



Gestion et prévention des risques liés aux cavités souterraines sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg

Bilan des actions 2016

Rapport final

BRGM/RP-66553-FR

Janvier 2017



Gestion et prévention des risques liés aux cavités souterraines sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg

Bilan des actions 2016

Rapport final

BRGM/RP-66553-FR
Janvier 2017

Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Service public du BRGM 2016-RIS-20

L. GRABENSTAETTER

<p>Vérificateur :</p> <p>Nom : E. VANOUDEUSDEN</p> <p>Date : 20/01/2017</p> <p>Signature : </p>

<p>Approbateur :</p> <p>Nom : K. SAMYN</p> <p>Fonction : Directeur régional délégué</p> <p>Date :</p> <p>Signature : </p>

Le système de management de la qualité et de l'environnement
est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

Mots-clés : cavité souterraine, galeries souterraines, galeries anthropiques, risques naturels, effondrement, urbanisme, Grand Est, Alsace, Bas-Rhin, Eurométropole, Strasbourg

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Grabestaetter L. (2017) – Gestion et prévention des risques liés aux cavités souterraines sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg - Bilan des actions 2016. Rapport final. BRGM/RP-66553-FR, 57 p., 10 ill., 8 tabl.

Synthèse

L'Eurométropole de Strasbourg (EMS) (Service Environnement et Transition Energétique) et le BRGM (Direction régionale Grand Est – Délégation de Strasbourg) collaborent depuis 1996 dans un programme de prévention des risques d'effondrements liés à l'existence de cavités souterraines dans le sous-sol de l'agglomération strasbourgeoise. Cette action a été reconduite pour les années 2016 à 2018 comprises. Elle est financée par l'EMS et par la subvention pour charge de Service Public du BRGM et bénéficie d'une participation de l'Etat, grâce au Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs (FPRNM).

Le territoire s'étendant sur les communes de Strasbourg (Kœnigshoffen, Cronenbourg), Schiltigheim, Bischheim, Hœnheim, Souffelweyersheim, ainsi que Wolfisheim, Eckbolsheim, Mundolsheim, Niederhausbergen, Blaesheim et Reichstett représente un bassin de risques où, d'une part le sous-sol s'est révélé favorable au creusement de cavités et où, d'autre part, une urbanisation notable s'est développée. Dans ce secteur, les ouvrages souterrains ont été exploités essentiellement par les brasseries, puis, de façon moins importante, par les armées française et allemande dans le cadre des services de défense passive. A ces cavités anthropiques, s'ajoutent des phénomènes naturels d'érosion souterraine, généralement liés à des fuites de réseaux d'eau potable ou usées et des infiltrations d'eau, pouvant se traduire par des désordres en surface. L'exutoire que représente une cavité souterraine pour les eaux d'infiltrations et pour les terrains drainés par ces eaux amplifie ce phénomène d'érosion.

Après 20 ans de recensement, 517 sites et indices sont identifiés et référencés dans la base de données qui leur est dédiée. En 2016, 10 nouveaux indices ont été enregistrés. Des démarches ont également été entreprises pour que la base de données cartographique qui avait été refondue en 2014 soit rattachée à la base de données nationale sur les cavités souterraines gérée, pour le compte de l'Etat, par le BRGM.

La hiérarchisation des sites nécessitant des inspections de contrôle, réalisée en 2015 pour le programme 2016, va être révisée en fonction des éléments obtenus lors des inspections réalisées en 2016, pour établir le programme des visites 2017.

Dans le cadre d'un Programme Pluriannuel d'Investissement, l'EMS va réaliser des travaux de mise en sécurité de certains réseaux empiétant sur le domaine public. Le BRGM a, dans l'objectif de réaliser une hiérarchisation de ces sites, ébauché en 2016 une méthodologie qui sera mise en place en 2017.

Ainsi, ont été réalisés en 2016 :

- 8 inspections de réseaux brassicoles dans le cadre des opérations de suivi ;
- 3 inspections de réseaux de brassicoles dans le cadre d'opérations de réhabilitations de friches industrielles ;
- 1 inspection d'un ouvrage de défense passive dans une cour d'école ;
- 6 interventions suite à l'apparition de désordres sur la voie publique dont une nécessitant la mise en œuvre de campagne d'acquisition géophysique et la réalisation de sondages de reconnaissances ;
- 3 interventions suite à l'apparition de désordres sur le domaine privé ;
- L'élaboration d'une méthode de hiérarchisation des cavités empiétant sur le domaine public dans le cadre de futurs travaux de sécurisation.

Sommaire

Introduction	9
1. Rappel des contraintes engendrées par la présence de cavités souterraines	11
1.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE	11
1.2. CONTEXTE HISTORIQUE	11
1.3. CONTEXTE ET ENJEUX.....	13
2. Bilan des actions réalisées en 2016.....	15
2.1. RECUEIL DE L'INFORMATION ET COMMUNICATION : BASE DE DONNEES ET CARTOGRAPHIE DES RESEAUX	15
2.2. DIAGNOSTICS DE RESEAUX SOUTERRAINS CONNUS ET RAPPORTS D'INSPECTION.....	16
2.3. DIAGNOSTICS ET INTERVENTIONS D'URGENCE	18
3. Récapitulatif par commune des interventions menées en 2016	21
3.1. INTERVENTION SUR LA COMMUNE DE BISCHHEIM	21
3.1.1. BI031 – Rue de la Bruche (courrier (L16ALS028))	21
3.2. INTERVENTION SUR LA COMMUNE DE HOENHEIM	22
3.2.1. HO010 – Rue de l'Ecole (BRGM/RP-66262-FR).....	22
3.3. INTERVENTION SUR LA COMMUNE DE OBERSCHAEFFOLSHEIM.....	23
3.3.1. OH001 – Rue du Général De Gaulle (Mail du 30 juin 2016).....	23
3.4. INTERVENTIONS SUR LA COMMUNE DE REICHSTETT.....	24
3.4.1. RE001 – Fort Rapp ou Moltke (BRGM/RP-65830-FR)	24
3.5. INTERVENTION SUR LA COMMUNE DE SCHILTIGHEIM.....	25
3.5.1. SC002 – SCI Anjou – rue de Dachstein (BRGM/RP-66497-FR).....	25
3.5.2. SC003 – Rue de Champagne (BRGM/RP-65952-FR)	27
3.5.3. SC006 – Perle (BRGM/RP-66160-FR).....	28
3.5.4. SC008 – ALSIA (BRGM/RP-65889-FR).....	29
3.5.5. SC009 – Ungemach (BRGM/RP-66426-FR).....	31
3.5.6. SC020 – Fischer (BRGM/RP-66426-FR) et (BRGM/RP-66221-FR).....	31
3.5.7. SC021 – Adelshoffen (Compte Rendu d'intervention du 25/01/2016 et (L16ALS010))	35
3.5.8. SC032 – Parking des Malteries (BRGM/RP-66359-FR)	35
3.5.9. SC105 – Rue des Vosges (L16ALS022)	36
3.5.10. SC107 – Ancienne Brasserie Adelshoffen (Mail du 22 décembre 2016).....	38

3.6. INTERVENTION SUR LA COMMUNE DE STRASBOURG	39
3.6.1. ST001 – Kronembourg (BRGM/RP-65853-FR).....	39
3.6.2. ST009 – Rue Lothaire (BRGM/RP-66449-FR).....	40
3.6.3. ST015 – Dolfi (BRGM/RP-65894-FR)	42
3.6.4. ST269 – Rue Kuhn (Compte rendu d'intervention du 22/01/2016).....	43
3.6.5. ST270 – Rue Sébastopol (Compte rendu d'intervention du 22/01/2016)	43
3.6.6. ST271 – 80, Route des Romains (Mail du 24/03/2016)	44
4. Programmation des actions 2017	45
4.1. METHODOLOGIE	45
4.2. PRESENTATION DES RESULTATS.....	46
4.3. LIMITES DE L'ETUDE.....	52
4.4. PROPOSITION DE PROGRAMME DE SUIVI 2017	52
5. Conclusion	55
6. Bibliographie.....	57

Liste des illustrations

Illustration 1 : Galeries de types « réseau brassicole » de la rue de Champagne – SC003.....	12
Illustration 2 : Galerie militaire de type « contre-mine ou d'écoute » (Réseau RE001 – Fort Rapp)	13
Illustration 3 : Galeries de type « abri de défense passive » (à gauche ST266, à droite HO010)	13
Illustration 4 : Abri-tranchée excavé rue de l'Ecole à Hoenheim.....	22
Illustration 5 : Photographie d'une galerie souterraine du réseau de la rue de Dachstein (SC002)	26
Illustration 6 : Reliquat des galeries souterraines de l'ancienne brasserie Perle après travaux de décaissement lors des travaux de réhabilitation.....	28
Illustration 7 : Photographie d'une galerie du réseau de galeries souterraines Alsia SC008	29
Illustration 8 : Microgravimètre utilisé lors des campagnes d'acquisition géophysique route de Bischwiller	32
Illustration 9 : Opération de forage suite aux investigations géophysiques réalisées route de Bischwiller à Schiltigheim.....	33
Illustration 10 : Outil robotique utilisé dans le cadre de l'inspection de la galerie G1 du réseau de la rue Lothaire (ST009)	40

Liste des tableaux

Tableau 1 : Décompte des sites et indices enregistrés dans la base de données du BRGM au 1 ^{er} janvier 2017	15
Tableau 2 : Programme d'intervention 2016 validé lors du COPIL de juin 2016	17
Tableau 3 : Sites inspectés en 2016	18
Tableau 4 : Présentation des sites classés en Priorité 1 à fin 2016	48
Tableau 5 : Présentation des sites classés en Priorité 2 à fin 2016	49
Tableau 6 : Présentation des sites classés en Priorité 3 à fin 2016	50
Tableau 7 : Présentation des sites considérés Non Prioritaires à fin 2016.....	51
Tableau 8 : Proposition de programme de suivi pour 2017	53

Introduction

L'EMS (Service Environnement et Transition Energétique) et le BRGM (Direction territoriale Alsace) collaborent depuis 1996 dans un programme de prévention des risques d'effondrement liés à l'existence de cavités souterraines dans le sous-sol de l'agglomération strasbourgeoise. En 2016, le partenariat a été reconduit pour une durée de 3 années. Les travaux prévus dans cette convention se terminent à l'issue de l'exercice 2018.

L'existence de cavités souterraines peut être à l'origine d'instabilités qui menacent la sécurité des biens et des personnes. Les objectifs généraux du programme de prévention sont donc les suivants :

- Identifier et évaluer les risques ;
- Informer les populations de l'existence de ces risques ;
- Prendre en compte les menaces représentées par ces anciens ouvrages dans la gestion des constructions et de l'urbanisme ;
- Appuyer les services de sécurité ou de secours en cas de sinistre ;
- Appuyer les communes de l'EMS et l'administration dans un objectif de gestion rationnelle du risque (gestion du FPRNM).

Les grandes lignes d'actions techniques, auxquelles le BRGM participe dans le cadre de sa mission d'Appui aux Politiques Publiques, sont les suivantes :

- Recueil et évaluation de l'information disponible ;
- Cartographie, pérennisation de l'information et entretien d'une base de données ;
- Investigations périodiques des cavités souterraines connues ;
- Actions préventives (information, réglementation, mise au point de méthodes d'évaluation des risques et de détection de cavités) ;
- Appuis d'urgence en cas d'apparition de désordres en surface ;
- Assistance au suivi de chantiers ;
- Assistance et appui à l'instruction des demandes de permis de construire ;
- Assistance globale sur la thématique.

Ce programme technique est financé par l'EMS, par la subvention pour charge de Service Public du BRGM et bénéficie du Fond de Prévention des Risques Naturels Majeurs (FPRNM).

Le recueil de l'information disponible a été engagé en 1996. Il s'est focalisé, au départ, sur les "caves à bières" et le bassin de risque correspondant à leur extension, limitée à la terrasse de loess, plus favorable au creusement des caves. Il s'agit des communes de Strasbourg (plus particulièrement des quartiers de Koenigshoffen et Cronembourg), de Schiltigheim, Bischheim, Hœnheim et Souffelweyersheim.

Depuis, l'enquête a également pris en compte d'autres ouvrages souterrains anciens, en particulier les ouvrages militaires, ainsi que des cavités souterraines diverses qui se trouvent sur tout le territoire de l'EMS et qui peuvent aussi être à l'origine de désordres.

Des expertises ont été effectuées depuis 1997 sur les sites qui présentaient les plus fortes menaces de rupture et d'effondrement en surface et ont permis de fournir des éléments d'appréciation des risques au groupe de travail mis en place par l'EMS (Environnement et Transition Energétique) pour appuyer les collectivités dans la gestion de ces préoccupations.

Depuis 2001, le BRGM gère une base de données multicritères regroupant l'ensemble des informations collectées depuis 1996 sur les cavités souterraines de l'EMS afin de capitaliser la donnée et constituer une mémoire collective durable sur ces ouvrages souterrains peu connus. Cette base de données va être rattachée à la base de données nationale BDCavité, gérée par le BRGM pour le compte de l'Etat, dans le courant de l'année 2017.

La cartographie des réseaux et l'historique des différentes interventions sont actualisés au fur et à mesure que le dossier progresse. Chaque année, le BRGM procède à la mise à jour de la base de données du Système d'Information Géographique (SIG) de l'EMS en fonction des travaux réalisés l'année précédente. A l'heure actuelle, la base de données comprends 517 réseaux et indices.

1. Rappel des contraintes engendrées par la présence de cavités souterraines

1.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE

Strasbourg et ses environs se situent sur les formations alluviales de la plaine rhénane, souvent étagées en terrasses et formées par un matériel sablo-graveleux rhénan et sablo-argileux vosgien. Ces formations ont été recouvertes au cours des périodes froides du Quaternaire par une formation sédimentaire détritique d'origine éolienne à texture limoneuse : le loëss.

