engager les travaux (ce qui désormais ne devrait plus être le cas puisque la maîtrise d'ouvrage déléguée prévoit aujourd'hui un forage préalable de reconnaissance) ou simplement après avoir choisi une méthode (ce qui a été fait jusqu'à présent).

Pour étudier la possibilité et les conditions d'un rebouchage du forage Kandel, la mission considère donc prioritaire et urgent de :

5. *Préciser la connaissance de la géologie sous le lotissement et ses environs en utilisant les méthodes courantes de la géophysique, les données du forage recommandé pour pomper les eaux profondes et toute autre approche qui semblerait pertinente à un géologue.*

#### 2.1.3.2. *Déterminer les secteurs du village qui connaîtront des évolutions très faibles et lentes ou nulles.*

S'il est impossible d'affirmer de façon absolue que tout mouvement s'arrêtera, il est possible par des analyses géologiques (forages de moyenne profondeur) de mieux connaître le fonctionnement hydrologique et la répartition des couches d'argile à anhydrite sous le village.

Si des zones en sont exemptes, des constructions et des aménagements peuvent être autorisés et entrepris sans crainte de désordre majeurs, à condition de les protéger éventuellement des mouvements de terrains différentiels, ce pour quoi il existe des dispositions constructives.

Ailleurs, des épaisseurs faibles et un éloignement du forage doivent permettre d'indiquer que des mouvements, s'ils ont lieu, seront de faible amplitude et que des constructions ou des réparations/transformations peuvent être entreprises moyennant des précautions adaptées.

Ces connaissances autoriseront la délivrance de permis de construire et/ou d'aménager, ce qui permettra de relancer, progressivement, les transactions immobilières aujourd'hui totalement gelées à Lochwiller.

À ce titre, il doit être souligné qu'à Staufen-im-Breisgau, d'une part, les habitats sont réparés et entretenus, et que d'autre part un hospice-hôpital, construit à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, restructuré en 1978, fait actuellement l'objet de travaux lourds pour le transformer de nouveau en centre de médecine ambulatoire (a priori l'observation suggère que seules les principales structures et parois extérieures du bâtiment seront

conservées, photographie n° 15, p. 37). On note également qu'à Hilsprich, où la dissolution de la couche de sel qui a conduit à des affaissements se poursuit, l'adoption d'un PPRN a conduit à ne classer en aléa fort que la zone déjà affectée significativement par les affaissements.

Les cartographies des mouvements planimétriques et verticaux du sol montrent déjà (cf. supra, 1.1.2.4., p. 25) que certaines zones du village sont peu ou non affectées. Cela confirme le caractère raisonnable et très probable des assertions qui précèdent.

Ces développements montrent qu'il est impératif de :

*6. Améliorer la connaissance du sous-sol pour l'ensemble du village de Lochwiller. L'appel d'offres de Géodéris qui est en cours à ce sujet pour réaliser 9 forages carottés à Lochwiller est tout à fait urgent.*

Ces informations ciblant le risque de mouvements de terrain pourront être utilement inscrites dans un « porter à connaissance », un plan local d'urbanisme ou un plan de prévention des risques naturels.

## **2.2. Le report des solutions non-éprouvées à une seconde phase**

*La mission insiste sur l'urgence à engager les recommandations de court et moyen termes. Elles consistent à mettre en place rapidement des mesures concrètes pour répondre aux attentes et aux besoins de la population. Leur coût est a priori très inférieur aux indemnisations déjà engagées et il est raisonnable d'espérer qu'elles stabiliseront la situation. En revanche, il est impératif de :*

*7. Après la mise en place du pompage de rabattement et dans l'attente d'une connaissance précise de la géologie de Lochwiller, surseoir à toute décision définitive quant à la possibilité de reboucher le forage Kandel et quant aux méthodes pour le faire.*

En l'état des connaissances incertaines disponibles, l'hypothèse d'un échec ne peut pas être écartée.

Il est possible de poursuivre leur étude, mais il ne faut lancer aucun appel d'offre qui ne soit pas, a minima, conditionnel aux informations collectées lors de la mise en œuvre des actions de court et moyen terme, voire optionnel ou, mieux, totalement séparé de celui lié à l'acquisition d'informations géologiques et au forage de reconnaissance et de pompage profond. Ce point concerne la phase 2 de l'appel d'offre du BRGM/DPSM en cours de finalisation, lequel doit en outre mieux faire ressortir les informations incertaines ou manquantes sur la géologie locale et les risques associés.

Le secteur pétrolier pratique de façon quotidienne des forages déviés, tubages et autres cimentations. Il a une habitude certaine des sur-forages et des autres méthodes destinées à rouvrir un forage abandonné ou à corriger un problème apparu en cours de forage. A Lochwiller, les problèmes dépassent ceux habituellement rencontrés pour les forages de faible importance et/ou de prélèvement d'eau et il faut mobiliser toutes les compétences disponibles. C'est pourquoi la mission recommande de :

*8. Faire appel à des entreprises expérimentées (notamment issues du secteur pétrolier). L'association de l'IFPEN aux expertises semble nécessaire.*



### 3. L'indemnisation des dégâts

*Cette question est essentielle pour les sinistrés. Plusieurs dispositifs peuvent être envisagés, toutefois aucun ne saurait être parfait.*

*Dès lors que des responsabilités peuvent être démontrées, les assurances des responsables peuvent être mobilisées. Ce sont :*

- l'assurance des entreprises ayant exécuté les travaux ; toutefois les plafonds maxima contractuels d'indemnisation (3 à 5 M€ selon les sources) ne permettent pas de couvrir l'intégralité des dommages constatés à Lochwiller ;*
- l'assurance des personnes ayant déclenché les travaux (ici, la famille Kandel). Il s'avère que, dans ce cas particulier, le montant du plafond de l'assurance (la MAIF en l'occurrence) est notablement plus élevé (110 M€ ont été cités devant la mission).*

*L'intervention de ces assurances ne joue toutefois qu'après que la responsabilité des uns et des autres ait été démontrée. Compte tenu des enjeux, ceci passe par un processus judiciaire long et aléatoire. Avant que ce processus ne se conclue, et, en principe, selon la cause de l'origine des dégâts, deux dispositifs collectifs peuvent être sollicités. Ce sont :*

- le régime « catastrophes naturelles »,*
- le système de prise en charge des dommages immobiliers d'origine minière.*

*Ces deux derniers dispositifs organisent la solidarité nationale sur la base de contributions obligatoires des assurés et des entreprises d'assurance prélevées sur les primes ou cotisations annuelles relatives à certains contrats. Les organismes chargés de leur gestion ont la faculté de se retourner vers les responsables des dommages et vers leurs assureurs, si ces dommages font l'objet d'une couverture d'assurance.*

*Les dégâts à Lochwiller ont été considérés comme résultant de travaux miniers, ce qui est juridiquement fondé dès lors que la géothermie relève du code minier. Une autre analyse pouvait être défendue en mettant en avant le caractère « géologique » et donc naturel des phénomènes en cause.*

*Les accidents survenus en France ont d'ailleurs été couverts par les trois dispositifs précités : Kirchheim par les assurances des entrepreneurs et de l'opérateur immobilier qui ont construit l'immeuble collectif et fait réaliser les sondages géothermiques, Hilsprich par le régime « catastrophes naturelles » et Lochwiller en tant que dégât d'origine minière.*

*Une réflexion est née quant à l'opportunité de changer de dispositif pour Lochwiller, il semble que la prudence s'impose avant de prendre une décision.*

#### **3.1. L'indemnisation par le FGAO a été jusqu'à présent efficace**

36 requêtes ont été enregistrées, 14 ont été traitées et soldées pour plus de 4 M€<sup>17</sup>. Trois devraient l'être prochainement.

Dès lors que le caractère certain des dégâts, réalisés, est constaté, l'indemnisation est rapide, de l'ordre de quelques semaines à trois mois au plus selon le FGAO.

<sup>17</sup> La mission a eu accès aux détails de ces opérations mais ne peut naturellement pas en faire état dès lors qu'il s'agit de dossiers personnels. C'est pourquoi les données financières présentées sont nécessairement agrégées et arrondies.



La mission n'a recueilli aucune doléance relative aux indemnisations ou aux délais de paiement pour les propriétaires qui ont été concernés. Pour la mission qui ne disposait d'aucune capacité ou compétence pour de telles expertises, l'évaluation financière des biens immobiliers ne révèle a priori aucune sous-estimation flagrante.

Ces points positifs ne doivent pas occulter des difficultés persistantes ou non résolues :

- les dégâts non stabilisés et non suffisants pour déclarer une maison techniquement ou économiquement irréparable ne peuvent pas être pris en charge avant leur stabilisation ; la situation est alors difficile et pénible pour les occupants-propriétaires obligés de demeurer dans un logement plus ou moins endommagé, sans valeur parce que non vendable.

Ceci n'est pas une spécificité du FGAO, mais une caractéristique de toute indemnisation par un fonds de garantie : ces derniers n'interviennent pas sur une situation qui continue à évoluer (ils ne remboursent pas « plusieurs fois la même chose »), ils n'indemnisent donc que lorsque la cause a disparu (le terrain est stabilisé) ou lorsque le montant des dégâts est devenu équivalent ou supérieur à la valeur du bien ;

- la démolition des constructions et la remise en état des terrains ne sont pas pris en charge ;
- les dégâts aux immeubles destinés à d'autres usages que l'habitation principale, notamment les biens administratifs communaux ou collectifs (voiries, réseaux, etc.) ne sont pas couverts ;
- pour les biens immobiliers qui ne sont pas endommagés, le gel du marché immobilier de Lochwiller et donc la perte quasi-totale de valeur des biens pour une durée indéterminée n'est pas prise en compte.

### **3.2. L'indemnisation par le régime « catastrophes naturelles » n'apporterait pas d'avantages**

Cette situation a conduit à s'interroger sur le système d'indemnisation le plus efficace et l'intérêt d'en changer pour l'avenir à Lochwiller.

Les assurances des entreprises responsables des travaux sont, certes, poursuivies, mais ne contribueront éventuellement qu'à l'issue d'un long processus juridique. En outre, leurs plafonds de garanties sont inférieurs aux dégâts recensés aujourd'hui.

Le dispositif « catastrophes naturelles » a été évoqué à de nombreuses reprises, notamment parce qu'il a été mis en œuvre à Hilsprich et, peut-être, parce qu'il est mieux connu du grand public. Cependant, le recours à celui-ci ne résoudrait pas les problèmes actuels.

La difficulté sur laquelle butent tous les sinistrés, quels que soient le sinistre ou les dommages et quelles que soient les assurances, est qu'une assurance n'indemnise que des dégâts avérés.