Au Nord et à l'Ouest de Strasbourg (inclus les quartiers Ouest de la ville) une terrasse de loëss, dite « terrasse de Schiltigheim », puissante de 10 mètres, repose sur un niveau sableux peu épais, sus-jacent aux cailloutis rhénans. Morphologiquement, la terrasse s'incline légèrement du Sud au Nord et domine la plaine rhénane d'environ 5 mètres.

La nappe phréatique qui se développe dans les alluvions sablo-graveleuses de la plaine rhénane, s'étend également sous la terrasse de loëss. Dans le secteur considéré, le niveau de la nappe se situe au voisinage de la base des loëss, laissant ces derniers "hors d'eau".

Les loëss sont facilement carriables mais leur texture fine (limoneuse voire pulvérulente) les rend très sensibles à l'eau.

1.2. CONTEXTE HISTORIQUE

Le contexte géologique local présentait donc des conditions favorables au creusement de caves qui, avec le stockage de glace, permettaient le maintien d'une fraîcheur nécessaire à la fermentation basse température et la conservation de la bière aux 18^{ème} et 19^{ème} siècles.

Depuis le 18^{ème} siècle vraisemblablement, mais surtout dans la première moitié du 19^{ème} siècle, les brasseries, installées dans la ville de Strasbourg et de Schiltigheim, avaient créé, tant à Kœnigshoffen qu'à Schiltigheim (Espérance 1746), des **caves glacières** pour la fermentation et la conservation de la bière. La glace provenait des étangs gelés et/ou des rivières voisines (le Muhlbach et l'III).

Les caves furent considérablement développées dans la seconde moitié du 19^{ème} siècle lors de l'implantation (déplacement extra muros de Strasbourg) et de la création des grandes brasseries : Perle 1862, Pêcheur ou Fischer 1854, Adelshoffen, Espérance et Schutzenberger à Schiltigheim ; Kronembourg en 1862, Gruber 1855, Bois-Vert ou Prieur 1869, Freysz 1872 et Schneider à Strasbourg-Cronembourg et Kœnigshoffen.

A la fin du 19^{ème} siècle, le froid frigorifique est venu remplacer la glace des étangs et la pasteurisation a favorisé la conservation de la bière. Les caves de la première génération situées en dehors des sites de brasserie furent alors, pour la plupart, abandonnées. Certaines de ces anciennes caves ont été réutilisées par la suite. Elles ont servi d'abri pendant la Première et la Seconde Guerre mondiale ainsi que de champignonnières. Le temps a passé et des constructions diverses se sont développées à leur aplomb avec connaissance ou non de la présence de ces caves. Il en a été de même pour les caves des brasseries plus récemment fermées (entre 1950 et 1975).

Pour les caves les plus anciennes, l'extension des sites est variable, mais dans certains cas elles peuvent atteindre plusieurs milliers de mètres carrés. Elles sont constituées d'un ensemble de caves et galeries voûtées maçonnées, d'environ 2,5 à 3 mètres de haut et de large ; les galeries sont souvent séparées par une largeur équivalente de terrain. Les caves de la fin du 19^{ème} siècle peuvent atteindre des superficies de plus de 6.000 m² avec un réseau de galeries et de salles de près de 5 à 8 mètres de haut et de large ; les galeries et caves sont alors plutôt contiguës. Elles sont souvent disposées sur deux niveaux de sous-sol.

Les différentes galeries ont été creusées selon des méthodes propres aux travaux souterrains, notamment par minage. Les grandes salles plus récentes, dont le plafond arrive à moins d'un mètre de la surface, ont été réalisées en excavant les terrains depuis la surface.

Pour toutes les caves, les voûtes et parements sont maçonnés en briques et/ou pierres de taille. Les radiers sont en limon sableux damé ou recouverts de dalles. Dans certains cas, ils sont bétonnés. (Illustration 1)

Par ailleurs, le contexte historique de l'Alsace a induit le creusement d'autres types de galeries : les galeries militaires et les galeries de défense passive :

- Les *galeries militaires*, qui consistent en des galeries d'écoute ou de contre-mine, sont associées aux bastions défensifs de la ceinture fortifiée de Strasbourg. Ces réseaux datent essentiellement de 1875 et sont bâtis en briques et moellons de grès ; (Illustration 2)
- Les *galeries de défense passive*, dont l'objectif était de protéger les populations civiles en cas d'attaque (bombardements, sièges etc.). Principalement bâties au cours de la Deuxième Guerre Mondiale, elles consistent en des galeries entièrement bétonnées, en forme de ligne brisée, et se retrouvent sur tout le territoire Strasbourgeois, quel que soit le terrain géologique (lœss, alluvions rhénanes, remblais). A savoir que certaines cavités brassicoles ou caves d'immeubles ont été réutilisées en abris de défense passive et ont donc fait l'objet de recensement sur des plans allemands. (Illustration 3)

Les figures ci-dessous illustrent les types de galeries rencontrées sur le territoire de l'EMS.



Illustration 1 : Galeries de types « réseau brassicole » de la rue de Champagne – SC003



Illustration 2 : Galerie militaire de type « contre-mine ou d'écoute » (Réseau RE001 – Fort Rapp)



Illustration 3 : Galeries de type « abri de défense passive » (à gauche ST266, à droite HO010)

1.3. CONTEXTE ET ENJEUX

Les cavités souterraines ont été creusées dans la couche de loëss qui, dans l'ensemble, est assez homogène et a une cohésion suffisante pour assurer une bonne tenue à court terme. Toutefois le loëss est très sensible à l'eau du fait de sa grande porosité, de sa texture fine et de sa nature granulaire. Lorsque sa teneur en eau est trop élevée, il perd toute cohésion, pouvant

aller jusqu'à la liquéfaction. Pour améliorer la stabilité des galeries souterraines, les parois sont donc soutenues par une maçonnerie en briques et/ou en pierres de taille, parfois revêtue de crépi.

Les phénomènes susceptibles d'être à l'origine des effondrements et des tassements en surface sont les suivants (liste non exhaustive mais reprenant les cas de figure les plus fréquents) :

- L'altération des maçonneries des cavités souterraines (développement de salpêtre, éclatement et fissuration de briques, développement racinaire etc.), accélérée par une hygrométrie élevée liée à l'arrêt ou à la suppression des circuits de ventilation ;
- Les fuites des réseaux d'alimentation en eau potable ou d'assainissement affectant le loëss situé à l'extrados des galeries (phénomènes d'érosion) ;
- Les circulations naturelles des eaux météoriques dans les formations superficielles ;
- Les surcharges liées à la circulation de véhicules lourds et les travaux de fondations ou de terrassement dans les terrains superficiels à proximité des cavités souterraines.

Ces phénomènes sont préoccupants en raison de leurs contextes de survenance. En effet :

- Ils affectent un milieu fortement urbanisé ;
- Les caves peuvent s'étendre aussi bien sous les propriétés privées que sous le domaine public (bâtiments et voiries) ;
- La proximité des réseaux de surface (eau et gaz en particulier) représente un facteur supplémentaire de danger ;
- Ils sont soudains et les signes annonciateurs ne sont pas aisément décelables ;
- En cas de désordres importants affectant directement la sécurité des personnes, les secours sont délicats à mettre en œuvre dans ces milieux confinés et souvent mal connus.

Par ailleurs, la connaissance de l'existence et de la situation des galeries souterraines avec le temps est de plus en plus confuse. Les caves sont en effet très rarement mentionnées dans les actes de transfert de propriété et la mémoire de ces ouvrages disparaît progressivement avec le temps. L'absence d'un Plan de Prévention des Risques mouvements de terrain de type « cavités souterraines » sur l'agglomération strasbourgeoise ne permet pas un renseignement automatique du thème « galeries » sur le bordereau CERFA dédié à l'état des risques. Toutefois, le risque « cavité » est considéré comme un risque majeur et il est signalé dans le cadre de l'IAL (Information Acquéreur Locataire) par l'Eurométropole de Strasbourg. Les informations sur les indices et réseaux sont disponibles sur le Système d'Informations Géographiques (SIG) de l'EMS. Les informations sont disponibles via le service SIG et le service Environnement de l'EMS

2. Bilan des actions réalisées en 2016

2.1. RECUEIL DE L'INFORMATION ET COMMUNICATION : BASE DE DONNEES ET CARTOGRAPHIE DES RESEAUX

Le premier objectif de ce programme de prévention est de pérenniser et gérer les informations relatives aux cavités souterraines en les enregistrant dans une base de données spécifique qui comprend un volet cartographique.

La base de données cavités EMS / BRGM compte 517 sites et indices ponctuels. En 2016, dix (10) nouveaux indices ont été saisis (Tableau 1)

Communes	Réseau de galeries dont brassicoles	Ouvrages militaire (dont galeries d'écoute et contre-mines)	Cave abri (défense passive)	Désordres	Indices et divers	TOTAL
BISCHHEIM	1	4	13	1	12	31
BLAESHEIM		15			19	34
ECKBOLSHEIM	2	6	1		5	14
GEISPOLSHEIM		1				1
HOENHEIM	1	1	2		5	9
HOLTZHEIM		1		1		2
ILLKIRCH GRAFFENSTADEN	1	3			1	5
LINGOLSHEIM		1				1
MITTELHAUSBERGEN					1	1
MUNDOLSHEIM		16	5			21
NIEDERHAUSBERGEN		1	1			2
OBERHAUSBERGEN		2	1		1	4
OBERSCHAEFFOLSHEIM					1	1
REICHSTETT		3		2	1	6
SCHILTIGHEIM	25	4	10	4	64	107
SOUFFELWEYERSHEIM					4	4
STRASBOURG	35	78	78	10	69	270
VENDENHEIM					1	1
WOLFISHEIM		2			1	3
TOTAL	65	138	111	18	185	517

Tableau 1 : Décompte des sites et indices enregistrés dans la base de données du BRGM au 1^{er} janvier 2017

Sur l'année 2016, ont été saisis en base de données ;

- 9 indices et divers ;
- 1 ouvrage militaire de type abri-tranchée.

La répartition géographique de ces saisies est la suivante :

- 4 concernent la ville de Schiltigheim ;
- 3 concernent la ville de Strasbourg ;
- 1 concerne la ville de Bischheim ;
- 1 concerne la ville de Hœnheim ;
- 1 concerne la ville d'Oberschaeffolsheim.

Parmi ces nouveaux indices, seul l'ouvrage militaire (HO010) a fait l'objet d'une digitalisation de contour en base de données géographiques.

2.2. DIAGNOSTICS DE RESEAUX SOUTERRAINS CONNUS ET RAPPORTS D'INSPECTION

Le programme prévoit également le contrôle périodique de certains ouvrages souterrains connus ou devant faire l'objet de travaux. Dans ce cas, les visites font office de suivi, ce qui permet d'apprécier toute évolution défavorable entre deux visites (arrivées massives de loess, altération de la maçonnerie, fissurations...), notamment sur des points sensibles déjà soulignés lors des diagnostics précédents. Dans la plupart des cas, l'engagement de travaux d'urgence n'est pas justifié par le diagnostic. En revanche, des recommandations sont formulées pour réaliser les travaux nécessaires à la pérennisation et à la sécurisation des sites à plus ou moins long terme, suivant les enjeux.

Des visites de contrôle sont effectuées chaque année sur les sites connus. Un programme prévisionnel des visites à réaliser sur l'exercice 2016 a été validé lors du COPIL (COMité de PILotage) en date du 23 juin 2016.

Au total, 13 diagnostics étaient prévus sur l'année 2016, le Tableau 2 présente, pour rappel, le programme prévisionnel validé lors du COPIL.

A l'exception de la galerie technique d'Illkirch (ILL005) (non visitable pour cause d'amiante) et du Parking Jean Macé (ST173) dépourvu d'accès, l'ensemble des sites en priorité 1 a fait l'objet d'une inspection sur le programme 2016.

Seule une des deux galeries du réseau de la Rue Lothaire (ST009) a pu être inspectée par moyen robotique, la seconde partie n'ayant pas été rendue accessible par le syndic de copropriété de l'immeuble.

Pour des raisons de praticité d'accès, le site en priorité 2 Fort Desaix (MU001) n'a pas été visité et a été remplacé par les réseaux de galerie de la rue de Dachstein (SC002) et du parking des Malteries (SC032) à Schiltigheim.

Plusieurs réseaux de galeries se situant sur des friches industrielles en cours de réhabilitation ont été inspectés de manière opportune afin de mettre à jour les connaissances suite aux travaux de réhabilitation ayant pris place sur ces anciens sites brassicoles.

Pour des raisons de plan de charge, les sites en priorités 3 n'ont pas fait l'objet d'inspection en 2016.

Le Tableau 3 présente l'ensemble des sites inspectés en 2016.

Indice	Nom du réseau	Priorité	Date dernière visite	Date prochaine visite
ILL005	GALERIE TECHNIQUE	1	05/2012	05/2016
RE001	FORT RAPP	1	07/2014	05/2016
SC003	RUE DE CHAMPAGNE	1	07/2014	07/2016
SC008	ALSIA (SUD)	1	05/2014	05/2016
SC020	FISCHER (à discuter)	1	05/2014	05/2016
ST009	RUE LOTHAIRE (inspection robotique)	1	07/2013	07/2016
ST015	DOLFI	1	07/2014	07/2016
ST173	PLACE JEAN MACE	1	JAMAIS	10/2016
MU001	FORT DESAIX OU ROON	2	10/1997	07/2016
BI012	ATELIER SNCF	3	05/2001	12/2016
RE003	BUNKER FORT RAPP	3	08/2003	12/2016
SC043	29 RUE ST CHARLES	3	12/2002	12/2016
ST179	KRAFT FOODS	3	12/2002	12/2016
TOTAL = 13				

Tableau 2 : Programme d'intervention 2016 validé lors du COPIL de juin 2016

Indice	Nom du réseau	Priorité	Date d'inspection
RE001	FORT RAPP	1	Avril 2016
SC003	RUE DE CHAMPAGNE	1	Mai 2016
SC008	ALSIA (SUD)	1	Mai 2016
ST015	DOLFI	1	Mai 2016
SC020	FISCHER	1	Septembre 2016
ST009	RUE LOTHAIRE (inspection robotique)	1	Novembre 2016
ST001	KRONENBOURG	Non Prévu	Avril 2016
SC021	ADELSHOFFEN	Non Prévu	Mai 2016
SC006	PERLE	Non Prévu	Juin 2016
SC032	PARKING MALTERIES	Non Prévu	Novembre 2016
SC002	SCI ANJOU - DACHSTEIN	Non Prévu	Décembre 2016
TOTAL = 11			

Tableau 3 : Sites inspectés en 2016

2.3. DIAGNOSTICS ET INTERVENTIONS D'URGENCE

Comme chaque année, le programme prévoit un appui technique en cas d'apparition de fontis, de découverte fortuite de cavités, de suspicion de présence de cavité pour causes de fissuration importante sur bâtiment et pour encadrer des travaux de reconnaissance, d'aménagement ou de comblement de cavités.

Au cours de l'exercice 2016, 12 appuis ont été effectués suite à la découverte d'ouvrages ou à l'apparition de désordres en surface (fontis, fissuration, affaissement...) et ont fait l'objet, sauf exception, de la rédaction de rapports, comptes-rendus d'intervention ou courriers (ou mail) comprenant, à minima, une description de l'évènement et des recommandations de sécurisation. Ces appuis concernent :

- ST269 – Rue Kuhn à Strasbourg ;
- ST270 – Rue Sébastopol à Strasbourg ;
- ST271 – Route des Romains à Strasbourg Koenigshoffen ;
- SC020 – Effondrement Route de Bischwiller à Schiltigheim devant l'ancienne brasserie Fischer ;
- SC021 – Route de Bischwiller à Schiltigheim devant l'ancienne brasserie Adelshoffen ;
- SC104 – Désordre en chaussée lié à un défaut sur le réseau d'assainissement à l'allée du Souvenir à Schiltigheim ;
- SC105 – Effondrement dans un jardin privatif rue des Vosges à Schiltigheim ;

- SC106 – Affaissement en chaussée à proximité du réseau de galeries du parking des Malteries à Schiltigheim ;
- SC107 – Affaissement à proximité des galeries souterraines de l'ancienne brasserie Adelshoffen à Schiltigheim ;
- OH001 – Désordres en chaussée Rue du Général De Gaulle à Oberschaeffolsheim ;
- HO010 – Découverte d'un abri-tranchée de la Seconde Guerre Mondiale rue de l'Ecole à Hœnheim ;
- BI031 Affaissement dans un jardin privatif rue de la Bruche à Bischheim.

L'ensemble de ces interventions est décrit plus en détail au §3.

3. Récapitulatif par commune des interventions menées en 2016

Ce chapitre reprend l'ensemble des conclusions sur l'état des réseaux visités et des recommandations faites par le BRGM à l'issue des visites pour diagnostic. Il s'agit pour partie d'extraits des rapports d'interventions auxquels il convient de se référer pour plus de détails.

3.1. INTERVENTION SUR LA COMMUNE DE BISCHHEIM

3.1.1. BI031 – Rue de la Bruche (courrier (L16ALS028))

Le BRGM est intervenu le 24 novembre 2016, à la demande du Service de l'Environnement et de la Transition Energétique, rue de la Bruche à Bischheim suite à la déclaration d'un affaissement dans la cour du n°4, rue de la Bruche.

L'occurrence de cet évènement a été rapportée au Service Environnement de l'EMS par le Service Aménagement Espace Public qui réalisait des travaux rue de la Bruche. La propriétaire du 4, rue de la Bruche a indiqué avoir « rebouché » la zone affaissée à l'aide de 20 à 30 seaux de terre au mois de septembre 2016. Le Service Assainissement a indiqué que les réseaux d'assainissement publics ne sont pas responsables de ce désordre.

Le premier désordre étant situé à proximité immédiate d'un puits dont l'état de conservation est inconnu, il est probable qu'un défaut de maçonnerie du puits ait entraîné une migration des terrains vers le puits. Une inspection de ce puits devra être réalisée de manière à valider ou infirmer cette hypothèse.

De plus, il semblerait, d'après les plans de la maison qui ont pu être consultés lors de la visite de terrain qu'un réseau privé d'évacuation des eaux (pluies / assainissement) circule également à proximité de la zone affaissée. Une inspection de ces réseaux privés est également recommandée par le BRGM pour s'assurer de leur intégrité.

Dans le cas où les inspections des réseaux d'eau et du puits ne révéleraient pas de désordres, il pourra être nécessaire de réaliser des investigations plus poussées pour déterminer la cause de ce tassement, notamment éliminer ou valider la présence de cavités souterraines sur ce secteur.

L'aspect très localisé du second désordre, indiqué lors de la visite, laisse à penser qu'un tassement localisé des remblais de la terrasse est en cours. Les précipitations importantes du printemps peuvent être à l'origine de ce phénomène. Un comblement du vide conjugué à un tassement adapté des matériaux de remblais peut être réalisé.

Dans l'état des connaissances actuelles, le BRGM conclut sur 2 phénomènes indépendants. Néanmoins, le résultat des inspections à réaliser et une éventuelle reprise des mouvements de terrains sont à communiquer au Service Environnement et Transition Energétique de l'EMS.

Dans l'attente des résultats des investigations recommandées, le BRGM a préconisé de ne pas circuler au droit des zones affaissées. Un périmètre de sécurité (accès interdit) d'environ 1 mètre autour des zones affaissées permettra d'éviter d'éventuelles blessures en cas de reprise subite des mouvements de terrain.

3.2. INTERVENTION SUR LA COMMUNE DE HOENHEIM

3.2.1. HO010 – Rue de l'Ecole (BRGM/RP-66262-FR)

La découverte d'un abri tranchée (Illustration 4), lors de travaux de construction, rue de l'école à Hœnheim, a été rapportée au Service Environnement et Transition Energétique de l'EMS, en date du 13 septembre 2016. Aucun indice n'était répertorié sur ce secteur dans la base de données cavités EMS / BRGM. Un nouvel indice a été créé, il s'agit de l'indice HO010.



Illustration 4 : Abri-tranchée excavé rue de l'Ecole à Hoenheim

Compte tenu de l'usage prévu des terrains au droit de l'abri-tranchée tel que précisé par la mairie de Hœnheim, à savoir :

- Cour de récréation ;
- Installation d'un préau ;
- Aucun poids lourds de prévu sur le secteur une fois les travaux achevés.

Le BRGM a recommandé, dans l'état des connaissances suite à l'inspection :

DE MANIERE GENERALE :

- De prévoir une restriction d'accès aux véhicules de + 7,5 Tonnes sur l'emprise de l'ouvrage souterrain, y compris pendant les travaux.
- De faire procéder à une expertise de l'ouvrage par un ingénieur structure dans le cas où un changement d'utilisation de la cour, pouvant entraîner des contraintes sur la structure sous-jacente, serait décidé.

IMMEDIATEMENT (suite à l'inspection) :

- Procéder à une remise en état du pilier fracturé au sud de la galerie occidentale ;
- L'ouvrage allant être recouvert d'environ 1 mètre de remblais, il est impératif de combler les cheminées d'aération afin d'éviter la migration des remblais dans l'ouvrage. Une telle migration des remblais pourrait entraîner l'apparition d'effondrement en surface ;

- Revoir la maçonnerie sur les portions de piédroits abîmées par le passage des réseaux afin de limiter l'effet de drainage que ces maçonneries abîmées présentent ;
- L'avis d'un ingénieur structure, préalablement à la mise en place du remblai sera nécessaire pour s'assurer que la mise en place d'un mètre de remblais au droit de la galerie ne remet pas en cause sa stabilité à long terme ;
- Equiper d'un fissuromètre de type jauge Saugnac la fissure située en voûte dans le couloir d'accès. Le relevé de cette jauge pourra être effectué dans le cadre de visite de contrôle ultérieure. Un premier levé devra être effectué par l'opérateur qui installera la jauge ;

A MOYEN TERME (semaines suivant l'inspection) :

- L'aménagement d'un nouvel accès via le mur observé à l'extrémité Nord de la galerie orientale. Cet accès devra permettre de réaliser des visites de contrôle. L'objectif de ces visites de contrôle, dans un premier temps, sera de réaliser les relevés des fissuromètres afin de qualifier les contraintes existantes sur la structure. Il devra être verrouillé et permettre une aération du réseau.

3.3. INTERVENTION SUR LA COMMUNE DE OBERSCHAEFFOLSHEIM

3.3.1. OH001 – Rue du Général De Gaulle (Mail du 30 juin 2016)

Suite à la réalisation des travaux de voirie lors de l'été 2015, des zones de tassements sont apparues sur la chaussée au mois de décembre 2015. Des essais de pénétration au pénétromètre ont été réalisés au mois de janvier 2016 pour vérifier la qualité des remblais mis en place. Ces essais ont montré que les remblais étaient de bonne qualité. Lors de ces essais, des arrivées d'eau ont été observées à 80 cm de profondeur. Suite à ces observations, le service de l'Eau a réalisé des tests de fuites sur le réseau AEP qui ont démontré l'absence de fuite. Une inspection caméra a été réalisée sur le réseau d'assainissement en domaine public, aucune fuite n'a pu être repérée sur le réseau principal. Les branchements privés qui se branchent sur l'assainissement ne présentaient, à priori, aucun défaut. L'ensemble de ces conclusions ont été apportées par le SDEA (Syndicat Des Eaux et de l'Assainissement).

En avril 2016, 2 affaissements supplémentaires ont été observés sur la même rue. Ces zones ont été nettoyées à l'aide d'une aspireuse. Aucun vide franc n'a été découvert et aucune arrivée d'eau n'a été identifiée.

Suite à la sollicitation du BRGM, par le service Environnement et Transition Energétique de l'EMS, une visite de terrain a été réalisée le 09 juin 2016, rue du Général de Gaulle à Oberschaeffolsheim.

Lors de l'inspection, le phénomène semblait être stabilisé. Les zones de tassements ont toutes été identifiées à proximité immédiate du réseau d'assainissement. L'inspection caméra a été réalisée uniquement sur le secteur public. Le BRGM a recommandé une vérification des réseaux d'évacuation d'eau privés (eaux pluviales et eaux usées) ; un test d'injection pourra être réalisé en ce sens.

Lors de travaux réalisés au printemps 2016, sur un secteur différent de la rue du Général De Gaulle, des vides ont été repérés par les ouvriers lors de travaux de branchement du réseau AEP en plusieurs endroits. Ces vides (dimensions non précisées dans les éléments fournis), observés à proximité des branchements AEP privés, ont été repérés en plusieurs endroits de la rue du Général De Gaulle. Aucun désordre n'était observé en surface à ces endroits. Ces

zones de vides, situées à proximité d'habitations sont vraisemblablement liées à d'anciens raccordements (gaz ou eau potable). Leur présence étant non systématique, un levé géoradar, assorti de sondage de validation devrait permettre de localiser la présence de ces zones de vide ; il conviendra de les combler à l'aide d'un coulis sable-ciment présentant des caractéristiques similaires aux terrains en place afin d'éviter toute création de vides nouveaux par apparition d'une surface de ruissellement à l'interface des terrains naturels et des terrains de remblais.

3.4. INTERVENTIONS SUR LA COMMUNE DE REICHSTETT

3.4.1. RE001 – Fort Rapp ou Moltke (BRGM/RP-65830-FR)

Le BRGM et l'EMS sont intervenus, dans le cadre des opérations de suivi des galeries souterraines de l'EMS, le 7 avril 2016 afin de réaliser une inspection des 8 galeries de contremines du Fort Rapp à Reichstett.

Compte tenu des enjeux en surface (22 propriétés privées, 4 rues et une avenue), le BRGM recommande de combler les galeries de contre-mine d'ici 5 à 10 ans. Afin d'orienter les travaux, les galeries ont été hiérarchisées selon leur état, de la moins stable à la plus stable.

Les évolutions observées, notamment au sein de la galerie GV, entraîne une mise à jour de la priorisation de traitement des galeries établie en 2014 à savoir : GVI – GV – GVIII – GVII – GIII nord – GIV nord – GIII-sud – GIV-sud – GII – GI.

La cheminée CH1-1 pourrait faire l'objet d'une réhabilitation, surtout si la galerie GI est amenée à être conservée à long terme comme cela a été proposé par la DRAC. L'ouverture de la cheminée devra toutefois minimiser l'infiltration des eaux de pluies et de ruissellement.

La réhabilitation d'une cheminée d'aération au droit du secteur nord de GIII permettrait d'assurer une meilleure ventilation de la galerie. Ceci aurait pour effet d'en assainir l'atmosphère et d'en assurer les visites quelques soient les conditions météorologiques.

Compte tenu du percement de la voûte par les fondations d'une piscine et de l'état général de la galerie GV, **un comblement à moyen terme (5 à 10 ans) est fortement conseillé** pour éviter une rupture de la voûte.

Compte tenu de l'état général de la galerie GVI (débouillage, fissuration) et de l'évolution défavorable qui y est observée (augmentation de l'emprise du salpêtre), de la complexité de la réhabilitation d'une cheminée, le **BRGM recommande de procéder au comblement de la galerie GVI à court terme (2 à 5 ans)**.

Un confortement (éclayage) devrait être installé au niveau de la cheminée localisée au droit du n°38 route de Lorraine (CH7-1). Cet aménagement permettrait aux agents de poursuivre les observations au-delà du tas de remblais en toute sécurité, la configuration actuelle présentant un risque de rester bloquer derrière en cas de débouillage soudain de la cheminée. Dans l'idéal cet éclayage serait accompagné d'une réouverture et d'une sécurisation de la cheminée afin d'améliorer la ventilation des galeries et ralentir le processus d'altération par le salpêtre. La partie distale de la galerie comporte de nombreux terriers d'animaux, creusées à même le loess, dont il est nécessaire de suivre l'évolution.