La comparaison entre les deux systèmes fonds de garantie des assurances obligatoires de dommages (FGAO) ou régime « catastrophes naturelles » ne montre pas d'avantage net, voire semble un peu en défaveur du système « catastrophes

naturelles ». Le tableau n° 2 dresse un parallèle entre les deux dispositifs, l'annexe n° 4, communiquée par le FGAO, fournit des éléments de comparaison détaillés pour les particuliers :

	régime « catastrophes naturelles »	FGAO
Définition des sinistres	Par arrêté fixant le territoire, la période de temps et l'origine des dommages	Assez large par relation avec un événement causal : dommages immobiliers sur les immeubles occupés à titre d'habitation principale, résultant d'une activité minière présente ou passée et survenus à compter du 1 <sup>er</sup> septembre 1998.
Valeur d'indemnisation	Valeur de reconstruction à neuf, versée en deux fois, la vétusté est prise en compte dans un premier temps.	Réparation intégrale des dommages immobiliers. Si l'ampleur des dégâts rend impossible leur réparation, l'indemnisation doit permettre au propriétaire de recouvrer, dans les meilleurs délais, la propriété d'un immeuble de consistance et de confort équivalents.
Biens couverts	Tous ceux assurés par un « contrat dommages aux biens », donc une très large catégorie : résidence primaire et secondaires, immeubles et installations agricoles, immeuble communaux, etc.	Ne s'applique qu'aux habitations occupés à titre principal (exclusion des résidences secondaires, louées, etc.).
Terrain	La valeur ne tient pas compte de la localisation du bien et le terrain n'est pas indemnisé.	La valeur du terrain d'assise est prise en compte pour les immeubles jugés irréparables.
Plafond d'indemnisation	Cette valeur est plafonnée par celle inscrite dans le contrat d'assurance (souvent inférieure à 400 000 € mais non toujours)	L'indemnisation est plafonnée à 400 000 €
Frais annexes	Ils sont exclus sauf pour des études de type géotechnique préalables à la reconstruction.	Le FGAO prévoit un complément forfaitaire de 10 % pour couvrir les frais dits de « réemploi », nécessaires pour recouvrer la propriété d'un immeuble de consistance et de confort équivalents (frais de notaire, etc.)
Démolition	Les frais sont couverts	Les frais ne sont pas pris en charge
Perte de propriété	Les assurés restent propriétaires des terrains <sup>18</sup> (ils peuvent ensuite être expropriés)	
Éléments complémentaires	Le FGAO suit en moyenne une procédure plus rapide et cet organisme peut se retourner ensuite contre le responsable des dégâts (dans le cas de Lochwiller le caractère évolutif et lent des dommages explique les délais qui n'ont pas de raison d'être plus courts avec le dispositif « catastrophes naturelles »).  Les compagnies d'assurance, en général réassurées par la Caisse centrale de réassurance (CCR) peuvent, éventuellement, se retourner contre le responsable du sinistre (assez peu fréquent car il s'agit en général de « la Nature »).	

tableau n° 2

<sup>18</sup> Sauf cas particuliers ne correspondant pas à la situation de Lochwiller (art. R. 421-77 du code des assurances).

### 3.3. L'indemnisation des biens des collectivités :

*La mission a écarté toute réflexion relative à une remise à plat des systèmes d'indemnisation, considérant que cela ne relevait pas de son champ.*

L'intérêt du régime « catastrophes naturelles » est qu'il permet de prendre en charge les dégâts sur les bâtiments des collectivités, s'ils sont assurés.

En revanche les dégâts aux biens non assurés ou non assurables, les voiries, réseaux, etc. ne sont pas couverts. Dans la plupart des dégâts miniers (au moins ceux identifiés par la mission en Lorraine), les exploitants ou leurs successeurs (les Charbonnages de France, les sidérurgistes, etc.) ont, plus ou moins facilement, pris en charge l'indemnisation ou la réparation des biens collectifs.

Un dispositif a pour autant été prévu : l'article L1613-6 du code général des collectivités territoriales institue une dotation budgétaire intitulée " dotation de solidarité en faveur de l'équipement des collectivités territoriales et de leurs groupements touchés par des événements climatiques ou géologiques ". Cette dotation contribue à réparer les dégâts causés à leurs biens par des événements climatiques ou géologiques graves. Les communes et leurs groupements peuvent bénéficier de cette dotation.

Les articles R. 1613-3 à R. 1613-12<sup>19</sup> de ce même code précisent que les infrastructures routières et les ouvrages d'art, les biens annexes à la voirie nécessaires à la sécurisation de la circulation, les réseaux de distribution et d'assainissement de l'eau peuvent bénéficier de cette dotation et que les subventions peuvent atteindre 80 % des dégâts dans des conditions que remplirait Lochwiller (art. R. 1613-9). L'article R. 1613-10 permet des subventions supérieures puisque « par dérogation aux dispositions de l'article R. 1613-9, le montant de la subvention de l'État peut, à titre exceptionnel, porter le montant des aides publiques directes jusqu'à 100 % du montant hors taxes des dégâts causés par un même événement ».

La notion de catastrophe naturelle n'est pas nécessaire et n'apporterait rien de plus puisque qu'il s'agit d'un « événement géologique grave » spécifiquement prévu par la loi.

Un problème pourrait subsister toutefois car l'article R. 1613-7 énonce que : « Dans un délai de deux mois suivant un événement climatique ou géologique tel que précisé à l'article R. 1613-3, les collectivités territoriales et groupements concernés adressent leur demande de subvention au représentant de l'État dans le département. Passé ce délai, la demande est irrecevable ».

En conséquence, dans le cas de Lochwiller, ce dispositif ne peut être mis en œuvre que :

- en considérant que le terme de deux mois court à partir de la fin du phénomène ; cela semble justifié ici et c'est bien le cas pour les événements

---

<sup>19</sup> modifiés pour l'essentiel dernièrement par le décret n° 2015-693 du 18 juin 2015 relatif à l'indemnisation des collectivités territoriales et de leurs groupements touchés par des événements climatiques ou géologiques et le décret n°2016-423 du 8 avril 2016 - art. 1.

climatiques ; qui plus est, il est peu probable que cette interprétation juridique soit contestée dès lors que seul l'État est concerné<sup>20</sup> ;

- ou en modifiant par décret l'article R. 1613-7 du code général des collectivités territoriales, ce qui donnerait un fondement juridique définitif à l'intervention de l'État. L'application à court terme du premier argument n'empêche pas cette modification ultérieure.

Pour lever toute ambiguïté, il pourrait être envisagé de modifier par un décret en Conseil d'État l'article R. 1613-7 du code général des collectivités territoriales en ajoutant un deuxième alinéa : « par dérogation au premier alinéa, à titre exceptionnel et par décision motivée, pour les phénomènes à évolution lente, une demande peut être déclarée recevable au-delà de deux mois par arrêté du ministre chargé du budget ».

D'autres possibilités d'aides à la collectivité sont à l'étude notamment des aides bonifiées de l'agence de l'eau. Les responsables administratifs consultés par la mission ont assuré qu'ils regarderaient tout dossier soumis avec une particulière bienveillance.

### **3.4. Changer de dispositif d'indemnisation serait risqué et source d'inconvénients multiples**

Cette réflexion concerne essentiellement les particuliers puisque pour la commune un dispositif existe et que le problème réside – éventuellement – dans les délais de notification et non dans le type de dommage. Une autre solution que le recours au FGAO aurait pu être envisagée (Hillsprich le démontre), mais le choix ayant été fait, il n'est pas simple, ni même vraisemblablement raisonnable, d'y revenir.

En premier lieu, l'origine du sinistre ayant été reconnue comme d'origine humaine (pour justifier le FGAO), considérer aujourd'hui qu'il s'agit d'une cause essentiellement naturelle pourrait être contestable devant les tribunaux. Les montants financiers en jeu peuvent amplement justifier un recours de la part des assurances.

En second lieu, changer de support d'indemnisation exigerait de reprendre les dossiers individuels, ce qui engendrerait un travail important et de nouveaux délais.

Considérant enfin que l'indemnisation par le FGAO paraît un peu plus favorable que celle par le régime « catastrophes naturelles » (montants, rapidité, frais annexes à l'exclusion des résidences secondaires a priori non concernées à Lochwiller), la mission considère qu'il faut :

*9. Ne pas changer le portage actuel et donc conserver l'indemnisation par le FGAO.*

### **3.5. Caractéristiques souhaitables d'un dispositif d'indemnisation**

Face à un sinistre équivalent ou comparable, le choix d'un dispositif d'indemnisation n'est pas évident (cf. supra).

<sup>20</sup> À titre de référence, le Conseil général de l'Isère a été aidé en cours de catastrophe pour le glissement de terrain au dessus du lac de barrage du Chambon lequel a duré plusieurs années et est un événement géologique.

L'expérience montre qu'il faut surtout décider rapidement et entreprendre des travaux significatifs qui dépassent en général les moyens d'un citoyen ou même d'une PME.

Les dommages sont matériels et immatériels et ce, d'autant plus que les délais de réaction sont longs, permettant aux désordres de s'étendre dans l'espace et dans le temps. L'impact sur le marché immobilier local est ravageur. Il est donc surtout impératif que le système puisse agir rapidement pour remédier à la cause des désordres, si cela est possible, ou les limiter.

Il faut que ce système soit déconnecté des contentieux juridiques toujours possibles et souvent source de blocages. Le principe du FGAO qui indemnise puis se retourne, éventuellement, vers les responsables ou vers l'État en dernier ressort paraît pertinent.

Les différences, somme toute secondaires, entre le FGAO et le régime « catastrophes naturelles » gagneraient dans l'absolu à être nivelées ou supprimées<sup>21</sup>. Les plafonds, le type de bien couverts, le calcul des valeurs et les délais de paiement pourraient vraisemblablement converger mais seul le principe pourrait être recommandé ici.

Dès lors, le plus efficace est que la collectivité (*lato sensu*) intervienne rapidement pour analyser puis corriger l'origine des désordres sans chercher dans un premier temps qui doit payer.

En Allemagne, il ne semble pas y avoir de système de solidarité garanti par l'État. Les responsabilités individuelles (de la collectivité à Staufen-im-Breisgau) s'exerceraient tandis que la solidarité paraît promue de façon plus informelle entre les collectivités ou entre les citoyens (appels publics aux dons notamment).

Quoi qu'il en soit, les assurances n'indemnisent que des dégâts certains, tiennent compte de l'usage et de la vétusté des biens, etc. ; de ce point de vue, leur intervention ne pourra jamais être perçue comme totalement satisfaisante par les sinistrés.

---

<sup>21</sup> L'objection que le FGAO indemnise des sinistres d'origine humaine et le dispositif lié au FNPRN des catastrophes naturelles est à nuancer fortement :

- Les marnières sont des cavités souterraines réalisées il y a de nombreuses décennies par les agriculteurs de certaines parties du Bassin parisien (notamment en Normandie) pour extraire du calcaire pour amender leurs champs. Lorsqu'elles s'effondrent, engendrant d'importants dégâts en surface, le sinistre est indemnisé comme une catastrophe naturelle alors qu'il ne résulte pas d'un événement naturel (il ne serait jamais survenu sans le creusement de la cavité).
- De même, une avalanche peut être déclenchée par un skieur ou un groupe de skieurs imprudents. Cela reste considéré comme un événement naturel.

## 4. Actions futures pour éviter une répétition

*Des dispositions législatives et réglementaires pour prévenir la répétition d'un événement comparable ont été prises (nouvel encadrement de la géothermie de minime importance, zonage des territoires à risques, etc.). Des précisions sont apportées dans l'annexe n° 5.*

*Ces dispositions apparaissent, si elles sont respectées, de nature à éviter la répétition d'événements tels que ceux que Lochwiller a connus.*

*On note cependant une amélioration souhaitable et une limite.*

### 4.1. Ajuster les réformes de la réglementation pour les forages de minimes importance

L'amélioration souhaitable porte sur l'assurance des exploitants (propriétaires) et des professionnels. La réglementation (décret n° 2016-835 du 24 juin 2016 relatif à l'obligation d'assurance prévue à l'article L. 164-1-1 du code minier et portant diverses dispositions en matière de géothermie) fixe aujourd'hui le minimum à 3 M€ pour les professionnels qui réalisent les forages et à 0,5 M€ pour les professionnels qui étudient la faisabilité. L'ampleur des dégâts connus à Lochwiller, et celle de ceux connus à Staufen, ainsi que la mise en jeu de la responsabilité de l'exploitant, montrent que ces garanties sont insuffisantes.

*10. Porter à 10 M€ l'obligation d'assurance pour les entreprises de forage et clarifier autant que nécessaire les responsabilités et l'assurance du propriétaire (exploitant) et des différents professionnels intervenants (foreur, bureau d'études, ...).*

### 4.2. Compléter ces réformes par une évolution similaire de la réglementation sur les forages de captage d'eau

Les forages et prélèvements d'eau dans les nappes souterraines d'une profondeur supérieure à 10 m dont la finalité n'est pas géothermique ne sont soumis au titre du code minier qu'à une simple déclaration. Ces forages relèvent par ailleurs du code de l'environnement. Celui-ci (article R214-1) ne pose aucune obligation relative à la profondeur des puits, les règles qu'il fixe étant exclusivement liées au débit de ces ouvrages. Ainsi, ceux conduisant à un prélèvement annuel inférieur à 1000 m<sup>3</sup> sont soumis à une simple déclaration en mairie au titre du code de l'environnement, ceux devant conduire à un prélèvement annuel compris entre 1000 et 10 000 m<sup>3</sup> sont soumis à une « déclaration de l'ouvrage » mais non à une « déclaration du prélèvement », seuls ceux qui doivent conduire à un prélèvement annuel supérieur à 10 000 m<sup>3</sup> sont soumis à la fois à une « déclaration de l'ouvrage » et à une « déclaration du prélèvement ».

La différence entre les règles applicables aux forages géothermiques et aux forages de captage d'eau est d'autant plus préoccupante que :

- le cas de Farébersviller (cf. 1.2., p. 29) suffit à démontrer, si besoin était, qu'un forage d'eau et un forage géothermique ont un pouvoir destructeur identique dès lors qu'ils sont mal réalisés. La physique et la nature ne prennent pas en compte les intentions ;

- les entreprises qui réalisent les différents types de forage sont souvent les mêmes (une recherche sur internet avec les mots clefs « forage », « puits », « eau » conduit exclusivement à des entreprises qui proposent les deux prestations). Dans le cadre de la police du sous-sol, on ne peut donc pas savoir, en notant la présence d'une entreprise sur une parcelle, si elle intervient pour un forage d'alimentation domestique d'eau (simple déclaration en mairie) ou pour un forage géothermique ;
- le nombre de forages de captage d'eau (plus de cent cinquante mille déclarés sur l'ensemble du territoire national) est beaucoup plus élevé que le nombre de forages géothermiques. Sur la seule commune de Saverne, la banque de données nationale sur les prélèvements en eau met en évidence un nombre de forages déclarés aboutissant à 1,7 millions de m<sup>3</sup> annuels de prélèvements dans le sous-sol (sachant que seuls les prélèvements d'un montant annuel supérieur à 10 000 m<sup>3</sup> doivent être déclarés).

#### **4.3. Informer et contrôler l'application des règles élémentaires de bonne pratique, notamment par les professionnels**

Il faudra sans doute faire porter les efforts sur la communication auprès des professionnels et insister sur la qualité des opérations de forage et de cimentation (l'expérience montrant que tout n'est pas acquis).

Si les puits avaient été convenablement cimentés comme cela est prévu, les désordres n'auraient jamais eu lieu. Il faut donc particulièrement insister sur ce point.

*11. Informer les exploitants, opérateurs et foreurs ; sanctionner la non-application des règles élémentaires de bonne pratique, notamment par les professionnels.*

Le recensement et l'observation des ouvrages sources de problèmes grâce à la banque du sous-sol (correspondant à un « observatoire des pathologies ») pourraient être demandés au BRGM, et utilement organisés avec les professionnels.

## Conclusion

Le sinistre dont sont victimes les habitants et la commune de Lochwiller est non seulement important mais aussi évolutif, ce qui l'aggrave et le rend difficile à gérer.

Il est important que dans une telle situation l'État puisse disposer d'une vision qui soit unifiée et cohérente, pour Lochwiller mais aussi pour les autres événements comparables. Ceux-ci sont souvent contemporains (Hilsprich, Kirchheim) mais parfois beaucoup plus anciens (e.g. Farébersviller en Moselle depuis 1900). C'est pourquoi, la mission recommande de :

*12. Confier le pilotage des différents dossiers (Hilsprich, Kirchheim, Lochwiller) à un service unique (qui pourrait être la DREAL laquelle suit aussi les sinistres strictement miniers).*

Ce service aurait pour mission et responsabilité de déterminer puis de mettre ou faire mettre en œuvre les solutions appropriées. Il garantirait la cohérence des choix pour résoudre les problèmes posés.

La rapidité d'analyse, de décision puis d'action est essentielle. L'unicité de responsabilité et d'action dans le cas de Staufen ou dans celui de Kirchheim ont permis une diligence et des résultats plus favorables qu'à Lochwiller.

Désormais pour Lochwiller, il est impératif de prendre les mesures de court terme, assez peu coûteuses (au regard du montant des dégâts), que sont :

- la mise en œuvre d'un pompage de l'eau en profondeur accompagné d'opérations de drainage superficiel,
- l'amélioration de la connaissance de la géologie sous Lochwiller par les méthodes classiques de la géophysique sismique et électrique accompagnées de forages.



Cette connaissance fine de la géologie locale permettra d'estimer l'évolution des désordres, de déterminer des zones éventuellement peu ou non concernées dans le village, de préparer des opérations de colmatage du forage (si c'est envisageable) à un coût raisonnable et de drainage des sols.

En revanche, il faut surseoir aux décisions quant aux méthodes et à la mise en œuvre du rebouchage définitif dans l'attente de cette connaissance géologique.

Enfin, l'expérience technique des opérateurs et des intervenants devra être précisément vérifiée. En cas de doute, il sera préférable de suspendre les interventions plutôt que de risquer un nouvel échec.

Serge CATOIRE

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'S' and 'C'.

Ingénieur général  
des mines

Philippe GUIGNARD

A handwritten signature in blue ink, featuring a series of horizontal strokes and a vertical line.

Ingénieur en chef  
des ponts, des eaux  
et des forêts

Michel JEAN-FRANÇOIS

A handwritten signature in blue ink, with a prominent vertical line and a large loop.

Ingénieur général  
des ponts, des eaux  
et des forêts

# Annexes

# 1. Lettre de mission

Réf. CGEDD N°010788-01



*La ministre de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer,  
en charge des Relations internationales sur le climat*

Paris, le 22 juillet 2016

*La ministre*

à

Madame Anne-Marie LEVRAUT  
Vice-Présidente du Conseil général de  
l'Environnement et du Développement  
durable

Référence : D16014106

Objet : Dégâts occasionnés par un forage géothermique :  
modalités de gestion et d'indemnisation – Site de Lochwiller

Monsieur Luc ROUSSEAU  
Vice-Président du Conseil général de  
l'Économie, de l'Industrie, de l'Énergie et  
des Technologies

A la suite d'un forage géothermique réalisé illégalement par un particulier, des mouvements de terrains sont apparus dans le village de Lochwiller. 35 habitations sont déjà touchées mais les dégâts pourraient s'étendre à terme et concerner également des biens appartenant à la commune.

La première tentative de rebouchage du puits par le BRGM/DPSM n'a pas pu aboutir et le BRGM/DPSM étudie actuellement une nouvelle phase de travaux.

Parallèlement, le FGAO (fonds de garantie des assurances obligatoires dommages), qui intervient dans la préindemnisation des particuliers en cas de dégâts miniers, a déjà réglé 3 720 500€. Il estime que l'ensemble des dégâts sur le lotissement serait d'environ 11,5 M€ qui comprend les biens de la collectivité.

L'expertise de Geoderis, rendue en juin 2016, a conclu que le colmatage du forage ne stabilisera pas le phénomène, et n'a pas été en mesure de délimiter précisément la zone soumise à l'aléa « gonflement » lié au sinistre. Le sinistre pourrait donc s'étendre sur l'ensemble de la commune de Lochwiller et des investigations complémentaires seront réalisées par Geoderis à l'automne 2016.



Ce dossier nécessite une réflexion globale sur les moyens à mettre en œuvre pour surveiller l'évolution du phénomène et surtout anticiper les indemnisations qui devront être versées. Je souhaite donc que le CGEDD et le CGEJET puissent diligenter une mission sur le sujet.

La mission devra :

- donner son appréciation sur les sources des risques anthropiques et naturels génératrices des dommages au fil du temps et les liens qui les unissent en s'appuyant notamment sur les expertises rendues ;
- proposer les mesures nécessaires à court terme pour limiter l'évolution du phénomène mais également le cas échéant de mesures à moyen terme permettant d'en ralentir l'évolution ;
- se pencher sur le retour d'expérience de situations similaires à l'étranger, notamment en Allemagne.
- Sur la base de ces diagnostics, proposer un mécanisme permettant l'indemnisation des biens non indemnisables par le FGAO, notamment les biens appartenant aux collectivités.

Enfin, la mission formulera les recommandations qu'elle jugera pertinentes pour traiter la situation globalement.

Votre rapport nous sera adressé dans un délai de 3 mois.

La Direction générale de la prévention des risques se tient à votre disposition pour préciser le cahier des charges de votre mission et vous fournir tout élément utile.