Concernant les arrivées d'eau en GVIII, nous recommandons au propriétaire du n°42, rue de Lorraine de vérifier ses installations d'eau afin de stopper les infiltrations constatées depuis

CH8-1. Ces infiltrations sont permanentes depuis 2013 et pourraient à terme conduire à une aggravation de l'état de conservation de la galerie GVIII.

En dehors des galeries de contremines, des opérations de mise en sécurité sont à prévoir au niveau des anciennes poudrières. En effet, les voûtes de ces poudrières sont pour certaines désolidarisées des montants et menacent ruines.

De plus, des indices de « fréquentation » (déchets, marchepied installé pour entrer et sortir du fort) laissent penser que des personnes (enfants ?) entrent et sortent dans les galeries de contremines. Pour éviter le risque d'accident et le dérangement des repères installés par le BRGM (bâches plastiques, traçages dans le loess), il convient de maintenir fermé de façon plus efficace les ouvertures permettant de pénétrer dans la ceinture intérieure du fort et d'informer sur les risques encourus (présence de gaz type CO, CO₂, déboufrage des cheminées, effondrement des voûtes des poudrières...).

Le mercredi 14/12/2016, un incident sur le réseau d'eau potable de la rue de Lorraine à Reichstett a été signalé au service Environnement et Transition Energétique de l'Eurométropole de Strasbourg (EMS).

Cet incident prenant place à une quarantaine de mètres des galeries de contre-mines du Fort Rapp, une mesure de restriction de circulation a été proposée par l'EMS dans l'attente d'une inspection des galeries du Fort Rapp.

Dans la matinée du 19/12/2016, le BRGM et l'EMS se sont rendus au Fort Rapp, les galeries de contres mines G1 à G5 ont fait l'objet d'une inspection visuelle. Aucune arrivée de terrains naturels au sein des galeries de contre mines du Fort Rapp n'ayant été observée, le BRGM a préconisé l'arrêt des restrictions de circulation sur la rue de Lorraine.

A ce jour, la fréquence de visite des galeries du Fort Rapp est annuelle. Compte tenu de l'évolution lente du réseau, la fréquence de visite peut être revue à la baisse. La prochaine visite des réseaux de galeries du Fort Rapp pourra prendre place en 2018.

3.5. INTERVENTION SUR LA COMMUNE DE SCHILTIGHEIM

3.5.1. SC002 – SCI Anjou – rue de Dachstein (BRGM/RP-66497-FR)

Le BRGM et l'EMS ont réalisé une inspection des galeries souterraines situées au 2a, 2b rue de Dachstein en date du 4, décembre 2016. (Illustration 5)

De manière générale, aucune évolution défavorable de l'état de conservation des galeries souterraines du réseau SC002 n'est à déplorer entre les visites de juillet 2014 et décembre 2016.

Globalement, le taux d'humidité dans l'air est important ce qui se traduit par une forte condensation au droit des piliers bétonnés qui assurent les fondations des infrastructures sus-jacentes. Cette humidité est moins marquée à proximité des cheminées d'aération en état de fonctionner (Galeries G1a, G1b et Est de la galerie G8).

Les arrivées de sédiments se poursuivent au droit des galeries G1 et G2. De nouvelles infiltrations ont été détectées au droit de la galerie G15.

Les vides à l'extrados des parois de la galerie G14 constituent toujours la zone la plus dangereuse de ce réseau de galeries souterraines.

Suite à l'inspection du mois de décembre 2016, le BRGM a recommandé :

- La réalisation d'un contrôle des réseaux d'eau privés (assainissement / eau pluviale des parkings et bâtiments) à la recherche de défauts pouvant expliquer les infiltrations récurrentes au droit des galeries G1 et G2 et nouvelles au droit de la galerie G15. Les pistes suivantes énoncées lors de l'inspection BRGM de 2008 restent valables :
 - Défaut de drainage du parking aérien de la copropriété ;
 - Défaut d'un ou plusieurs puisards au niveau des parkings souterrains ;
 - Défaut sur les conduites d'évacuation des eaux usées de la copropriété.
- Pour assurer une meilleure ventilation permettant une meilleure conservation des maçonneries, les cheminées suivantes devraient faire l'objet de réhabilitation :
 - CH2-1, CH5-1, CH11-1, CH13-1 et CH15-1

La remise en état de ces cheminées permettra également de diminuer le risque de débouillage de ces cheminées.

- L'état de corrosion du tuyau d'alimentation de la pompe de relevage et de ses fixations doit être amélioré pour ne pas risquer des arrivées d'eau massives dans la galerie suite à une éventuelle rupture ;
- Pour assurer une meilleure ventilation, la porte d'accès à la galerie pourrait également être munie d'une grille d'aération ;
- Suite aux opérations de dépollution des galeries G16 et G17, il apparaît que des traces d'hydrocarbures sont toujours présentes au sol de ces galeries. Une seconde phase de travaux de dépollution doit être envisagée.

La prochaine inspection pourra être programmée en 2018 ou 2019.



Illustration 5 : Photographie d'une galerie souterraine du réseau de la rue de Dachstein (SC002)

3.5.2. SC003 – Rue de Champagne (BRGM/RP-65952-FR)

Le BRGM et l'EMS sont intervenus, dans le cadre des opérations de suivi des galeries souterraines de l'EMS, les 10 et 11 mai 2016 afin de réaliser une inspection des galeries situées rue de Champagne à Schiltigheim.

De manière générale, l'état des structures n'a pas évolué depuis juillet 2014. Les mesures réalisées sur les différents bombements n'ont pas montré d'évolution. Néanmoins, l'installation de canne de convergence sur les zones de bombement situées au droit de bâtiments pourrait permettre l'obtention de données plus précises.

Le taux d'humidité important dans la quasi-totalité du réseau ne permet pas une conservation optimale des réseaux de galeries. Pour améliorer la ventilation du réseau, le BRGM a identifié un certain nombre de cheminées d'aération qui devraient faire l'objet d'une réhabilitation.

Suite à l'inspection de mai 2016, le BRGM a émis les recommandations suivantes :

A réaliser dans les semaines suivant l'inspection :

- Galerie G13 : ouverture d'accès vers la galerie G18 + mise en place IPN confortement et traitement anticorrosion sur les piédroits métalliques.
- Galerie G14 : ouverture d'une grille d'aération sur la porte de l'escalier d'accès au 10, rue de Champagne.
- Galerie G22 : cheminée CH22b à réhabiliter pour des raisons de sécurité (risque de débouillage avec remontée de vide).
- Galerie G34 : étanchéifier la cheminée CH34a siège d'infiltration d'eau (avec aération) et réhabilitation CH34d.
- Galerie G47 : remplacement de la trappe CH47a pour limiter les risques de chute. Mise en place d'une aération lors du remplacement.

A réaliser dans les mois suivant l'inspection :

- Galerie G9 : installation d'un fissuromètre sur la fissure de la paroi Est.
- Galerie G12 : test d'écoulement si le débouché de la cheminée est encore visible en surface.
- Galeries G15a et G15b : ouverture de 2 cheminées TR15a et CH15d.
- Salle G16b : sondage dans la trappe située dans les vouîtains de béton pour valider la présence ou l'absence de vides au-dessus des vouîtains de béton.
- Galeries G17 à G19 : réouverture des cheminées CH17a (non prioritaire) et CH19a.
- Galerie G27 : installation d'une canne de convergence au droit de la zone de bombement identifiée.
- Galerie G29 : ouverture accès vers la galerie G15 et enlèvement des étais oxydés.
- Galerie G30 : installation de fissuromètre sur la paroi ouest.
- Galerie G32 et/ou G33 : installation d'une canne de convergence au droit de la zone de bombement identifiée.
- Galerie G35 : fissuromètre à mettre en place sur le linteau et réouverture de l'accès vers la galerie G44.
- Galerie G40 : réhabilitation de la cheminée CH40a.
- Galerie G43 : réhabilitation de la cheminée CH43a.

3.5.3. SC006 – Perle (BRGM/RP-66160-FR)

Le BRGM est intervenu à trois reprises en Mai 2016 sur le chantier de l'ancienne brasserie Perle, 54, route de Bischwiller à la demande du Service Environnement et Transition Energétique de l'EMS suite à la découverte de galeries souterraines lors de la réhabilitation de l'ancienne friche industrielle.

Il apparaît que la majorité des galeries souterraines du site ont été détruites lors de la première phase de travaux (décaissement - Illustration 6), seule une partie des cuves et des salles situées à la limite avec la rue Perle, à l'extrémité sud-ouest du chantier seront conservées. Par ailleurs, le bunker et les cuves situées à l'ouest seront conservés non comblés. L'état moyen de ce secteur nécessite un suivi du BRGM, ainsi un accès devra être conservé, ou mis en place de manière spécifique afin de pouvoir accéder à cet ouvrage pour un suivi régulier ou dans le cas où un désordre apparaîtrait en surface.



Illustration 6 : Reliquat des galeries souterraines de l'ancienne brasserie Perle après travaux de décaissement lors des travaux de réhabilitation

Compte tenu du risque résiduel inhérent à la présence de galeries souterraines partiellement comblées, à proximité de futurs logements et bâtiments accueillant du public, et dans l'état actuel des connaissances, le BRGM avait, via l'envoi de mails, suite aux différentes visites de terrain, établi un certain nombre de recommandations :

- De procéder à des sondages horizontaux au travers des tas de remblais et des terrains naturels constituant le talus devant les cuves et les galeries. Dans le cas où des vides seraient découverts au-delà il appartient au maître d'ouvrage de réaliser un comblement dans les règles de l'art, avec des matériaux adaptés.
- De mettre en place des géotextiles sur les remblais afin d'empêcher les eaux pluviales de raviner ces derniers et de créer des vides résiduels au sein des sections comblées.
- Il est rappelé qu'un arrêté de circulation pour les véhicules de plus de 10 tonnes réglemente l'accès à la rue Perle, il doit être maintenu.
- Le BRGM attire l'attention sur le fait que la persistance des infiltrations d'eau au niveau du bunker pourrait conduire à son remplissage. Le cas échéant, l'augmentation de la pression hydrostatique au sein de l'ouvrage pourrait entraîner une surpression appliquée aux remblais et aux murs de complements. Ces murs devront donc être dimensionnés de manière à pouvoir résister à ce cas de figure.
- Au regard du risque que représente la présence d'un niveau -3 non comblé et ennoyé à l'aplomb duquel deux niveaux seraient remblayés, le BRGM recommande de réaliser un sondage de reconnaissance. En effet, la dalle à l'interface des niveaux -2 et -3 n'est pas dimensionnée pour soutenir le poids du comblement des deux niveaux sus-jacents. En cas de rupture de celle-ci l'impact en surface serait conséquent et certain au vu du

recouvrement (<8m). Le forage pourra être réalisé au droit de la grande salle du niveau -2 située elle-même sous la salle du niveau -1. Il prendrait la forme, depuis la surface, d'un forage d'un diamètre >10 cm pour permettre la descente d'une caméra laser 3D afin d'imager l'emprise du dit niveau.

- Dans le cas où le couloir d'accès au bunker serait muré, il est recommandé de maintenir un accès à cette partie du réseau. Cet accès permettrait au BRGM de réaliser des inspections régulières et de contrôler les galeries en cas d'apparition de désordres en surface. Compte tenu de la configuration du site, la réouverture de la trappe du bunker semble être la solution la plus appropriée, elle permettrait également de mettre en sécurité le conduit et d'assurer la ventilation nécessaire à la préservation de ce site. Pour cela, la pose d'un regard et d'une buse béton est conseillée. Ces travaux sont compatibles avec le projet de parking pour véhicule léger prévu à cet emplacement. Le débouché de la cheminée en surface a été estimé.

3.5.4. SC008 – ALSIA (BRGM/RP-65889-FR)

Le BRGM et l'EMS sont intervenus, dans le cadre des opérations de suivi des galeries souterraines de l'EMS, le 10 mai 2016 afin de réaliser une inspection des galeries située sur le site de la société Alsia à Schiltigheim. (Illustration 7)

Le site ALSIA, identifié par l'indice SC008, est composé de deux réseaux souterrains non communiquant. Le plus petit au sud, inspecté en 2016, fait partie des sites dont la surveillance est classée en priorité 1. Le plus grand au nord n'est pas considéré en priorité 1 dans la liste d'action Eurométropole-BRGM en raison de son état de conservation satisfaisant, et n'a donc pas fait l'objet d'une inspection en 2016. Ces ouvrages brassicoles ont été abandonnés à la cessation de l'activité de brasserie, mais le site est encore exploité en surface par la société ALSIA.

L'état général du réseau sud d'ALSIA (SC008) est plutôt bon. Les maçonneries sont dans l'ensemble saines, sans pathologies liées au salpêtre, et sans désordres structurels majeurs (fracturation, bombements importants, déchaussement des briques).



Illustration 7 : Photographie d'une galerie du réseau de galeries souterraines Alsia SC008

Une attention toute particulière est portée sur des arrivées massives de loëss au sein de la galerie G3 depuis un désordre situé sur le mur ouest. Ces dépôts de sédiments interviennent de manière chronique en liaison avec les événements pluvieux. Les terrains supportant les ateliers d'ALSIA subissent un soutirage et se déposent dans les galeries. Initialement limitées à la galerie G3, les arrivées boueuses s'étendent aujourd'hui aux galeries G4, G7 et G1. Bien qu'aucune arrivée massive de loëss n'ait été détectée depuis 2010 (marquages 2010, 2012, 2013 et 2014 intacts), le BRGM avait déjà estimé à l'époque qu'un volume de sédiment supérieur à 50 m³ s'est, *a minima*, déposé dans le réseau sud. Des vides d'un volume équivalent se sont donc formés entre la voûte et la surface. Ces vides peuvent migrer vers la surface. Un effondrement n'est pas à exclure ; il impacterait alors les ateliers de la société ALSIA et potentiellement les propriétés limitrophes.