  
Ségolène ROYAL

## 2. Bibliographie sommaire

- [1] rapport du bureau d'étude Arcadis, reconnaissance de sols préliminaire préalable à la réalisation du lotissement Weingarten à Lochwiller, 18 janvier 2006
- [2] rapport d'expertise pour le tribunal de grande instance de Saverne par monsieur Marc Strauss, mai 2014
- [3] Avis sur l'origine des désordres survenus sur la commune de Lochwiller (67), rapport Géodéris E2014/003DE – 14ALS3301 du 9 janvier 2014
- [4] Évaluation du potentiel de gonflement résiduel des évaporites au droit du lotissement Weingarten à Lochwiller (Bas-Rhin), rapport Géodéris E2016/027DE – 16ALS21010 du 15 juin 2016
- [5] Travaux de colmatage du forage géothermique à Lochwiller, Journées techniques 2015 du BRGM / comité technique DPSM « REX forages », DRP-DPSM-UTAM Est, 25 mai 2016
- [6] Sinistre de Lochwiller lié à une sonde géothermique – situation en juillet 2013 et pistes d'investigation et de travaux, rapport final, BRGM/RP-62574-FR, juillet 2013, A.-V. Barras
- [7] carte géologique de Saverne et sa notice, BRGM, 1979
- [8] Sinistres liés aux sondes géothermiques, investigations géologiques, journée CFGI « la géothermie de minime importance », BRGM, 21 mai 2015, A.-V. Barras
- [9] expertise des venues d'eau chez Monsieur Schorr, 13 rue de L'Étang à Lochwiller (67), visite du 02 juin 2008, BRGM/ALSNT08N13, juin 2008, Y. Babot, S. Schomburgk avec la collaboration de P. Elsass
- [10] compte-rendu de visite, localisation des emplacements de prise de mesure de conductivité et de pompage (i.e. chez monsieur Schorr), BRGM, 19 septembre 2008, Stephan Urban
- [11] expertise des dégâts constatés dans la cour de la propriété (i.e. de monsieur Schorr), BRGM, 27 novembre 2008, Stéphan Urban
- [12] Lochwiller – analyse des mesures topographiques, BRGM, DRP-DPSM-UTAM Est, AM16EST44 n° I04030801, 11 août 2016, S. Vincentin
- [13] dossier de consultation pour neuf forages carottés à Lochwiller (67), cahier des charges E2016/057DIO – 16ALS21010, Géodéris, 11 octobre 2016
- [14] mission de maîtrise d'œuvre dans le cadre de la réalisation d'un forage de reconnaissance / rabattement et de la réalisation de pieux sécants pour l'isolation hydraulique d'une sonde géothermique à Lochwiller (67), cahier des clauses techniques particulières, BRGM/DPSM/UTAM Est, 14 octobre 2016

[15] étude de faisabilité technico-économique pour l'isolation hydraulique d'un forage géothermique à Lochwiller (67), BRGM – Akwaterra, juin 2016, Charles Frey

[16] étude de faisabilité pour l'isolation du forage géothermique de Lochwiller – mémoire technique, BRGM – Egis géotechnique, 4 juillet 2016

[17] investigation géotechnique et instrumentation du lotissement Weingarten et de ses abords, Lochwiller, compte-rendu, Fondasol, MS.I3.0096 – pièce n° 1, 15 mai 2013, Jean Bruder

[18] interprétation des relevés inclinométriques réalisés à Lochwiller, Fondasol, MS.I3.0096, 8 août 2013, Jean Bruder

[19] cartographie de l'aléa affaissement sur la commune d'Hilsprich (Moselle), rapport final, BRGM/RP-62744-FR, octobre 2013, C.-V. Cartannaz

[20] géothermie de minime importance – appui aux experts en géothermie – état des installations et des ouvrages déclarés, BRGM/REG, 12 septembre 2016, J.-C. Martin

[21] étude géotechnique G5, Lochwiller terrain Schorr, M.S.11-0448 – pièce n° 001, décembre 2011, Gerd Krüger

### 3. Historique – chronologie des faits et des interventions

*Cette chronologie est issue de l'analyse d'articles de presse ou de sites internet et de documents recueillis par la mission.*

2006

Création du lotissement Weingarten sur la colline du Koellberg.

Cette première tranche a fait l'objet d'une pré-étude par Arcadis, qui avait émis une mise en garde sur la sensibilité des sols : la conclusion recommande notamment la collecte des eaux pluviales et une étude de sol pour chaque construction.

18 au 20 février 2008

Forage géothermique sur la propriété Kandel par la société allemande Müller. Deux semaines plus tard, apparaît un ruisseau continu d'eau qui traverse la grange enterrée et la cour Schorr. Un premier rebouchage du puits est réalisé. Deux mois plus tard, l'eau surgit de nouveau.

Avril et mai 2008

Tentatives de colmatage du forage avec des coulis de ciment.

Juin 2008

La DRIRE, prévenue par monsieur Schorr fin avril, fait intervenir le BRGM et un hydrogéologue agréé Yves Babot (visite du 2 juin 2008) et notifie à monsieur Kandel de faire cesser la venue d'eau ou a minima de réaliser le programme d'investigations donné par le BRGM. La présence d'une nappe d'eau à flanc de colline est susceptible de déstabiliser les terrains et de causer un risque géotechnique pour les constructions alentour.

Septembre 2008

Instrumentation du puits Schorr (traçage). Le foreur Müller songe à colmater le forage initial quitte à remplacer par de petits forages. Le BRGM s'inquiète de l'autorisation de construire la maison Perrone.

Novembre 2008

Constat Schorr / Kandel / BRGM de la fin des nuisances suite à l'intervention de la société Sika le 27 octobre 2008 pour cimenter avec des résines de polyuréthane, permettant de conserver le forage pour le chauffage géothermique. Le BRGM constate que le niveau est loin d'être revenu à son niveau d'origine, et préconise un suivi du niveau.

2009

Monsieur Schorr constate l'apparition de fissures. Il engage une procédure judiciaire d'expertise, mais cela implique d'avancer les frais. En avril 2011, il demandera l'extension aux nouveaux désordres (fissures).

Juillet 2009

La DRIRE constate la permanence des venues d'eau et notifie à monsieur Kandel la nécessité d'un permis minier.

Janvier 2010

Réorganisation des services du Ministère et création de la DREAL Alsace

2010

Création du deuxième lotissement municipal (tranche n° 2). La construction débutera pendant l'hiver 2011-2012.

Automne 2011

Des fissures apparaissent dans plusieurs maisons de la rue de l'Étang. Des désordres apparaissent sur le domaine public : déformations de la chaussée, dislocation des réseaux d'assainissement.

Décembre 2011

Dans le cadre de l'expertise judiciaire Schorr, Fondasol impute les gonflements à l'anhydrite du Keuper inférieur.

2012

Aggravation des fissures et désordres. Monsieur Matjeka engage une procédure judiciaire demandant l'interruption immédiate de la deuxième tranche de constructions, en amont de sa propriété. Début de la médiatisation.

16 juillet 2012

Le tribunal de Saverne ordonne par référé l'interruption des travaux en cours. Le juge des référés nomme un expert judiciaire (Marc Strauss par jonction et extension des expertises déjà en cours) qui propose des visites d'inspection et un programme d'études. Il doit déterminer la (les) cause(s) des désordres du sous-sol de la colline.

Février 2013

Réalisation de forages, installation de piézomètres, d'inclinomètres et de 70 mires et repères dans tout le quartier pour l'étude des mouvements de la colline.

17 mai 2013

Note de l'Expert aux parties. Premier document (après le rapport Fondasol) qui rappelle la présence d'anhydrite. Ce document impute la responsabilité des gonflements rapides et importants du sol au forage, car il a été démontré qu'il alimente à partir de la nappe captive l'aquifère superficiel dont le niveau piézométrique est aussi à 10 m. Les tentatives de colmatage se sont révélées insuffisantes. Nul ne sait si les désordres sont susceptibles de s'arrêter. L'expert suggère des injections, et invite à l'organisation d'une maîtrise d'ouvrage et d'un processus de réalisation de ces travaux.

4 juillet 2013

Pré-rapport judiciaire

Le sol s'est élevé de 53 cm en dix-sept mois et les fissures minent une vingtaine de maisons. Si les maisons du lotissement ne se fissurent pas grâce à leur chaînage en béton armé, elles prennent de la gîte, avec des pentes observées de 3 à 5 %. L'administration ne peut classer le village en état de catastrophe naturelle, car la faute relève d'un particulier. Selon les médias, l'école primaire, l'église Saint-Jacques-Le-Majeur du XVe siècle et la mairie pourraient être impactées par des fissures et des mouvements de terrain « rapides » et « importants ». « Il est impossible de dire dans quelle échelle de temps, mais cela va rendre de plus en plus de maisons inhabitables, et des risques d'effondrements progressifs dans toute la commune ». Le parallèle est fait avec Staufen-im-Breisgau où depuis 2007, le centre-ville historique se soulève progressivement à la suite d'un forage géothermique traversant des couches riches en anhydrite.

18 juillet 2013

Rapport BRGM (AV Barras / service régional) : impute la surrection au gonflement de l'anhydrite et préconise un sur-forage et un pompage.

Août 2013

Une expertise est confiée à Géoderis. Une crevasse de plus de 3 m de profondeur apparaît au sommet du lotissement.



Octobre 2013

Réunion publique de tous les habitants concernés ou intéressés par le sinistre et sa prise en charge. Souhait de s'organiser, de communiquer et d'agir en l'absence de réaction des pouvoirs publics. 36 maisons sont touchées. Création de l'association « Lochwiller se soulève » en novembre 2013.

18 novembre 2013

Le Préfet, accompagné de plusieurs autorités s'est rendu à Lochwiller.

Pour Me André Knaebel, avocat de plusieurs familles sinistrées, deux solutions sont envisageables. "Soit il y a eu erreur humaine, on connaît le responsable et son assureur règle les dégâts, soit il y a une incertitude où ça prend des proportions qui dépassent tout le monde et se pose la question de l'intervention de l'État qui pourrait classer la zone en catastrophe naturelle. Dans ce cas, ce n'est plus l'assureur du responsable des travaux qui indemnise avec les longueurs de procédures et les plafonds de solvabilité liés, mais les assurances de chaque propriétaire concerné, à charge pour elles de se retourner vers l'auteur des travaux.

9 janvier 2014

Le rapport Géoderis désigne clairement le forage géothermique comme étant la cause principale des désordres. L'étude pointe également comme facteur aggravant la construction du lotissement lui-même à l'emplacement d'un ancien verger qui contribuait à éviter les infiltrations dans le sous-sol.

5 février 2014

Accord ministériel pour l'intervention du FGAO pour la pré-indemnisation des victimes, et pour l'intervention BRGM DPSM prise en charge par le budget de l'État.

7 février 2014

Réunion publique

Chaque sinistré est invité à saisir le FGAO sans attendre le rapport final de l'expert judiciaire.

Il est primordial de colmater le forage existant. Cependant, des opérations d'analyse préliminaire du sous-sol sont nécessaires sur une période de 18 à 24 mois à l'issue de laquelle les opérations de colmatage pourront démarrer.

Une définition précise de la zone sinistrée permettra dans un second temps de définir les zones à nouveau constructibles (tous les permis de construire sont gelés jusqu'à nouvel ordre sur toute la commune) et servira de support à l'établissement d'un plan de prévention des risques.

23 et 30 mars 2014

Élections municipales

28 mars 2014

Arrêté préfectoral prescrivant aux époux Kandel (propriétaires du forage), à OTEC (chauffagiste) et Müller (foreur) les études, investigations et travaux visant à faire cesser les désordres induits par le forage. Cet arrêté fait l'objet de recours gracieux puis devant le tribunal administratif de Strasbourg le 18 juin 2014

17 avril 2014

Démarrage de la campagne d'investigations BRGM/DPSM nécessaire, pour élaborer sous un délai de 6 mois, une solution.