La tendance à l'assèchement des terrains déposés depuis 2010 est bien visible dans les galeries G7 et G1 où les loëss présentent des fentes de dessiccation. Dans la galerie G3, les limons sont toujours très mous, le manque d'aération des galeries ne favorisant pas leur assèchement. La galerie G6 sujette à des infiltrations d'eau au niveau des cheminées d'aération présente toujours un taux d'humidité dans l'air important. Néanmoins, les traces d'infiltrations observées lors des visites précédentes étaient sèches lors de la visite de mai 2016. Des zones de condensation ont été observées sur les parois de la salle G6. Au pied de ces zones de condensation, des flaques d'eau ont été observées. L'humidité de l'air conduit à l'apparition de zones d'altération préférentielle du crépi et du béton et à l'oxydation des ferrallages et des parties métalliques présentes en voûte.

Compte tenu des enjeux situés en surface, (atelier industriel en activité), et dans l'état des connaissances acquises lors de l'inspection de mai 2016, le BRGM a recommandé de réaliser :

Immédiatement suite à l'inspection :

- De procéder à la réfection des gouttières fuyardes sur le site qui contribuent à l'infiltration d'eau dans les terrains et au contrôle généralisé des réseaux d'évacuation des eaux pluviales sur le site ALSIA.
- D'assurer le branchement des réseaux d'évacuation des eaux pluviales, situés dans le périmètre du réseau sud, avec le réseau d'assainissement situé rue de Bischwiller, conformément à la décision convenue entre la ville et la société ALSIA.
- De remettre en état le bitume sous « l'Algeco » installé à côté de l'atelier qui a été décapé et dont le creux peut constituer une zone d'infiltration préférentielle.
- De rechercher les vides, créés par le départ massif de sédiments vers les galeries G3 et G4 (40 à 50 m³), par sondages ou méthodes géophysiques et procéder à leur comblement.

Dans les mois suivants l'inspection :

- De mettre en place des fissuromètres instrumentant la fissure F1 et la fissure du boyau nord depuis la salle G2.
- De procéder à la mise en sécurité des structures métalliques oxydées le long de la voûte de la galerie G6. Ces structures représentent un danger en cas de chute, et plusieurs fixations sont déjà détachées. Un traitement anticorrosion pourra à cette occasion être appliqué sur le béton de cette salle afin de ralentir les dégradations des

piédroits et de la voûte. Cette salle présente, de par sa hauteur, et en cas d'instabilité en profondeur, un risque élevé en surface.

3.5.5. SC009 – Ungemach (BRGM/RP-66426-FR)

Le réseau de cavités souterraines SC009 (Ungemach - Est de la Route de Bischwiller) a été inspecté afin de déterminer si les galeries ont pu servir de zones d'arrivée des terrains effondrés découverts au mois d'août 2016 route de Bischwiller à Schiltigheim (Cf. §3.5.6).

L'inspection du 06 septembre 2016 avait pour objectif de localiser des éventuelles arrivées de sédiments pouvant provenir de la zone effondrée découverte le 29 août 2016. Lors de l'inspection des parties accessibles du réseau SC009, aucune arrivée de sédiments n'a été observée. Les 2 secteurs qui ont pu être inspectés sont dans un état de conservation bon à très bon.

3.5.6. SC020 – Fischer (BRGM/RP-66426-FR) et (BRGM/RP-66221-FR)

Le BRGM est intervenu le 29 août 2016 devant l'ancienne brasserie Fischer, route de Bischwiller à Schiltigheim, suite à l'apparition d'un effondrement au droit du trottoir. Le pavage de la bande piétonne a cédé au passage d'une piétonne qui a été blessée dans sa chute. Suite à la découverte de cet effondrement, des études complémentaires ont été réalisées afin d'appréhender les dimensions totales de la zone de vides à combler, et de localiser la zone d'arrivée des sédiments et d'éventuels secteurs fragilisés au droit de la route de Bischwiller. Une part des investigations complémentaires à réaliser consistait notamment en une inspection des galeries souterraines de l'ancienne brasserie Fischer (SC020).

Le réseau SC020 est le théâtre d'arrivées diffuses de loess sur la quasi-totalité de son emprise. Ces dépôts de terrain peuvent être mis en relation avec l'apparition des vides sous la chaussée même s'il apparaît peu probable que l'intégralité des terrains lessivés ne se soit déposée dans les galeries souterraines de ce réseau.

Suite à l'inspection du réseau de galerie souterraine de l'ancien site Fischer (SC020), le BRGM a recommandé :

- Un confortement ou un remplacement des poutres acier de la galerie G4 ;
- La mise en place, au niveau du tampon Est de la galerie G11, *a minima*, d'un suivi régulier (2 fois par an sauf indice de mouvements de terrain observé en surface) des contraintes (plot de plâtre), voire la mise en place d'un étayage, ou des opérations de comblement de la galerie.
- Compte tenu de l'état de conservation des galeries souterraines d'origine brassicole, le BRGM recommande que soit réalisé dans le cadre des travaux de réhabilitation de la friche industrielle Fischer, un comblement total de ces galeries.
- Dans le cas où le comblement des galeries ne serait pas concomitant à la réhabilitation de la friche en surface, le BRGM recommande de reprendre le tympan Ouest de la galerie G11 afin de stopper de manière définitive la migration des sédiments via cette zone de fragilité.

Une campagne d'acquisition géophysique (Illustration 8) ainsi que des sondages ont également été réalisées suite à la découverte de cet effondrement.



Illustration 8 : Microgravimètre utilisé lors des campagnes d'acquisition géophysique route de Bischwiller

La campagne de géophysique (microgravimétrie et géoradar) réalisée courant septembre 2016 a permis de mettre en avant des zones d'anomalies sous le trottoir et la chaussée de la route de Bischwiller. Les anomalies gravimétriques négatives décelées ne peuvent être interprétées de manière univoque, sans informations complémentaires fournies par d'autres méthodes géophysiques et/ou des données de sondages mécaniques. Elles peuvent correspondre :

- à des variations latérales de densités au sein des terrains, liées à leur nature et à leur lithologie, à leur degré d'altération ou à leur degré de compaction ;
- à des cavités vides, ennoyées, ou partiellement remblayées ;
- à des variations d'épaisseurs de remblais peu denses sur un substrat plus dense.

Pour lever les ambiguïtés d'interprétation, le BRGM a préconisé la réalisation de 10 sondages de contrôle jusqu'à une profondeur atteignant 7 mètres, permettant ainsi de traverser la couche de loess. Ces forages ont été réalisés le 22 septembre 2016. (Illustration 9)



Illustration 9 : Opération de forage suite aux investigations géophysiques réalisées route de Bischwiller à Schiltigheim

Suite aux différentes investigations géologiques/géophysiques, des opérations de décaissement, conjuguées à des interventions sur les réseaux d'assainissement publics et privés ont permis un comblement de la zone effondrée. Dans le cadre de ces travaux, le BRGM a recommandé la mise en place de terrains reprenant les caractéristiques géotechniques des terrains en place.

L'approche utilisée pour qualifier la présence de zone de fragilité autour de la zone effondrée de la route de Bischwiller pourrait être mise en place dans le cadre de travaux de prévention du risque sur des secteurs identifiés comme susceptibles à ce type de phénomènes et présentant des enjeux importants.

Suite au signalement, par la Ville de Schiltigheim le 25/11/2016, de l'apparition d'un nouveau phénomène d'affaissement Route de Bischwiller au droit du comblement de la zone effondrée en août 2016, le BRGM et le Service Environnement et Transition Énergétique de l'Eurométropole de Strasbourg se sont rendus sur place dans la matinée du 30/11/2016.

Il apparait qu'un affaissement d'ampleur centimétrique affecte le secteur pavé au droit de la zone effondrée en août 2016. Lors de la visite sur site, la zone affectée était matérialisée par un barriérage qui protège la partie piétonne du trottoir. Suite à cette visite, le BRGM a émis 3 hypothèses sur l'origine de cet affaissement :

- 1- Un tassement différentiel, dû à un défaut de compactage des matériaux de comblement de la zone effondrée et excavée entraîne l'apparition d'une zone de tassement sur le secteur pavé de la chaussée mais potentiellement sur l'ensemble de l'emprise des terrains remblayés ;
- 2- Une reprise des mouvements de terrains vers la galerie G11 du réseau de galeries souterraines de l'ancienne brasserie Fischer (remblais possiblement poussés vers la galerie G11 après les travaux de comblement d'octobre 2016) qui serait matérialisée par des arrivées de sédiments au niveau du tympan Est de la galerie G11 au niveau duquel des repères ont été implantés lors de la dernière inspection (plot de plâtre + marquage à la peinture). La zone affectée par l'affaissement serait dans ce cas-là susceptible de s'étendre soudainement ;
- 3- La continuité de l'évènement d'août 2016, la zone d'arrivée des sédiments n'étant toujours pas identifiée avec certitude.

Suite à la visite du 29/11/2016, le BRGM a recommandé :

- 1- Le maintien de la fermeture du trottoir, mais également, l'élargissement de la zone de restriction d'usage à la piste cyclable ;
- 2- Une inspection de la galerie souterraine G11 avec prise de photographie pour comparaison des marquages depuis la dernière inspection (16 septembre).

L'inspection préconisée par le BRGM a eu lieu en date du 9/12/2016. Durant cette inspection, des arrivées de terrains sous forme boueuse ont été observées au niveau du tympan Ouest de la galerie G11, par lequel les terrains étaient arrivés lors de l'effondrement de 2014. Le volume de terrain fraîchement déposé dans la galerie est faible et peut correspondre en termes de volume au volume de l'affaissement observé en surface.

Les arrivées de terrain au sein de la galerie souterraine ne sont pas faites via le tampon abîmé mais ont eu lieu à l'interface entre le tampon Ouest et la paroi Sud de la galerie G11. Cela peut signifier que des poussées importantes ont lieu en arrière du tampon Ouest qui serait colmaté par les terrains de remblai. L'hypothèse de poussées importantes en arrière du tampon peut être validée par le décrochement de 2 briques entre les deux inspections de 2016.

Sur la base des observations réalisées lors de l'inspection de la galerie G11 par le BRGM et l'EMS le 09/12/2016, le BRGM a recommandé :

- **Le maintien des restrictions de circulations émises le 01/12/2016 ;**
- La possible réalisation de travaux de confortement au droit du tympan Ouest de la galerie G11 doit être étudiée. Le tympan Ouest représente un point de fragilité récurrent qui est susceptible de céder et d'entraîner l'apparition en surface d'un désordre soudain et important.
- La réalisation d'une nouvelle inspection début janvier 2017 pour statuer sur le régime de ces arrivées de terrains (liés aux travaux de comblement ou reprise des mouvements ayant entraîné l'effondrement d'août 2016 et potentiellement le développement de nouvelles zones de vide) ;

Suite à cette seconde inspection qui sera réalisée en janvier 2017, les recommandations émises par le BRGM pourront être réévaluées.

3.5.7. SC021 – Adelshoffen (Compte Rendu d'intervention du 25/01/2016 et (L16ALS010))

En date du 21 janvier, une galerie souterraine a été découverte sur un chantier à proximité du 87, route de Bischwiller à Schiltigheim. La galerie présente une longueur de 20 mètres par 5 mètres de large et 3,5 mètres de hauteur. Après consultations des informations disponibles en base de données, il apparaît que cette galerie correspond à une partie non comblée de l'ancien réseau de la brasserie Adelshoffen dont la majeure partie a été comblée lors de la construction de l'immeuble Millenium en 2008-2009.

La galerie souterraine a pu être inspectée en date du 19 mai 2016.

L'état général du secteur non réhabilité de la galerie est actuellement bon, certainement grâce au renouvellement de l'air qui s'est fait durant la période où deux « aérations » étaient en place.

Ces aérations étant désormais fermées, le BRGM conseille d'ouvrir, en complément de la cheminée d'ores et déjà réhabilitée un second point de circulation d'air. Cela peut, par exemple, se faire via l'ouverture d'une grille sur la porte d'accès à la galerie, ou bien par l'équipement d'une trappe en rehausse du tampon situé à l'aplomb de l'accès à la galerie.

Une attention toute particulière devra être portée aux terrains situés à l'arrière du bâtiment du 87, route de Bischwiller au droit duquel, courre la galerie dont l'état de conservation est inconnu. Toute dépression dans les terrains naturels devra être rapportée au Service Environnement et Transition Energétique de l'EMS.

3.5.8. SC032 – Parking des Malteries (BRGM/RP-66359-FR)

Le BRGM et l'EMS sont intervenus, dans le cadre des opérations de suivi des galeries souterraines de l'EMS, le 4 novembre 2016 afin de réaliser une inspection des galeries situées au droit du parking des Malteries, rue St Charles à Schiltigheim.

D'une manière générale, le réseau SC032 ne présente pas de signe évolutif significatif depuis les inspections de 2014 (réseau Est) et 2015 (réseau Ouest).

Recommandations d'études complémentaires

Galerie G29

La réalisation d'une campagne de sondage de reconnaissance avec enregistrement des paramètres de foration permettrait de valider la présence de vide sous la chaussée et éventuellement de statuer sur le taux de comblement de la galerie.

Recommandations de travaux sur la structure des galeries souterraines

Salle S2

Remplacement du linteau de porte manquant entre la salle S2 et la galerie G10

Galerie G23

Ouverture d'un accès permettant d'inspecter cette galerie dans des conditions de sécurité acceptables.

Recommandations de réhabilitation des cheminées d'aération

Le BRGM a recommandé des travaux de réhabilitation sur les cheminées suivantes :

CH3-1, CH4-1, **CH5-1 (prioritaire)**, CH6-1, CH11-1, **CH20-5 (prioritaire)**, CH22-1, CH24-1, CH25-2, **CH25-3 (prioritaire)**.