23 juin 2014

Le Préfet, accompagné des représentants de la DREAL, du BRGM/DPSM et du FGAO, rencontre le conseil municipal de Lochwiller et une délégation de l'association.

Les aspects juridiques et administratifs du sinistre font perdre de précieux mois. À l'issue du délai légal de deux mois, les parties mises en demeure de faire cesser les désordres induits par le forage

ont déposé des recours prolongeant ainsi les délais de la procédure. En particulier, les époux Kandel contestent leur qualité d'exploitants miniers, statut qui les obligerait à prendre les réparations à leur charge. La situation est donc bloquée sur le plan légal et les services ne peuvent pas accéder à la tête de puits sur la propriété privée.

Des investigations ont démarré pour des réparations de la chaussée dans la zone la plus sinistrée (impasse et rue du Koelberg). Les vannes de canalisation d'eau potable dans la zone sinistrée ont fait l'objet d'un marquage au sol. Cela permettra aux habitants de réagir rapidement en cas de rupture de canalisation. Une étude de fuites sur les différents réseaux est annoncée. L'état des réseaux électriques est vérifié régulièrement dans cette zone.

Le périmètre touché par les mouvements de terrain ne semble pas s'étendre significativement, même si cela doit encore être confirmé.

21 juillet 2014

La réunion qui devait se tenir le lendemain même et qui avait pour but de définir le déroulement des opérations est annulée du fait de l'assignation en justice du BRGM par l'entreprise Sika qui a réalisé le colmatage partiel du forage, cette dernière prétendant avoir effectué ces travaux sur préconisations du BRGM. Ces préconisations qui prévoyaient deux injections de résine à base de polyuréthane à -14m et -9m étaient probablement inadaptées, la couche d'aquifère percée se trouvant bien plus profondément (-60m environ). Sika estime que les mouvements de terrain ont débuté après ce colmatage partiel du forage et non pas suite au forage initial.

14 septembre 2014

Lettre ouverte de l'association au préfet et manifestation.

10 octobre 2014

Vote à l'assemblée nationale (loi transition énergétique et croissance verte) d'amendements rendant obligatoire l'assurance des foreurs de géothermie de minime importance d'une part (art 120), et augmentant le plafond d'indemnisation du FGAO à compter du 1<sup>er</sup> décembre 2007 d'autre part (art 122).

22 octobre 2014

Instructions DGPR au préfet :

La DGPR a demandé au BRGM/DPSM et à Géoderis de poursuivre l'expertise pour évaluer l'extension possible du phénomène, et les mesures de prévention. Ces travaux complémentaires devraient faire l'objet d'une maîtrise d'ouvrage locale et être présentés au financement du fonds Barnier.

Après le colmatage, les venues d'eau ne seront plus imputables au forage. Pour les indemnités, le relais du FGAO devra alors être pris en initiant une procédure de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle.

19 novembre 2014

Réunion à la préfecture : conseil municipal, association, DREAL, BRGM/DPSM, Géoderis

Le BRGM a été mis hors de cause dans la procédure judiciaire.

Une nouvelle mise en demeure d'exécution des réparations a été faite aux auteurs du forage.

Calendrier prévisionnel après constat de carence : mars 2015 analyses du sous-sol par Géoderis ; juin 2015 travaux de colmatage par DPSM.

Géoderis mènera des investigations complémentaires pour préciser le périmètre impacté par le gonflement (étude, payée par l'État). Cela permettra de libérer la partie du village non touchée et d'affiner les règles d'urbanisme pour pouvoir à nouveau accorder des permis de construire.

Le FGAO reste l'organisme d'indemnisation des dégâts dans le cadre des désordres dus au forage. Après colmatage du forage et si les mouvements de terrain persistent malgré tout, ils pourraient être imputés à des phénomènes naturels (infiltrations d'eau, instabilité du terrain,...). Dans ce cas, le fonds Barnier serait débloqué pour dédommager les victimes de dégâts postérieurs au colmatage. Ce fonds permettra également la remise en état de la voirie et des réseaux.

27 avril 2015

Arrêté préfectoral prescrivant les mesures d'office pour le colmatage ;

Arrêté préfectoral autorisant l'occupation temporaire du terrain Kandel ;

Lettre donnant mandat de maîtrise d'ouvrage déléguée au DPSM pour le colmatage du forage.

L'État se substitue aux époux Kandel pour ensuite mandater le BRGM. Cela permet de dissocier les actions sur le terrain et les affaires juridiques. Les arrêtés font l'objet de recours en annulation de la part des Kandel et consorts.

10 juin 2015

Réunion à la sous-préfecture

Les investigations de Géodéris se poursuivent.

L'appel de Sika dans l'affaire qui les oppose au BRGM a fait perdre près de deux mois.

Le maître d'œuvre a été désigné : Antea Group. La fin des travaux de colmatage est prévue en Octobre.

Tant que le terrain ne sera pas stabilisé, aucun état des lieux ne pourra être effectué ; seules les personnes en danger immédiat pourront être indemnisées. Les sinistrés ont le sentiment d'être pris en otage dans leurs habitations qui s'effritent lentement mais irrémédiablement. À ce jour, les dégâts à Lochwiller sont estimés à environ 10M€. A Staufen-im-Breisgau, le phénomène a été ralenti mais reste non maîtrisé.

29 septembre 2015

Réunion à la sous-préfecture. (Sous Préfet, DREAL, BRGM/DPSM, municipalité, Association)

Après appel d'offre infructueux, la société Vauthrin-Forage a été retenue pour les travaux de colmatage. Le chantier est annoncé pour le 26 octobre, pour une durée de 2 semaines.

Point sur les investigations de Géodéris, les relevés de mouvements du sol et les mesures de gîte des maisons.

4 novembre 2015

Réunion publique

Les travaux de colmatage ont pris une semaine de retard en raison d'une épingle d'injection laissée par l'entreprise Sika dans la résine de rebouchage. Ce tuyau risque d'endommager la foreuse et son extraction nécessite un outil spécifique.

Les dernières mesures topographiques confirment que la surrection se poursuit à un rythme linéaire avec, à certains endroits, un maximum de 1,5 cm/mois.

Le préfet a rappelé à Géoderis que les résultats des analyses sont très importants, car ils permettront de définir un zonage du sinistre (zone sinistrée, zone non concernée, zone intermédiaire) permettant à certains projets de se faire (vente, construction de maisons), conditionnant les indemnisations.

4 décembre 2015

Réunion à la sous-préfecture

Le planning se voit décalé pour la fin janvier : le sur-forage a rencontré des épingles d'injection, certaines de 15 m de long, gênant la progression ; aucune information sur ces éléments ne figurait dans les rapports de Sika. Puis apparaissent des fuites des boues de forage entre -12m et -15m : les tentatives d'étanchéification (plus de 100m<sup>3</sup> de produits injectés) ont été infructueuses. Une autre méthode doit être employée, nécessitant des engins de plus grande taille, et des terrassements préalables.

21 janvier 2016

Les arrêtés du préfet sont contestés. Ceux-ci ont été pris sur la base du code minier où ne figurait pas à l'époque la géothermie (celle-ci n'apparaît que dans le nouveau texte de juillet 2015). L'avocat des époux Kandel, a insisté sur le fait que des dommages étaient apparus dès 2006, deux ans avant le forage, qu'il a donc pu aggraver les choses, mais ne les a pas déclenchées.

Néanmoins, les travaux peuvent se poursuivre.

2 février 2016

Manifestation à Saverne, en réponse à l'appel de la municipalité de Lochwiller.

3 février 2016

Le tribunal administratif de Strasbourg annule, en ce qu'ils visaient les sociétés OTEC et Müller, les arrêtés du préfet du Bas-Rhin, du 13 janvier 2015 portant prescriptions au titre de la police des mines des investigations et études nécessaires au traitement des désordres, et du 27 avril 2015 portant prescription de l'exécution d'office des mesures nécessaires au colmatage du forage. En revanche les propriétaires, auxquels le code minier était applicable, doivent être regardés comme les exploitants du forage géothermique, dont ils avaient décidé la réalisation. Les époux Kandel feront appel (1er avril 2016) de cette décision du tribunal administratif, refusant que l'ensemble de la responsabilité des travaux de forage repose sur leurs seules épaules. Cette procédure est attentivement suivie par toute la filière du chauffage par géothermie, puisqu'elle a vocation à servir de jurisprudence.

5 février 2016

Réunion en sous-préfecture

Les travaux actuels ont été stoppés et l'entreprise Vauthrin replie le chantier après avoir comblé la tête du forage. Le sur-forage a fait face à d'importantes difficultés en raison de la géologie du sol, ainsi qu'à des obstacles imprévus liés aux premières tentatives de colmatage. À partir de 15 m, il a perdu le tracé du forage initial. Le BRGM va développer une autre méthode, pour reprendre les travaux le plus rapidement possible.

Une conduite d'eau usées est déboîtée à l'endroit même où le gonflement est à son maximum, ce qui ne fait qu'accentuer le phénomène. Une inspection des réseaux a été réalisée, mais le syndicat des eaux refuse d'intervenir, le tronçon étant propriété de la commune. Un appel d'offre a été lancé pour tenter de trouver une maîtrise d'œuvre pour la méthode de réparation, et une entreprise pour faire les travaux.

Avril 2016

Le BRGM a lancé une étude de faisabilité pour l'isolation hydraulique du forage. Les habitants disent qu'il faut cesser les études, et décider au niveau ministériel ; la maire a demandé une audience à la ministre de l'environnement, de l'énergie et de la mer.

Pour la réparation de l'assainissement de la rue du Koellberg, le maître d'œuvre vient d'être retenu.

Le FGAO fera de nouvelles visites des maisons les plus touchées pour déclencher éventuellement de nouvelles pré-indemnisations. A ce jour, 12 propriétaires ont touché une pré-indemnisation.

7 juin 2016 (pour mémoire)

Inondation : Lochwiller est classée en catastrophe naturelle.

4 juillet 2016

Réunion en préfecture

Le phénomène de gonflement ne pourra pas être stoppé, au mieux il sera ralenti. Il est toujours envisagé de boucher le forage, mais aucune solution n'est adoptée pour le moment. Les différentes mesures seront à l'étude pendant au moins une année.

L'association déplore une absence de prise en compte de l'humain. Les habitants attendent un début de considération, notamment de la part du ministère de l'environnement.

16 septembre 2016

La maire et un 2<sup>ème</sup> collectif en cours de structuration, différent de « Lochwiller se soulève » sont reçus à la préfecture. Des tensions apparaissent entre deux parties du village : les sinistrés mais indemnisés, d'une part, ceux dont le bien n'est pas encore endommagé mais déjà dévalorisé, d'autre part.

---oOo---

## 4. Éléments de comparaison entre le FGAO et le régime « catastrophes naturelles »

*Cette note a été établie par monsieur Michel Merlet du FGAO et est reproduite ici avec son accord.*

Vincennes, le 3 octobre 2016

### Note d'information

Service des Risques Miniers  
Affaire suivie par Michel MERLET  
(T : 01 43 98 77 08 - P : 06 27 10 20 67)  
[michel.merlet@fga.fr](mailto:michel.merlet@fga.fr)

**Objet :** Etude comparative de l'indemnisation des *risques miniers* par le FGAO (L 421-17) et des *risques de catastrophes naturelles* (L 125-1 et suivants du code des assurances).

En préambule, même s'il existe une grande similitude entre les deux systèmes d'indemnisation qui seront traités dans cette étude, il faut noter que leur fondement juridique reste différent, puisque le FGAO pratique le préfinancement, pour le compte de qui il appartiendra, de la réparation des dommages immobiliers d'origine minière dans un contexte de nature délictuelle, alors que les assureurs vont indemniser leurs clients sur la base d'obligations contractuelles prédéfinies (nécessité pour la victime d'avoir un contrat « support » MRH ou dommages aux biens, avec les garanties adéquates, celles des Cat Nat ayant un caractère obligatoire).

Les deux systèmes sont encadrés par des dispositions législatives ou réglementaires, depuis le 2 août 1985 pour ce qui est des catastrophes naturelles pour les assureurs, ou le 31 juillet 2003 et le 22 avril 2004 pour ce qui est des risques miniers prises en charge par le FGAO. Si la saisine du FGAO par les propriétaires, victimes de dommages, se fait sans arrêté réglementaire ou administratif de sinistre minier, il n'en va pas de même pour la mise en jeu de la garantie de catastrophes naturelles, qui exige un arrêté interministériel officiel pour ouvrir droit à indemnisation, celui-ci déterminant la zone, les périodes et la nature des dommages en relevant.

**Fonds de Garantie des assurances obligatoires de dommages**  
64 rue Defrance - 94682 Vincennes cedex  
Tél. : 01 43 98 77 00

Il est donc proposé de faire un comparatif entre ces deux systèmes d'indemnisation au regard des événements survenus à LOCHWILLER, à savoir le gonflement des terrains du fait des infiltrations progressives consécutives au forage géothermique, événement minier, et les mouvements géologiques affectant la colline du lotissement et son environnement, événement naturel.

#### A. L'indemnisation par le FGAO des dommages immobiliers d'origine minière

L'article L 421-17 code des assurances a confié au FGAO la mission d'indemniser les propriétaires d'habitations occupées à titre principal des dommages immobiliers résultant d'une activité minière. La DGPR ayant considéré que le forage géothermique avait un rôle causal majeur dans les désordres survenus à LOCHWILLER (rapport GEODERIS du 9/01/2014), elle a demandé au FGAO d'intervenir sur place du fait du caractère minier du puits.

##### 1. Étendue du système d'indemnisation pour le sinistré

Celui-ci est fondé sur le principe de la réparation intégrale consacrée par la jurisprudence :

**Article L 421-17** « II. - *L'indemnisation versée par le fonds assure la **réparation intégrale des dommages** visés au I, dans la limite d'un plafond. Lorsque l'ampleur des dégâts subis par l'immeuble rend impossible la réparation de ces désordres, **la réparation intégrale doit permettre au propriétaire de l'immeuble sinistré de recouvrer dans les meilleurs délais la propriété d'un immeuble de consistance et de confort équivalents**. Si ces dommages font l'objet d'une couverture d'assurance, l'indemnisation versée par le fonds vient en complément de celle qui est due à ce titre. »*

Ce dispositif législatif vise donc la réparation par le FGAO de la perte patrimoniale subie par le propriétaire consécutive à l'atteinte de son bien par des dommages miniers, sans que celui-ci soit obligé de faire les travaux correspondants à l'indemnité versée.

Sur les quatorze dossiers intégralement indemnisés à ce jour, et les deux autres en cours d'offre d'indemnisation, les habitations ont toutes été déclarées comme techniquement ou économiquement irréparables. Cela est dû à l'ampleur des désordres et l'incertitude sur une prochaine stabilisation de l'assise de ces maisons (principalement rue et impasse Koelberg, et rue de l'Étang).

Il est à craindre que l'évolution persistante du gonflement du sous-sol fasse entrer, dans un délai plus ou moins bref, un certain nombre d'autres habitations voisines de l'épicentre dans cette catégorie de sinistrés.

Le chiffrage de cette indemnité globale se fait, par expertise, sur la **valeur de vente de l'immeuble** et de ses aménagements intérieurs (cuisine aménagée, surface pondérée, terrasse, etc.), ainsi que **celle de son terrain d'assise**, tous ces points étant repris dans le descriptif des dommages. A cette valeur, viennent s'ajouter 10 % forfaitaire de frais de réemploi. Cette valeur peut être qualifiée de remplacement ou de vente de l'immeuble.

Pour ce qui est des habitations touchées partiellement par des dégâts (rue du Sonderberg), sans mise en péril de la sécurité des biens et des personnes, il est impossible aujourd'hui d'envisager la réparation intégrale des dommages immobiliers, puisque ils restent évolutifs et s'aggravent progressivement dans le temps. Aucun entrepreneur sérieux ne donnerait d'ailleurs de garantie sur les travaux qu'il serait alors amené à effectuer.

Cette situation complexe, tributaire des mouvements de terrain et de leur permanence, met les propriétaires en difficulté, car ils sont contraints d'occuper une maison certes endommagée, mais habitable et éventuellement réparable, immeuble qu'ils ne peuvent cependant pas vendre, car il n'a plus aucune valeur vénale.

## 2. Limites du système d'indemnisation

Du fait de la nature juridique de l'indemnisation du FGAO (compensation de droit commun réparant la perte patrimoniale du sinistré), la victime dispose, comme elle l'entend, des fonds versés, à l'instar d'une indemnité Responsabilité civile, et elle reste propriétaire du bâtiment et du terrain endommagés. Il faut noter que contrairement à un contrat d'assurances MRH ou Dommages aux biens, *aucune garantie des frais de démolition du bâti ou de réhabilitation des terrains* n'est prévue dans le périmètre d'intervention du FGAO.

Par ailleurs, le FGAO ne peut indemniser que des dommages certains et avérés, mais, en aucun cas, anticiper des règlements pour des dégâts futurs, aléatoirement possibles ou probables. Cela exclut, pour l'instant, les habitations partiellement touchées d'une proche indemnisation, sauf à procéder par expropriation, procédure qui relève des pouvoirs régaliens de l'Etat.

## 3. Mise en œuvre pratique de la procédure d'indemnisation

Sur les 36 saisines reçues à ce jour, une *visite de reconnaissance* et de constat de l'état de l'habitation a été organisée par le représentant du FGAO, de l'expert immobilier, et le cas échéant de l'expert géologue, chez chacun des réclamants. Elle a été ponctuellement suivie, selon les cas, de *campagnes périodiques de relevés de pente* (3 ou 4 environ) par un géomètre expert, dans le cadre d'une surveillance de l'évolution des désordres.

Quand les dommages sont suffisamment graves pour conduire à classer la maison comme irréparable, une visite d'expertise complète est alors effectuée afin de recueillir les éléments permettant d'établir et de chiffrer objectivement le descriptif des dommages, base de l'offre d'indemnisation.

Une fois l'accord trouvé avec l'intéressé et le descriptif régularisé, le FGAO dispose d'un délai de 3 mois pour faire parvenir les pièces de règlement, mais ce délai est généralement inférieur à 15 jours. On retrouve ce délai réglementaire dans l'indemnisation des sinistres de catastrophe naturelle.

### **B. L'indemnisation par les assureurs des dommages matériels directs au titre d'une catastrophe naturelle**

Toute police d'assurance Dommages aux biens ou MRH offre obligatoirement une garantie contre les effets des catastrophes naturelles, dont les spécificités réglementaires relèvent des articles L 125-1 et suivants, et A 125-1 et suivants du code des assurances. Elles sont complétées par le dispositif de l'article L 121-16 (loi Barnier).

La mise en jeu de cette garantie nécessite un arrêté interministériel de catastrophe naturelle fixant le périmètre sinistré, la période de l'événement ainsi que la nature du phénomène à l'origine des dommages.

Pour LOCHWILLER plus particulièrement, il pourrait s'agir « *d'éboulement ou d'affaissement de terrain* », ou par analogie, « de [sécheresse] *et/ou réhydratation des sols* », événement Cat Nat paraissant plus approprié au phénomène géologique constaté. Pour cela, il appartiendra à la commune de saisir la sous préfecture, les autorités administratives compétentes du problème rencontré sur le lotissement et son environnement, et déposer sa

demande de classement en Cat Nat. De plus, lorsque le cas sera soumis à la Commission départementale, il est certain que le représentant des assureurs risque de contester le caractère exceptionnel et anormal de « l'agent naturel », puisqu'au départ, le forage a eu un rôle de déclencheur de l'événement.

Enfin, l'absence de Plan de Prévention des Risques naturels Prévisibles sur LOCHWILLER pourrait éventuellement créer des difficultés, tant au niveau de l'étendue de la garantie (valeur de reconstruction à neuf) que de la franchise applicable au cas d'espèce.

#### 1. Étendue du système d'indemnisation pour l'assuré

La garantie Cat Nat se calcule sur les capitaux engagés et sur les couvertures spécifiques de la garantie Incendie prévue au contrat. Comme pour un sinistre Incendie, l'indemnisation se déroule en deux temps :

a) Première estimation, pour le calcul de ***l'indemnité contractuelle immédiate***, des dommages aux bâtiments (réparations ou reconstruction) sur la valeur au prix de la reconstruction, ***déduction faite de la vétusté***. Généralement, l'expert calcule celle-ci sur la base de la valeur de vente de l'immeuble, dont il déduit les coefficients de vétusté, corps de métier par corps de métier, et la valeur du terrain nu, qui est exclu des couvertures d'assurance.

***b) L'indemnité différée dite de valeur à neuf***, qui correspond à la différence entre la valeur vétusté déduite et la valeur de vente de l'immeuble. Cette indemnité complémentaire ne sera versée qu'en cas de réparation ou reconstruction de l'immeuble sinistré dans les deux ans (prescription biennale) qui suivent la publication de l'arrêté Cat Nat. Elle ne sera réglée que sur les seuls justificatifs, mémoires et factures des travaux de reconstruction qui auront été réalisés, et dans le cadre de l'estimation de l'expert. A ce sujet, les articles L 121-16 et L 121-17, issus de la loi Barnier, devraient permettre aux sinistrés de LOCHWILLER d'échapper à l'obligation de réparer ou de reconstruire sur place.