Recommandations d'installation d'appareils de suivi de l'évolution des galeries souterraines

Galerie G3

Pour un suivi précis de l'évolution de l'affaissement de voûte repéré sur la moitié nord de la galerie G3, le BRGM a recommandé l'installation d'une canne de convergence

Lors de l'inspection des galeries, une zone d'affaissement a été observée sur la rue St Charles, à proximité immédiate des galeries souterraines. La zone affaissée s'étend sur environ 1,5 à 2 mètres de long pour environ 1 mètre de large. L'amplitude de l'affaissement est pluri centimétrique (2-3 cm). La zone affaissée correspond à la portion de chaussée impactée par le train de roue des camions. Lors de la visite de terrain, plusieurs camions ont roulé sur la zone affaissée. Lors de ces passages les marchandises transportées par les poids lourds « sautaient » dans les remorques (au son que faisaient les camions lors de leur passage sur la zone affaissée). Aucune galerie souterraine connue ne traverse ou circule sous la chaussée. La galerie G20 se situe à quelques mètres au sud de l'affaissement. Concernant cet affaissement, le BRGM a recommandé, via un e-mail envoyé le 7 novembre 2016 :

- 1- **Une limitation de vitesse à 30 Km/h** à proximité de la zone affaissée afin de limiter les vibrations induites par la circulation, notamment des poids lourds (la pose d'un panneau expliquant l'origine de la limitation de vitesse est conseillée pour s'assurer que les poids lourds respectent cette limitation) ;
- 2- **Une inspection vidéo des deux réseaux d'eau circulant à proximité est à réaliser dans les plus brefs délais** (jours suivant l'inspection). Cette inspection devra valider l'existence ou l'absence de défaut dans les conduits pouvant entraîner un lessivage des loëss dans le réseau ou dans un vide présent à proximité;
- 3- **Un sondage de reconnaissance devra être réalisé au sein de la zone effondrée pour valider la présence de vide ou de terrain décompactés** (mission de type G5 – Diagnostic géotechnique selon la norme NFP 94-500) dès que possible. En cas de découverte d'une galerie souterraine, le forage sera à reprendre pour permettre la réalisation d'une inspection caméra ;
- 4- La zone d'affaissement a été matérialisée à l'aide d'un tracé reprenant la plus large emprise des fissures affectant la chaussée. **Un suivi visuel de la zone affaissée sera à réaliser de manière quotidienne sur la première semaine afin de qualifier la cinétique de l'affaissement (rapide ou lente). Dans le cas où aucune évolution ne serait notée les premiers jours, le suivi pourra devenir hebdomadaire.**

3.5.9. SC105 – Rue des Vosges (L16ALS022)

Le BRGM et l'EMS se sont rendus au 13, rue des Vosges à Schiltigheim, suite à l'apparition d'un effondrement dans un jardin privé. Une première visite de reconnaissance a été réalisée le 20 septembre 2016. Une seconde visite, afin de réaliser une inspection vidéoscopique de l'effondrement, a ensuite eu lieu en date du 30 septembre 2016.

Aucun indice de cavités souterraines n'étant présent à proximité de cet événement, un nouvel indice a été créé, il s'agit du SC105.

L'effondrement est apparu début septembre 2016. Des buissons étaient présents au droit de la zone effondrée, ils ont été arrachés quelques jours avant la survenue de l'effondrement. L'effondrement se situe au contact d'un garage (mur béton). Les désordres observés sont les suivants :

- Une zone effondrée de 1,5 X 0,5 mètre, le long du garage ;
- La zone effondrée présente des mesures de profondeur (mesurées au lasermètre) pouvant aller jusqu'à 1,80 mètre ;
- Une zone affaissée se développe perpendiculairement à l'axe de la zone effondrée sur environ 2 mètres ;
- La présence de briques a été observée « en voûte » de la zone effondrée.

La visite du garage (sol en terre battue) et du sous-sol de la maison n'a laissé apercevoir ni désordres pouvant être reliés à une cavité souterraine, ni indice de présence d'un niveau souterrain. Néanmoins, l'encombrement important du garage n'a pas permis une observation complète.

Des incohérences concernant l'évacuation des eaux de pluies et des eaux usées de la maison ont été observées durant la visite, laissant à penser que le raccordement de l'habitation à l'assainissement collectif n'est pas réalisé dans les règles de l'art. La machine à laver, installée au sous-sol rejette les eaux sales dans un regard implanté dans le sol de la cave, sans présence d'une pompe de relevage. Des arrivées d'eau usées ont été observées dans un regard situé sur la terrasse nord de l'habitation.

Lors de l'inspection vidéoscopique, des briques ont été observées dans la zone effondrée et sur les parois, cependant, **aucune structure maçonnée n'a été identifiée**. Aucune trace d'humidité n'a été observée au sein de la cavité. Aucun indice de canalisation n'a pu être recensé.

L'apparition de ce vide, quelques jours après le déracinement des buissons n'est pas dû au hasard. Le déracinement des végétaux et l'enlèvement des racines ont pu créer des zones de petits vides au sein des terrains. Ces zones de vide ont permis aux eaux de pluie de s'infiltrer à cet endroit de façon préférentielle. Cette eau a entraîné les fines du sous-sol vers un point d'arrivée aujourd'hui inconnu, ce qui a créé un vide plus important puis un effondrement de la zone.

Aucun réseau d'eau (AEP, claire ou usée) n'a été identifié à proximité immédiate de la zone effondrée. Aucun indice d'ouvrage souterrain (type galerie brassicole ou cave abri) n'a été observé lors des deux visites réalisées sur place ; leur existence dans la zone n'est cependant pas à écarter.

Le vide observé peut avoir 3 origines :

- De manière indirecte, les terrains ont été drainés par un réseau d'eau situé à proximité ;
- La présence d'un ouvrage souterrain à faible profondeur de type cave-abri ;
- La présence d'un ouvrage souterrain de type galerie brassicole ne peut être exclue.

Suite aux 2 visites de terrains, et dans l'état des connaissances acquises suite à ces investigations, le BRGM a recommandé :

IMMEDIATEMENT POUR LES PROPRIETAIRES

- La mise en place d'une restriction d'accès à la partie Est du jardin. Cette zone pourra être matérialisée à l'aide d'une rubalise implantée à 1 mètre de la zone effondrée. En cas de modification de la géométrie de la zone effondrée, l'emprise de ce périmètre pourra être réévaluée. Les jeunes enfants habitant sur place pourront faire l'objet d'une surveillance accrue;
- La plaque mise en place sur la zone effondrée devra demeurer afin de limiter les infiltrations d'eau et les risques de chute dans la zone effondrée ;

A COURT TERME POUR LES PROPRIETAIRES (semaines suivant la seconde inspection)

- La réalisation d'un à deux forages de reconnaissance par le propriétaire de la parcelle, afin de qualifier la présence de vide en sous-sol. Cette opération est à réaliser par un bureau d'étude selon la norme géotechnique NF P 94-500 type G1 ES qui pourra évoluer vers une G2 AVP en cas de découverte de vide francs ;
- Le raccordement de la maison à l'assainissement collectif est à réaliser afin d'éviter des infiltrations d'eau dans les terrains naturels à proximité de la maison.

3.5.10. SC107 – Ancienne Brasserie Adelshoffen (Mail du 22 décembre 2016)

Le BRGM et l'EMS se sont rendus, le mardi 20 décembre 2016 sur le site de l'ancienne brasserie Adelshoffen au 89, route de Bischwiller à Schiltigheim suite à la déclaration, par la DEPN, d'un affaissement situé à proximité d'une galerie souterraine, suspectée non comblée. Un nouvel indice a été créé en base de données. Il s'agit de l'indice SC107.

Lors de l'inspection de terrain, une zone d'affaissement située autour d'un espace vert et d'un parking vélo a été observée. La zone affaissée présente une longueur d'une dizaine de mètre et une largeur d'environ 5 m. L'amplitude de l'affaissement est décimétrique sur la zone d'affaissement maximum.

D'après les informations fournies par la Direction des Espaces Publics et Naturels de l'Eurométropole de Strasbourg, les réseaux d'assainissement et AEP sont hors de cause (des tests ont été réalisés).

Compte tenu des connaissances actuelles :

- Une galerie souterraine de l'ancienne brasserie Adelshoffen circule à proximité de la zone affaissée ;
- Aucune information n'est disponible quand à un éventuel comblement de la galerie. De fait la galerie est considérée comme non comblée ;
- Les réseaux d'eau seraient hors de cause ;

Il est probable que l'affaissement observé en surface puisse être mis en relation avec un phénomène de soutirage des limons lœssiques vers la galerie souterraine non comblée, ou avec un effondrement de galerie souterraine (débouillage de cheminée).

Compte tenu de ces hypothèses et sur la base des observations réalisées le 20 décembre, le BRGM a recommandé :

IMMEDIATEMENT :

- Mise en place d'un périmètre de restriction d'accès de 2 mètres autour du traçage de la zone affaissée ;
- Interdiction de stationnement à 10 mètres de la zone affaissée ;

- Interdiction de circuler au véhicule de +3.5 tonnes au droit des zones de restrictions de circulation.

DES QUE POSSIBLE :

- Réalisation de 2 à 3 sondages de reconnaissances au droit de la zone affaissée afin de :
 - o Confirmer la présence d'une galerie souterraine au droit de la zone affaissée ;
 - o Qualifier le taux de comblement de l'éventuelle galerie souterraine. Dans le cas où une zone de vide franc serait découverte, une reprise du forage dans un diamètre permettant la réalisation d'une inspection vidéo sera à réaliser ;
 - o Qualifier la qualité des matériaux de comblement de la galerie souterraine ;

Les sondages devront traverser l'ensemble de la couche de lœss jusque rencontrer les sables et graviers présents en dessous des lœss soit une profondeur comprise entre 6 et 8 mètres.

Dans le cas où une zone de vide franc serait découverte, la réalisation de forage de reconnaissance complémentaire dans l'axe de la galerie (vers le sud) pourront être réalisés afin de qualifier le comblement sur l'ensemble du linéaire de la galerie.

3.6. INTERVENTION SUR LA COMMUNE DE STRASBOURG

3.6.1. ST001 – Kronembourg (BRGM/RP-65853-FR)

Le BRGM et l'EMS sont intervenus, à la demande de l'aménageur de l'ancienne friche industrielle Kronembourg dans le cadre de la réhabilitation de la friche, une inspection des galeries souterraines non comblées durant les travaux a été réalisée le 18 avril 2016.

Une partie du réseau de galeries souterraines de l'ancienne brasserie Kronembourg, située dans le quartier Cronembourg à Strasbourg, s'étend hors de la zone réaménagée, sur la parcelle où se situe la Villa Hatt (du nom d'une ancienne famille de brasseur). Les souterrains présents au droit de cette parcelle étaient utilisés par la brasserie Kronembourg comme hall d'exposition et musée, et donc aménagés en tant qu'ERP (Etablissement Recevant du Public). L'accès à la galerie se réalise par un escalier, un ascenseur était également en service du temps de l'utilisation des réseaux souterrains en tant que musée.

Le désordre principal se situe au niveau du mur entre G1 et G5/G6, le bombement et la fracturation du mur indiquent une surcharge localisée. Ce point nécessitera une attention particulière, la fissure pouvant faire l'objet de l'installation d'un fissuromètre de type jauge Saugnac qui serait relevé lors de chaque inspection.

Les galeries sont sèches et aucune trace d'infiltration d'eau, de suintement de lœss ou de concrétions carbonatées n'a été décelée.

Le renouvellement d'air dans le réseau est assuré par l'ouverture de 4 cheminées d'aération, dont 3 sont situées au droit de la partie non comblée (la 4^{ème} pourrait être située en zone comblée et donc ne plus être en état de fonctionnement). Les bonnes conditions de ventilations empêchent l'accumulation de gouttelettes de condensation dégradant encore plus le crépi et les joints de maçonneries, le développement de salpêtre et favorisent ainsi le bon maintien des voûtes et des piédroits.

Au regard des constatations effectuées et dans l'état actuel des connaissances, le BRGM a recommandé, suite à l'inspection, à l'aménageur :

- **De conserver un accès au réseau de galerie** permettant d'effectuer des visites de contrôles régulières / ou en cas de désordres apparaissant en surface. Cet accès pourra être mis en place sous la forme d'un trou d'homme avec fermeture par un tampon d'assainissement ;
- De veiller à la conservation des cheminées en surface et à leur ouverture. La ventilation est primordiale pour ralentir l'altération naturelle des galeries et garantir la bonne tenue de l'ouvrage ;
- De limiter le poids des véhicules en surface au droit du réseau de galerie, notamment si ces derniers sont sources de vibrations continues ;
- Le **BRGM n'est pas compétent** pour estimer les **impacts que la destruction de la super-structure** pourrait avoir sur la tenue des galeries souterraines. L'avis d'un bureau d'étude « structure » pourrait être demandé si le maître d'œuvre l'estime nécessaire.
- Le BRGM déconseille la plantation d'arbres au droit de la galerie. En effet, **de manière générale**, le système racinaire des arbres, en se développant, est susceptible de venir endommager la voûte des galeries souterraines. De plus la présence des racines crée des zones préférentielles d'infiltrations d'eau qui peuvent entraîner une déstabilisation des loëss présents en surface.

3.6.2. ST009 – Rue Lothaire (BRGM/RP-66449-FR)

Le réseau de galeries souterraines ST009 – rue Lothaire est constitué de deux galeries parallèles d'environ 80 mètres de longueur (G1 – inspection robotique le 25/11/2016 et G2 non visitée pour cause de non autorisation d'accès le jour de l'inspection) ainsi que de deux glacières (coupole A reliée à la galerie G2 et la coupole B inspectée le 29/11/2016). Les deux galeries ne sont plus communicantes suite à l'occurrence d'effondrements au sein des couloirs de jonction antérieurement à la découverte, en 1995, de la première galerie.

Pour des raisons de sécurité (taux de comblement important / une seule sortie existante), l'inspection de la galerie G1 n'est pas recommandée. Il a donc été décidé de procéder à une inspection robotisée de la galerie G1 (Illustration 10). Cette inspection robotique a été réalisée dans le cadre du programme liant le BRGM et l'EMS dans le cadre de « l'évolution des outils de prévention et de gestion des risques liés aux cavités souterraines sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg ».