***c) Frais de déblai et de démolition***. Il s'agit du seul poste de préjudice accessoire qui sera pris en charge au titre d'une garantie Cat Nat, qui ne couvre légalement que la réparation des dommages matériels directs, mais exclut la prime Dommages ouvrage, les honoraires d'expert ou d'architecte, les pertes de loyers, le remboursement des mensualités d'emprunt, les frais de relogement ou de déplacement.

d) Garantie des coûts des ***études géotechniques*** rendus nécessaires pour la remise en état des constructions affectées par les effets d'une Cat Nat. Cette disposition spécifique est citée pour mémoire, car dans le cas de LOCHWILLER, les accès aux études de GEODERIS ou du BRGM sont libres sur le site de la DREAL Grand Est. Cela ne viserait que des études particulières.

Il est important de noter que sous réserve des capitaux prévus dans la police, l'indemnité qui sera versée ne pourra excéder la valeur de vente des bâtiments avant le sinistre, augmentée des frais de déblai et de démolition et déduction faite de la valeur du terrain nu.

***e) Les biens mobiliers*** sont indemnisés sur la valeur de remplacement vétusté déduite, puis sur la valeur de remplacement par présentation de factures justifiant celui-ci. Ce poste de préjudice est cité pour mémoire, car dans le cas de LOCHWILLER, la nature même de la catastrophe n'a pas engendré de véritables pertes matérielles sur les biens mobiliers des habitants. En revanche, cette garantie pourrait jouer pour divers aménagements intérieurs (cuisine, équipements divers, etc.).



## 2. Limites du système d'indemnisation

### a) Franchise

L'annexe I de l'article A 125-1 fixant les clauses types Cat Nat des contrats d'assurance reprend les franchises obligatoires applicables en la matière. Celle-ci est de 380 € pour les particuliers, mais qui peut être portée à 1 520 € pour les mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse ou à la réhydratation des sols, si l'arrêté Cat Nat choisit cette catégorie d'événement naturel.

### b) Garanties accessoires

Le caractère réglementaire de la garantie Cat Nat exclut de son périmètre d'indemnisation les garanties annexes à la garantie principale, à savoir, le remboursement de la cotisation Dommages ouvrage, les frais de déplacement et de relogement, la perte de loyers, la perte d'usage des locaux, le remboursement des mensualités d'emprunt, les honoraires de l'expert d'assuré. Comme indiqué plus haut, seuls **les frais de démolition et de déblai** resteront pris en charge.

### c) Terrain d'assise.

Les contrats Dommages aux biens et MRH ne couvrent jamais la valeur du terrain sur lequel sont édifiés les bâtiments assurés, sauf pour ce qui concerne les biens immobiliers extérieurs, comme les clôtures, les murs de soutènement, les portails, les terrasses, etc. (valeur du terrain nu, avant construction).

Les assurés, tout comme les bénéficiaires de l'indemnisation des risques miniers, restent donc propriétaires de leur terrain, à la grande différence que la valeur de celui-ci est intégrée dans la réparation pécuniaire faite par le FGAO, ce qui n'est pas le cas pour les assureurs Cat Nat.

## 3. Mise en œuvre pratique de la procédure d'indemnisation

Tout comme pour le FGAO, l'assuré devra saisir son assureur, une fois la publication de l'arrêté de Cat Nat au JO, sous forme de déclaration de sinistre classique. Il faut noter qu'aujourd'hui, l'ensemble des assureurs Multirisques Habitation ont déjà été informés de la situation de chacun de leurs clients, et que la plupart leur ont déjà fait bénéficier de la garantie « défense recours ». Il doit alors être procédé à une expertise des dommages susceptibles de relever de la garantie Cat Nat, avec un descriptif de dégâts et un chiffrage de leurs réparations. Comme indiqué au § B.1, le règlement se fera en deux temps, d'abord l'indemnité immédiate, vétusté déduite, puis, dans les deux ans qui suivent la date de publication de l'arrêté, l'indemnité différée sur la base des justificatifs de remplacement ou de travaux.

La procédure de règlement du FGAO est donc, dans son principe, plus rapide que celle des assureurs, sauf que dans le cas particulier de LOCHWILLER, elle a été tributaire de l'évolution des désordres dans le temps, ce qui explique pourquoi le traitement des dossiers dont il a été saisi est toujours en cours.

## C. Comparatif et juxtaposition des deux systèmes d'indemnisation

Si la présente étude a exposé les différences entre les deux systèmes d'indemnisation, il faut constater que pour le propriétaire sinistré ou assuré, ces derniers ont une grande similitude dans leur modalité, sauf en ce qui concerne le plafond de garantie. Celui-ci est de 400 000 € pour le FGAO, alors que la police d'assurance devrait avoir un capital couvrant la valeur contractuelle réelle de l'habitation, pour autant que celui-ci ait été correctement déclaré par l'assuré à la souscription du contrat. Ce point est important car certaines maisons du lotissement ont subi des désordres d'un montant supérieur au plafond d'intervention du FGAO. Le système Cat Nat pourrait avoir l'avantage d'offrir une plus complète indemnisation pour le propriétaire, sauf franchise.

A ce sujet, il ne faudra pas perdre de vue que les indemnisations globales versées par le FGAO pour des maisons déclarées irréparables empêcheront leurs propriétaires de revendiquer une deuxième et nouvelle indemnisation des dommages qui seraient alors pris en charge par leur assureur au titre de la garantie Cat Nat.

Sur le plan des bénéficiaires de ces régimes d'indemnisation, l'état de catastrophe naturelle touche à une catégorie beaucoup plus large d'immeubles, puisqu'il suffit que ceux-ci soient assurés par un contrat Dommages aux biens, alors que celle couverte par le FGAO, par la loi sur les risques miniers, se limite aux seules habitations occupées à titre principal. Ainsi, les garanties Cat Nat pourront s'appliquer, entre autres, aux résidences secondaires, aux immeubles et installations agricoles, collectifs ou professionnels, aux immeubles communaux, même si aujourd'hui, l'essentiel des désordres porte sur des bâtiments à usage d'habitation privée.

Par ailleurs, une difficulté va se poser pour faire entrer en convergence les deux systèmes dans leur application dans le temps, car si le premier a indemnisé des dommages immobiliers qui sont la conséquence directe du forage, le second devra palier aux conséquences futures de mouvements géologiques naturels, qui sont toujours en cours. Pour séparer les deux périmètres d'intervention, il sera donc nécessaire de fixer arbitrairement une date permettant d'attribuer à chacun des acteurs son domaine de compétence.

Enfin, pour être complet, si le cadre juridique du FGAO lui permet d'exercer, par subrogation légale, un recours direct contre les présumés responsables, en établissant la responsabilité des intervenants sur le forage, cause des désordres indemnisés, ou faire appel à la garantie de l'Etat, comme cela avait été décidé à la DGPR, lors de la réunion du 8 janvier 2014, il n'en ira pas de même pour les assureurs, qui rencontreront sans doute des difficultés pour pouvoir se retourner contre un éventuel responsable, même si une grande partie de leur engagement financier est finalement réassuré par la CCR.

Ceci étant, si l'état de catastrophe naturelle ouvre à une victime un droit à indemnisation sur la base de garanties d'assurances, tel que prévu à l'**article L125-1** « [...] sont considérés comme les effets des catastrophes naturelles, au sens du présent chapitre, les dommages matériels directs non assurables ayant eu pour cause déterminante **l'intensité anormale d'un agent naturel**, lorsque les mesures habituelles à prendre pour prévenir ces dommages n'ont pu empêcher leur survenance ou n'ont pu être prises. », le caractère exceptionnel et anormal de la catastrophe n'interdit pas à un assureur, qui a procédé à son indemnisation contractuelle, de tenter de recourir, par subrogation (article L 121-12 Code des assurances), contre un possible responsable qui aurait commis une faute en lien avec la survenance, la réalisation ou l'aggravation des dommages.

En effet, un phénomène de catastrophe naturelle ne revêt pas, de manière absolue et irréfragable, les caractères de la force majeure exonératoire de responsabilité, à savoir l'extériorité, l'imprévisibilité ou l'irrésistibilité, et chaque personne, qui a participé par sa négligence ou sa faute, même de manière indirecte, à la réalisation des dommages, doit répondre de celle-ci. Bien entendu, l'appréciation des conséquences ou du rôle de celle-ci relève du pouvoir souverain du juge du fond.

## 5. Évolution de la réglementation sur la géothermie à basse température dite « de minime importance »

### 1. La géothermie

La température moyenne du sous-sol augmente de 3 à 4°C tous les cent mètres de profondeur (gradient géothermique). Ce gradient, présent sur l'ensemble du territoire, est plus élevé au-dessus de certaines structures géologiques, telles que le fossé rhénan ou les massifs volcaniques. L'exploitation de la chaleur du sous-sol, directement ou par des pompes à chaleur, est une source d'énergie renouvelable permanente (elle est accessible 24h/24 et 365 jours par an, sans dépendre de la météorologie), sans émission de gaz à effet de serre. Elle est, en outre, avec une intensité variable, accessible en tout point du territoire et peut être exploitée de façon décentralisée<sup>22</sup>.

### 2. Le cadre réglementaire

L'exploitation des ressources géothermiques du sous-sol relève du code minier (article L 112-1). Sur le principe, elle doit donc être précédée d'une autorisation de recherches, puis être l'objet d'un permis d'exploitation.

Néanmoins, le même article L 112-1 indique dans sa version actuelle que « *ne relèvent pas du régime légal des mines les activités ou installations de géothermie utilisant les échanges d'énergie thermique avec le sous-sol lorsqu'elles ne présentent pas d'incidences significatives sur l'environnement et qu'elles ne nécessitent pas des mesures spécifiques de protection des intérêts mentionnés aux articles L. 161-1 et L. 161-2. Les activités ou installations concernées sont déterminées par décret en Conseil d'État, en fonction de la nature des ouvrages et des fluides caloporteurs utilisés et de seuils portant sur la profondeur et la puissance thermique des ouvrages, sur la température des milieux sollicités ainsi que sur les débits des eaux prélevées, réinjectées ou rejetées* ».

Le décret n°74-498 du 28 mars 1978 relatif aux titres de recherche et d'exploitation de géothermie, après avoir distingué les « gîtes à haute température » (section I) et les « gîtes à basse température » (section II) indiquait, dans son article 17 : « *par exception aux dispositions de la présente section [il s'agit de la section II] et par application de l'article 102 du code minier, sont considérées comme exploitations géothermiques de minime importance et dispensées de l'autorisation de recherches et du permis d'exploitation prévus aux articles 98 et 99 du code minier, les prélèvements de chaleur souterraine dont le débit calorifique maximal possible calculé par référence à une température de 20°C est inférieur à 200 thermies par heure et dont la profondeur est inférieure à 100 mètres. Les exploitations de minime importance doivent être déclarées au chef du service interdépartemental de l'industrie et des mines par leur installateur selon les modalités prévues pour les déclarations de fouilles en application de l'article*

<sup>22</sup> Plus précisément, l'installation d'une pompe à chaleur dans les couches superficielles du sous-sol, celle d'un « doublet géothermique » à quelques dizaines de mètres de profondeur sont partout possibles, l'exploitation de la chaleur plus profonde pour une installation électrique d'une puissance de plusieurs MW n'est par contre économiquement possible que sur les zones géologiques où le gradient géothermique est le plus élevé.

131 du code minier. La déclaration est faite au plus tard un mois avant la mise en service par lettre recommandée avec demande d'avis de réception. Elle tient lieu de la déclaration prévue à l'article 131 du code minier ».

### 3. Les raisons de l'évolution récente (2015) du cadre réglementaire

La loi dite « Grenelle 2 » (n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement) fixait un objectif de 23 % d'énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale en 2020 (cet objectif figure notamment dans l'article 84 de la loi). La déclinaison de cet objectif par source de chaleur renouvelable conduisait à viser une multiplication par 6 de la capacité de production de chaleur par géothermie entre 2006 et 2020. Des réflexions ont donc été conduites pour simplifier la réglementation, afin d'encourager le développement de cette énergie.

Afin que la simplification de la réglementation ne conduise pas à une détérioration de l'environnement, une étude a été confiée au BRGM. Cette étude a abouti à un rapport public (*Impacts potentiels de la géothermie très basse énergie sur le sol, le sous-sol et les eaux souterraines – Synthèse bibliographique Rapport final BRGM/RP-59837-FR Février 2012*). À partir d'une étude bibliographique qui comporte les données alors disponibles sur quatorze cas, dont celui de Lochwiller et celui de Staufen (les données aujourd'hui disponibles sont plus complètes), le BRGM conclut que les forages consistant à exploiter la géothermie par des pompes à chaleur (géothermie basse température en boucle fermée) peuvent présenter des risques de mise en communication de nappes aquifères de différentes profondeurs, et/ou des risques de mise en communication de nappes aquifères profondes, notamment artésiennes, avec des couches moins profondes<sup>23</sup>. Lorsque le sous-sol comporte des « roches évaporitiques de type gypse ou sel », une mise en communication d'une nappe souterraine avec ces roches peut conduire à un affaissement ou à un gonflement du terrain.

Sur ces bases, a été élaborée une réglementation dont l'objectif était de simplifier les opérations ne présentant pas de risque tout en encadrant mieux celles qui en présentent.

### 4. La nature des évolutions et le cadre réglementaire actuel

Le décret n°2015-15 du 8 janvier 2015, dans ses dispositions relatives à la géothermie, comporte trois évolutions : un découpage du territoire en trois zones, des simplifications et des prescriptions.

---

<sup>23</sup> Contrairement aux forages visant à exploiter de la géothermie haute température, aux forages géothermiques en « boucle ouverte » ou aux forages pétroliers, qui sont « tubés » sur toute leur hauteur, c'est-à-dire pour lesquels le forage est immédiatement suivi de l'insertion d'un tube métallique d'un diamètre proche de celui du forage, tube qui est scellé à la roche par une cimentation et qui constitue ainsi une double barrière physique (celle du tube et celle du ciment) à la communication entre des eaux souterraines provenant de profondeurs différentes, les forages visant à exploiter la géothermie à basse température ne comportent pas de tubage métallique à la périphérie du forage, la réglementation prévoit que ces forages aient un diamètre extérieur d'au moins 125mm et que les doublets géothermiques qui y sont installés aient un diamètre d'au moins 32 mm, l'espace vide entre ces doubles et la roche devant être comblé par une cimentation. C'est la difficulté de réaliser, en présence d'eau, une cimentation étanche dans l'espace vide au sein d'un forage pour géothermie à basse température qui a conduit aux principaux incidents mentionnés dans le rapport du BRGM.

#### 4.1. Un découpage du territoire en trois zones

- Zone verte : Absence de risques identifiés (la télédéclaration est néanmoins obligatoire et le décret impose de recourir à un foreur qualifié) ;
- Zone orange : la réalisation de l'ouvrage requiert l'avis d'un expert géologue ou hydrogéologue et le recours à un foreur qualifié (attestation d'un expert agréé, en complément du recours à un foreur qualifié, le régime reste celui de la déclaration).
- Zone rouge : Zone non éligible à la géothermie de minime importance. Les dispositions applicables sont alors celles relatives aux ouvrages de géothermie de basse température prévues par les décrets n° 78-498 et n° 2006-649 et pris en application du code minier. Dans cette zone, avoir recours à la géothermie n'est pas interdit, mais nécessite de déposer un dossier de demande d'autorisation, qui permet notamment de s'assurer que toutes les précautions ont été prises pour maîtriser le risque.

Ce découpage en trois zones est réalisé en fonction des caractéristiques du sous-sol. Une visite sur le site [www.geothermie-perspectives.fr](http://www.geothermie-perspectives.fr) (auquel renvoie l'arrêté du 25 juin 2015 relatif à la carte des zones en matière de géothermie de minime importance) permet de constater que la commune de Lochwiller, celle de Hilsprich et la partie de la commune de Kirchheim sur laquelle un forage géothermique a conduit à des désordres en surface sont dans la zone rouge. Un particulier qui envisagerait aujourd'hui d'y réaliser un forage géothermique et qui procéderait à la télédéclaration se verrait donc immédiatement alerté sur les risques.

#### 4.2. Des simplifications

- Les « échangeurs géothermiques fermés » d'une profondeur inférieure à 10 mètres ne relèvent plus du code minier, et ne sont donc plus soumis à déclaration.
- Dans les zones « vertes » et « orange », la limite de profondeur pour qu'un forage géothermique soit considéré comme relevant du régime de la géothermie « de minime importance » (soumis à simple déclaration, sans nécessité d'obtenir une autorisation) passe de 100 m à 200 m et la limite de puissance de l'installation passe à 500 kW.
- La déclaration des forages supérieurs à 10 m mais inférieurs à 200 m dans les zones « vertes » et « orange » de la carte se fait par télédéclaration, sur le site <http://www.geothermie-perspectives.fr/article/demarchesGMI>

#### 4.3. Des prescriptions

- Les foreurs intervenant dans le cadre de la « géothermie de minime importance doivent être qualifiés » (article 20 du décret 2015-15 du 8 janvier 2015 « *La personne qui réalise les travaux de forage lors de l'ouverture des travaux d'exploitation d'un gîte géothermique de minime importance ou les travaux de remise en état lors de l'arrêt des travaux d'exploitation est tenue de disposer d'une attestation de qualification délivrée selon les conditions prévues par un arrêté conjoint des ministres chargés des mines, de l'environnement et de l'énergie* » et arrêté du 25 juin 2015 relatif à la qualification des entreprises de

forage intervenant en matière de géothermie de minime importance, pris en application de ce décret) ;

- L'arrêté du 25 juin 2015 relatif aux prescriptions générales applicables aux activités géothermiques de minime importance décrit de manière assez précise les techniques à suivre, notamment pour la cimentation du forage (article 4.1.4) ;
- Le décret n° 2016-835 du 24 juin 2016 relatif à l'obligation d'assurance prévue à l'article L. 164-1-1 du code minier et portant diverses dispositions en matière de géothermie impose aux foreurs qualifiés de disposer d'une assurance professionnelle couvrant un montant d'au moins trois millions d'euros par sinistre.

## 5. Remarques finales

Le nombre de forages réalisés chaque année dans le monde à des profondeurs dépassant cent mètres se compte en dizaines de milliers. Les techniques pour éviter les mises en communication entre une nappe souterraine et d'autres couches géologiques sont en conséquence, sur le principe, connues ; elles correspondent pour l'essentiel à ce qui est repris dans les préconisations techniques du décret du 25 juin 2015 cité ci-dessus. La mise en œuvre de ces techniques de prévention suppose néanmoins des immobilisations (le matériel et les fournitures permettant, par exemple, de réagir immédiatement en cas de venue d'eau artésienne, ou de prendre les dispositions adéquates en cas de « perte » du ciment injecté doit être présent sur le site du forage ou à sa proximité immédiate) et du personnel expérimenté. Le budget d'un forage géothermique à haute température ou celui d'un forage pétrolier a comme unité de compte le million d'euros et peut mobiliser les ressources correspondantes. Le budget mobilisable pour l'installation de chauffage de la résidence d'un foyer ou pour une petite copropriété est nettement plus faible. Le zonage du territoire (zones « vertes », « orange » et « rouges ») est dans ce contexte une précaution essentielle. La sélection des foreurs qualifiés est par ailleurs un pivot de la réglementation actuelle. Dans les zones « vertes », l'absence de mise en communication d'aquifères différents (mise en communication qui y aurait beaucoup moins de conséquences que dans les zones « orange » ou « rouges ») reposera sur la capacité de ces foreurs à identifier a priori les terrains difficiles (risque de présence de karst, notamment) et à prévoir sur le site les moyens utiles.

Le cas de Lochwiller montre par ailleurs que le plafond d'assurance de 3M€ est faible et mériterait sans doute d'être relevé.

## 6. Liste des personnes rencontrées

Personne rencontrée	(fonction) Organisme	date
Michel MERLET	FGAO	21/09/2016
Georges VIGNERON	BRGM/DPSM	21/09/2016
Jean-Luc PERRIN	MEEM/DGPR sous direction des risques chroniques	4/10/2016
Aurélien GAY		
Valérie MICHOT		
Anne-Florie LE CLEZIO CORON	DREAL Alsace-Lorraine-Champagne-Ardenne	12/10/2016
Pascale HANOCQ		
Gilbert WOLF		
Régis FISCHER	BRGM DPSM	12/10/2016
Jean-Philippe d'ISSERNIO	Directeur départemental des territoires, Bas Rhin	12/10/2016
Christophe LOTIGIE	Sous-préfet de Saverne	13/10/2016
Danièle EBERSOHL	Maire de Lochwiller	13/10/2016
Yves GOETZ	Adjoint au maire de Lochwiller	
Gérard AST	« collectif de citoyens » de Lochwiller	
Jocelyne LINDER		
Jean-Pierre FRIEDRICH		
Armand SCHORR	Habitant de Lochwiller	13/10/2016
Dr Clemens RUCH	Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Freiburg	14/10/2016
Rafik HADADOU	Geoderis	27/10/2016
Marion KIMMEL		
Philippe BODENEZ	Cabinet du MEEM	7/11/2016
Dominique MIDOT	BRGM direction interrégionale Nord Est	entretien téléphonique, 22/11/2016
Marc HOELTZEL	Directeur général de l'agence de l'eau Rhin-Meuse, ancien DREAL Alsace	entretien téléphonique, 22/11/2016

## 7. Glossaire des sigles et acronymes

<i>Acronyme</i>	<i>Signification</i>
BSS	Banque du sous-sol (banque de données gérée par le BRGM)
BRGM	Bureau de recherches géologiques et minières
DGALN	direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature
DGEC	direction générale de l'énergie et du climat
DGPR	direction générale de prévention des risques
DPSM	Département Prévention et sécurité minière (au sein du BRGM)
DREAL	direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
FGAO	Fonds de garantie des assurances obligatoires de dommages
FPRNM	Fonds de prévention des risques naturels majeurs (= fonds Barnier)
IFPEN	Institut français du pétrole et des énergies nouvelles
LRGB	Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Office de géologie, des matières premières et des mines – rattaché à la présidence du gouvernement de Freiburg)
PPRN	plan de prévention des risques naturels