Illustration 10 : Outil robotique utilisé dans le cadre de l'inspection de la galerie G1 du réseau de la rue Lothaire (ST009)

De manière générale, la galerie G1 est comblée sur les $\frac{3}{4}$ de sa hauteur. L'espace restant entre le sommet des remblais et la voûte est compris entre 50 et 70 centimètres. Lors de l'inspection robotique du 25 novembre 2016, il a été observé que, de manière générale, les joints entre les briques, notamment au droit de la voûte de la galerie, étaient en mauvais état de conservation. Le défaut de joint entre les briques facilite l'infiltration des terrains loessiques sus-jacents dans les galeries, pouvant entraîner l'apparition de zone de vide entre les galeries souterraines et la surface. Plusieurs cheminées sont le siège de débousses (arrivées de terrains naturels) importants. Les galeries de communications entre les galeries G1 et G2 sont comblées et ne permettent pas de circuler entre les deux galeries.

L'état général de la coupole B, située au Sud-Est du réseau, mais non accessible via les galeries G1 et G2 est moyen. Compte tenu de l'absence d'enjeux en surface, le risque présenté par cette galerie est estimé faible. Cette estimation serait à revoir en cas d'installation d'enjeux particuliers en surface.

Suite aux inspections des 25 et 29 novembre 2016, le BRGM, a recommandé, selon l'état des connaissances acquises lors des inspections :

Concernant la galerie G1 :

- L'installation d'un fissuromètre sur le linteau situé à mi-distance de la galerie G1 pour qualifier les contraintes subies par le linteau et plus précisément leur impact sur la fissuration ;
- Un étaillage de ce linteau pourrait être mis en place de part et d'autre du pilier central sans pour autant restreindre les conditions d'accès au secteur méridional de la galerie G1 ;

La mise en place de ces 2 actions est soumise à une possibilité de réalisation dans des conditions de sécurité acceptables pour l'opérateur.

- Des recherches dans les archives de la copropriété afin de trouver traces d'opérations importantes de remblaiement dont les volumes pourraient correspondre au volume de terrain présent dans les galeries ;
- Dans le cas où nulles traces d'opération de comblement ne seraient découvertes, la réalisation rapide d'une campagne d'investigation géophysique (microgravimétrie / géoradar / sondage) afin de valider la présence ou l'absence de zones de vide au droit des bâtiments 3 à 11, rue Lothaire.

Concernant la coupole B :

Concernant les recommandations de mise en sécurité de la coupole B, deux cas de figure peuvent être envisagés :

1- Aucune implantation d'enjeux en surface :

Dans le cas de figure où la parcelle du 92, route des Romains serait laissé en l'état, mais tenue inaccessible (conservation des clôtures actuelles), le BRGM recommanderait :

- La sécurisation des différentes ouvertures (cheminée et accès par escalier) afin d'éviter toute intrusions dans la coupole et de limiter les infiltrations d'eau pluviales qui pourraient entraîner des mouvements de terrains vers les galeries G1 et G2 sous-jacentes ;

- L'aménagement d'un système de ventilation via les ouvertures actuelles ou la création de nouvelles.

3.6.3. ST015 – Dolfi (BRGM/RP-65894-FR)

Le réseau de galerie DOLFI, inspecté par le BRGM et l'EMS le 11 mai 2016 et enregistré sous l'indice ST015 dans la banque de donnée EMS-BRGM, présente un état de conservation satisfaisant.

L'humidité persistante dans les galeries, signalée dans le rapport de 2014, est toujours présente, bien que certains secteurs s'assèchent progressivement (Salle G1B, galerie G5A).

Le fort taux d'humidité du réseau résulte d'une ventilation insuffisante, seules deux aérations ont été aménagées (la cheminée CH5-3 et une aération au niveau de l'escalier de la salle G1B).

Les racines affectant la voûte et certaines cheminées de la salle G1B se développent de manière importante depuis la dernière visite. Elles proviennent des jardins sus-jacents et pourraient à terme occasionner des désordres sur les parements de cette salle. Leur évolution sera à surveiller lors de la prochaine inspection.

Les infiltrations d'eau dans les cheminées CH2-1 et CH4-1 n'ont pas évolué, le marquage a été refait au droit de CH2-1. Les cheminées CH3-1 et CH4-3 sont quant à elles le siège d'arrivées d'eau claire pour CH3-1 et de dépôts de limons pour CH4-3. Le soutirage de terrain arrivant dans CH4-3 depuis 2013, peut engendrer la création de vides à l'aplomb de la galerie. Ces vides peuvent migrer vers la surface et provoquer un affaissement ou un effondrement. Il n'est pas à exclure que des désordres surviennent à court terme (semaine ou mois à venir) si des travaux ne sont pas engagés.

Des marquages complémentaires ont été réalisés pour vérifier qu'aucune arrivée de sédiments n'ait lieu, en particulier dans les galeries G3 et G4, les plus affectée par les infiltrations d'eau.

Compte tenu des enjeux en surface (12 propriétés privées, 2 rues et chaussées) et selon les connaissances acquises lors de l'inspection de mai 2016, le BRGM a recommandé :

Immédiatement suite à la visite :

- De procéder à la réparation des réseaux d'évacuation des eaux pluviales et des canalisations fuyardes responsables des arrivées d'eau en souterrain. Ces réparations concernent l'évacuation d'eau dans la cour du n°4 du chemin du Marais Saint Gall, la dalle constituant l'obturation de la cheminée CH3-1 située dans la cour du n°8 rue du Narion, et l'évacuation des eaux pluviales dans cette même cour affectant CH4-1.
- De profiter de ces travaux pour réhabiliter et mettre en sécurité les cheminées incriminées par des arrivées d'eaux dans les galeries (CH2-1 ; CH3-1 ; CH4-1).

Dans les mois suivants la visite :

- De réaliser un sondage depuis la cour du n°4 du chemin du Marais Saint-Gall pour définir l'état de comblement de la salle G1B. Ce sondage mesurera la compacité des terrains, il sera complété par une inspection vidéoscopique. Pour cela le diamètre de foration devra répondre aux exigences techniques du

passage d'une caméra. Cette inspection permettra de guider d'éventuels travaux de confortement.

- De localiser en surface le débouché de la cheminée CH4-3, siège de nouvelles arrivées d'eau depuis 2013.
- D'ouvrir les cheminées à l'ouest de G8A (CH8-3 et CH8-4). La réouverture de ces ouvrages permettrait d'une part de les mettre en sécurité en supprimant le risque de débouillage soudain, et d'autre part d'améliorer la ventilation du réseau en garantissant un bon tirage d'air. Des exemples de réhabilitation de cheminées sont présentés en annexe 2 de ce rapport. La méthode la plus simple consiste en l'installation d'une trappe en rehausse permettant à l'air de circuler tout en empêchant les infiltrations d'eau météoriques. Deux cheminées ont été identifiées pour être préférentiellement ré-ouvertes, il s'agit de CH8-3 et de CH8-4, leurs débouchés ont été localisés en surface en 2014.

3.6.4. ST269 – Rue Kuhn (Compte rendu d'intervention du 22/01/2016)

En date du 21/01/2016, une galerie a été découverte lors de travaux de pose d'un réseau d'eau au croisement entre la rue Kuhn et de la rue Thiergarten sur le ban communal de Strasbourg.

Aucune information concernant la présence de cavités souterraines n'étant connue à cet emplacement dans la base de données cavités BRGM / EMS, un nouvel indice a été créé, il s'agit de l'indice ST269.

Les dimensions de l'ouverture ne permettant pas une visite directe, une inspection robotique de la cavité a été réalisée le 21/01/2016 par la société CAMEXPLO.

La galerie rencontrée ne peut pas, de par ses dimensions étriquées avoir servi d'abri durant la Seconde Guerre Mondiale. Il s'agit certainement là d'un reliquat des anciens systèmes d'évacuation des eaux usées de la vieille ville de Strasbourg. Ce genre d'ouvrage a par le passé, déjà été rencontré dans la vieille ville de Strasbourg. Plusieurs de ces ouvrages sont répertoriés en base de données cavités EMS / BRGM.

Compte tenu de la faible importance des vides rencontrés, le BRGM préconise un comblement de la galerie à l'aide de matériaux adaptés (sable-béton autocompactant). Une estimation du volume peut-être réalisée à l'aide des dimensions appréhendées lors de l'inspection robotique. Il est de l'ordre de 10 m³.

Lors des opérations de comblement, une attention toute particulière devra être portée aux volumes injectés. Dans le cas où les volumes injectés seraient nettement supérieurs aux volumes attendus, cela pourra signifier que les vides sont plus étendus que ce que les premières estimations ont laissé présager. Des investigations complémentaires seront alors à mener.

3.6.5. ST270 – Rue Sébastopol (Compte rendu d'intervention du 22/01/2016)

En date du 06/11/2015, une tête de puits et un conduit attenant ont été découverts lors de travaux liés à la gestion des espaces verts en face du 14, rue Sébastopol sur le ban communal de Strasbourg.

Aucune information concernant la présence de cavités souterraines n'étant connue à cet emplacement dans la base de données cavités BRGM / EMS, un nouvel indice a été créé, il s'agit de l'indice ST270.

Les dimensions de l'ouverture ne permettant pas une visite directe, une inspection robotique de la cavité a été réalisée le 21/01/2016 par la société CAMEXPLO.

L'inspection caméra a permis de valider que le conduit attenant et le puits sont comblés.

La proximité de la nappe phréatique et les inconnus qui entourent la nature et la qualité des remblais se trouvant dans le corps du puits empêchent la réalisation d'un comblement du puits par injection depuis la surface de béton (ou coulis) auto-compactant.

Ce puits a été comblé au mois de septembre 2016.

3.6.6. ST271 – 80, Route des Romains (Mail du 24/03/2016)

Le BRGM est intervenu le jeudi 24 mars 2016, suite au signalement de désordres dans la cour du bâtiment sis au 80, route des Romains, par l'EMS lors d'une inspection relative à la salubrité des logements situés à cette adresse. Aucun indice n'étant enregistré au droit des désordres découverts, un nouvel indice – ST271 - a été créé.

Les observations réalisées lors de la visite du 24 mars 2016 au 80, route des Romains semblent indiquer qu'un réseau de galeries souterraines, jusque-là inconnu peut-être présent au droit du 80, route des romains et des immeubles adjacents. D'après les indices recensés sur place, l'emprise de ce réseau est pluri-parcellaire et concerne des secteurs à enjeux importants (immeubles d'habitation, parking, commerces).

Les observations réalisées lors de la visite du 24 mars 2016 ne permettent pas de statuer sur l'état de comblement et/ou de conservation de ce réseau présumé.

Suite à cette inspection de terrain, le BRGM a recommandé :

- **De vérifier les réseaux d'assainissement et d'eau potable** du 80, route des Romains ainsi que la continuité hydraulique entre les installations d'eaux usées du bâtiment et le réseau public. Toute fuite pourrait engendrer des désordres supplémentaires, en raison du potentiel de liquéfaction élevé du substrat loessique.
- De procéder **dès que possible à la mise en sécurité des 2 cheminées** observées dans la cour du 80, Route des Romains. La sécurisation de ces désordres devra limiter au maximum les infiltrations d'eaux pluviales, et permettre la circulation en toute sécurité des véhicules se rendant dans les garages situés au fond de la cour.
- Une enquête auprès des riverains, notamment les plus âgés pouvant être dépositaires d'informations anciennes, devra être menée en parallèle. Le BRGM recommande également au service de l'Environnement et de la Transition Energétique de l'Eurométropole de mener une recherche dans les Archives de l'Eurométropole et/ou départementales pour trouver une éventuelle mention d'un réseau brassicole à cette adresse.
- Plusieurs fissures ayant été observées sur les bâtiments ne disposant pas de fondations (garages) ; **l'installation de fissuromètres permettrait de caractériser la cinétique des mouvements de terrains**. Le relevé de ces fissuromètres pourrait se faire de manière mensuelle dans un premier temps par du personnel de l'Eurométropole de Strasbourg.
- Des investigations complémentaires devront être menées. Elles viseront à définir la nature et la géométrie des vides en profondeur et à confirmer l'existence d'un réseau brassicole de grande ampleur au droit du 80, route des romains.

4. Programmation des actions 2017

Depuis 2007, le BRGM a mis en place une hiérarchisation des sites afin de guider les pouvoirs publics et les administrations dans leur programmation de travaux de mise en sécurité.

4.1. METHODOLOGIE

Cette hiérarchisation se fait sur la base des connaissances acquises au cours des interventions de contrôle ou d'urgence et ne concerne que les ouvrages souterrains connus de type réseau brassicole et ouvrage militaire.

L'ordre de priorité d'actions est proposé selon le résultat du croisement des critères suivants :

- 1) l'état de stabilité et de conservation des galeries
- 2) la nature des enjeux, découpée en 4 catégories :
 - a. voies publiques ou parking ;
 - b. terrains et petites habitations privés ;
 - c. établissements accueillant du public (ERP)¹ ;
 - d. copropriétés ;
- 3) La date de la dernière inspection.

L'état de stabilité de chaque site est évalué selon les observations faites en souterrain et relativisé en fonction des autres réseaux connus. L'état de la galerie peut être globalement non évolutif tout en présentant des zones de stabilité précaires observées sur des surfaces très limitées. Dans ce cas, la priorité d'action peut ne porter que sur une partie d'un réseau.

Les priorités d'actions sont classées de 1 à 3, plus une classe complémentaire non-prioritaire.

La priorité 1 correspond aux sites de stabilité mauvaise à très mauvaise dont les effondrements sont susceptibles d'affecter des enjeux importants en nombre et/ou particulièrement sensibles. Des travaux sont à programmer dans les meilleurs délais. De manière exceptionnelle, des sites dans un état moyen peuvent se voir attribuer la note 1 lorsqu'ils menacent des enjeux importants (ERP, habitations ou immeubles), les travaux sont alors fortement recommandés sans degré d'urgence.

La priorité 2 met en avant les sites de stabilité moyenne, situés sous des enjeux importants (ERP ou immeubles d'habitation). Ces sites doivent bénéficier d'un suivi fréquent et certains devront être confortés ou comblés. A partir de l'année 2016, les sites qui n'ont pas été l'objet de visite depuis plus de 5 ans et qui sont définis comme « localement fragiles » seront classés en priorité 2.

¹ Par soucis de précision, nous avons divisé les ERP en 5 catégories : commerces, entreprises – bureaux, établissement sportifs, bâtiment publics et jardins publics. Les enjeux que représentent ces 5 catégories sont définis comme importants.

Les sites de priorité 3 sont globalement en bon état mais sous des enjeux sensibles (ERP, habitations, immeubles...) à importants. Des travaux de confortement n'y sont pas nécessaires pour l'instant mais ils doivent faire l'objet d'une surveillance régulière.

Les sites non priorisés sont en bon état et les enjeux sont moyens ; aucun confortement n'est à prévoir pour l'instant, une surveillance périodique est suffisante.

Les priorités présentées ici ont pour vocation d'aider les services instructeurs de l'Etat dans leurs décisions en cas de grand nombre de demandes d'aides financières pour des travaux de mise en sécurité et de prévention des risques d'effondrement. Cette hiérarchisation ne prend pas en compte la raison sociale des propriétaires (propriétaire privé, domaine public, entreprise) des parcelles sus-jacentes.

Ce « classement » s'appuie sur des observations faites à un moment donné, toute évolution postérieure pourrait remettre en cause ce classement.

4.2. PRESENTATION DES RESULTATS

Le croisement des critères d'évaluation présentés précédemment a entraîné le classement de 9 sites en priorité 1 à fin 2016. (Tableau 4)

Sept sites étaient déjà classés en priorité 1 à fin 2015.

Le **Fort Rapp (RE001)** s'étend sous des pavillons et des rues de la ville de Reichstett, et ses maçonneries s'érodent du fait de la cristallisation de salpêtre, phénomène auquel s'ajoute la fissuration active des maçonneries des galeries périphériques situées sous des terrains privés. Si une galerie devait être conservée au titre de la sauvegarde du patrimoine historique, ce serait la GI car, à ce jour, elle présente une moindre dégradation de ses structures. Il est recommandé que les autres galeries de contre-mines soient comblées, de même que les galeries périphériques. Le fortin ne présente pas de désordre pour l'instant et pourrait être conservé en l'état. (BRGM/RP-65830-FR)

Le secteur Sud-Ouest du réseau de la **rue de Champagne (SC003)** a été classé en priorité 1 suite à la visite de juillet 2013, cette classification a été confirmée par la visite de 2016. Ce secteur s'est révélé être dans un état très mauvais à mauvais. Les structures métalliques supportant le plafond de la salle G13 présentent un état de corrosion avancé et il devient **urgent** de conforter les poteaux et poutres, voire de les remplacer. La rupture de ces structures métalliques pourrait engendrer d'importants désordres en surface, occupée par des maisons individuelles et de petites copropriétés. (BRGM/RP-65952-FR)

Le réseau Sud du site **ALSIA (SC008)** est considéré comme prioritaire car les signes d'évolution y sont particulièrement alarmants sur une partie du réseau où des quantités importantes de sédiments se déposent laissant craindre l'apparition d'un effondrement en surface. Il s'agit de la partie du réseau située sous un atelier, sous une voie passante et en limite de propriété avec une autre entreprise. Les travaux de reconnaissance et de sécurisation doivent y être considérés comme prioritaires. (BRGM/RP-65889-FR)

La galerie technique (**IL005**) est considérée comme prioritaire du fait des enjeux présents en surface sur le domaine public : un espace vert avec des jeux d'enfants et l'allée accueillent en été des animations avec des stands et estrades à l'occasion de fêtes populaires, le marché d'Illkirch est situé à cet endroit tous les samedis de l'année. Aucune inspection n'est réalisable car la présence de fibre d'amiante a été confirmée par une étude environnementale.

Le réseau DOLFI (**ST015**) a été classé en priorité 1 du fait de la forte concentration de logements à son aplomb. A l'heure actuelle il n'est pas programmé de travaux de confortement. Lors de l'inspection de 2016, des indices d'arrivées d'eau et de sédiments ont été observés. (BRGM/RP-65894-FR)

La galerie G1 du site de la **rue Lothaire (ST009)**, est affectée est susceptible de présenter des arrivées massives de sédiments pouvant laisser craindre l'apparition d'un effondrement en surface. En 2016, une inspection robotique de cette galerie a été réalisée car l'absence d'un second accès rend la visite de ce site dangereuse pour les intervenants. La galerie G2 n'a pas pu faire l'objet d'une visite. La coupole située au 92, route des Romains ne présente pas de risque particulier à l'heure actuelle. (BRGM/RP-66449-FR)

Les galeries du **secteur Est de l'ancienne brasserie Fischer (SC020)** avaient été classées en priorité 1, suite aux infiltrations constatées en mai 2014, puis à l'effondrement survenu en limite de la piste cyclable et de la RD 468 en septembre 2014. La survenue de l'effondrement d'août 2016 ainsi que la reprise des mouvements en décembre 2016 entraîne le maintien de ce site en priorité 1. (BRGM/RP-66426-FR)

Deux sites ont été classés en priorité 1 à fin 2016.

Le réseau de la **rue de Mundolsheim (SC085)** présente des zones de fragilité au droit de la limite de propriété et de la chaussée. Des zones d'infiltrations actives de loess et des défauts de structure de la voûte des galeries ont été observées lors de la dernière inspection. Pour des raisons de sécurité, l'inspection de ces galeries doit se faire à l'aide de moyens robotisés. (RP-62604-FR)

Le réseau de la **rue du Donon (ST234)** présente des zones de fragilité au niveau de 2 cheminées au droit desquelles la géométrie de remblais instables avaient évolué entre les visites de 2011 et 2013. Une altération importante de ces remblais pourrait entraîner un déboufrage de cheminée qui pourrait avoir des conséquences en surface. (BRGM/RP-63069-FR)

INDICES ET NOM DES SITES	Etat	Type d'enjeux							Priorité	
		Voie pub. / parking	ERP					Immeubles d'habitation		Hab. privée
			Commerces	Entreprises - bureaux	Etab. sportifs	Bât. public	Jardins publics			
IL005 – GALERIE TECHNIQUE	Bon à moyen	X	X					X		1
RE001 – FORT RAPP	Moyen à mauvais	X						X	X	1
SC003 – RUE DE CHAMPAGNE	Mauvais à très mauvais	X							X	1
SC008 – ALSIA RESEAU	Très mauvais			X					X	1
SC020 – BRASSERIE FISCHER SECTEUR EST	Moyen à très mauvais	X		X						1
SC085 – 52, 54, 56 RUE DE MUNDOLSHEIM	Moyen à mauvais	X						X	X	1
ST009 – ANGLES DES PETITES FERMES ET RUE LOTHAIRE	Moyen à mauvais		X					X	X	1
ST015 – DOLFI	Moyen	X						X	X	1
ST234 – RUE DE LA TOUR / RUE DU DONON	Moyen à mauvais	X						X		1

Tableau 4 : Présentation des sites classés en Priorité 1 à fin 2016

A fin 2016 ont été nouvellement classés en priorité 2 (Tableau 5) :

- BI002 – Ancienne brasserie Mohrekoepfel. Identifié comme « localement fragile » et non inspectée depuis plus de 5 ans.
- HO010 – Rue de l'Ecole. Abri-tranchée nouvellement découvert en 2016 et concernant des enjeux importants.
- SC010 – Route de Bischwiller. Identifié comme « localement fragile » et non inspectée depuis plus de 5 ans.
- SC015 – Rue Principale. Identifié comme « localement fragile » et non inspectée depuis plus de 5 ans.
- SC016 – Ecole Exen/Restaurant Coq blanc. Identifié comme « localement fragile » et non inspectée depuis plus de 5 ans.

Au total, ce sont 17 sites qui sont ainsi classés en priorité 2

INDICES ET NOM DES SITES	Etat	Type d'enjeu							Priorité	
		Voie pub. / parking	ERP					Immeubles d'habitation		Hab. privée
			Commerces	Entreprises - bureaux	Etab. sportifs	Bât. public	Jardins publics			
BI002 – MOHREKOEPFEL	Bon	X								2
HO003 – 1, 3, 5 RUE DE LA REPUBLIQUE	Bon à mauvais							X	X	2
HO010 - RUE DE L'ECOLE	Bon à moyen					X				2
MU001 - FORT DESAIX OU ROON	Bon à mauvais				X					2
SC001 – RUE DE SELESTAT	Moyen à mauvais	X							X	2
SC002 – SCI ANJOU	Mauvais								X	2
SC007 – BRASSERIE SCHUTZENBERGER	Bon à très mauvais	X		X						2
SC010 – 53 ROUTE DE BISCHWILLER	Mauvais à moyen		X	X					X	2
SC015 - 40 RUE PRINCIPALE	Moyen								X	2
SC016-023 - RESTAURANT COQ BLANC - ECOLE EXEN	Moyen à mauvais					X			X	2
SC022 - BERGEMER	Bon à mauvais	X						X	X	2
SC032 – PARKING DES MALTERIES	Moyen à très mauvais	X								2
ST007 – GALERIE DU PARC GRUBER	Bon à moyen	X	X	X				X	X	2
ST021 - 12 RUE BRULEE	Inconnu								X	2
ST127 - GALERIE TECHNIQUE RUE BOECKEL	Bon	X					X			2
ST173 – PLACE JEAN MACE	Inconnu	X								2
ST218 - GARE SNCF STRASBOURG	Inconnu	X					X			2

Tableau 5 : Présentation des sites classés en Priorité 2 à fin 2016

INDICES ET NOM DES SITES	Etat	Type d'enjeux							Priorité	
		Voie pub. / parking	ERP					Immeubles d'habitation		Hab. privée
			Commerces	Entreprises - bureaux	Etab. sportifs	Bât. public	Jardins publics			
BI012 - ATELIERS SNCF	Bon			X			X			3
BI022	Bon									3
RE003 - BUNKER FORT RAPP	Bon							X		3
SC004 - RUE D'EPERNAY	Bon à moyen								X	3
SC013 - PARKING PREVERT	Bon à moyen	X							X	3
SC021 - BRASSERIE ADELSHOFFEN	Bon à moyen				X					3
SC028 - SEBIM	Bon à moyen			X					X	3
SC043 - 29 RUE ST CHARLES	Très bon								X	3
ST011 - MAXI COOP	Bon	X	X					X		3
ST179 - KRAFT FOODS	Très bon à moyen		X							3
ST268 - RUE DES CORDONNIERS	Bon à Moyen								X	3

Tableau 6 : Présentation des sites classés en Priorité 3 à fin 2016

INDICES ET NOM DES SITES	Etat	Type d'enjeu							Priorité	
		Voie pub. / parking	ERP					Immeubles d'habitation		Hab. privée
			Commerces	Entreprises - bureaux	Etab. sportifs	Bât. public	Jardins publics			
BI001 – RUE ROBERT KIEFFER	Bon	X				X			NP	
EB003 – RESEAU DES CAVES DU MAGASIN COOP	Bon	X		X					NP	
NH001	Inconnu								NP	
SC005 – BRASSERIE HEINEKEN	Bon				X				NP	
SC009 - UNGEMACH	Bon		X	X					NP	
SC065 – QUIRI	Bon à moyen				X				NP	
SC066 – RUE EHRHART	Bon	X							NP	
SC076 – RESTAURANT L'OURS NOIR	Bon			X					NP	
SC084 – CAVES RUE DES MALTERIES	Bon	X							NP	
SC086 – PASSAGE SOUTERRAIN - 90 RTE GENERAL DE GAULLE	Bon	X		X					NP	
ST001 – BRASSERIE KRONENBOURG	Bon		X		X				NP	
ST002 – 31 ROUTE D'OBERHAUSBERGEN	Bon	X						X	NP	
ST014	Inconnu								NP	
ST025 – HOPITAL MILITAIRE	Bon	X	X	X					NP	
ST128 – LYCEE JEAN ROSTAND	Bon	X					X		NP	
ST147 – 6, 12 RUE DU SABLE	Bon	X						X	NP	
ST224	Inconnu								NP	
ST246 – CAVE 8 RUE DE LA TOUR	Bon								NP	

Tableau 7 : Présentation des sites considérés Non Prioritaires à fin 2016

4.3. LIMITES DE L'ETUDE

L'intensité d'un effondrement potentiel - fonction de la taille de la galerie et de sa profondeur - n'est pas prise en compte ici du fait de la configuration géologique homogène et du type récurrent de galeries souterraines. Cette intensité est pour l'instant considérée identique et forte sur l'ensemble de l'EMS Strasbourg.

Pour certains réseaux, pourvus de plus larges salles ou plus proches de la surface, une intensité plus élevée pourrait être prise en compte dans l'évaluation de l'aléa associé à l'ouvrage.

La vulnérabilité des enjeux n'est pas prise en compte ici, elle ne peut être étudiée qu'au cas par cas, ce qui n'est pas l'objet du programme.

Le classement par priorité d'action sur les réseaux de galeries visités est provisoire et doit être revu en fonction de tout nouvel élément, et notamment à chaque fin d'exercice. Il ne préjuge pas de l'état de stabilité des sites non visités durant l'exercice achevé. La présente liste ne dédouane nullement les propriétaires et gestionnaires des souterrains qui sont invités à se conformer aux recommandations rédigées à leur attention dans les rapports du BRGM, et ce quel que soit l'ordre de priorité attribué dans le présent rapport.

Ce classement ne remplace pas une étude/analyse des risques spécifiques pour chaque site, car il s'agit là d'une évaluation destinée à orienter les décisions pour la prévention des risques d'effondrement.

4.4. PROPOSITION DE PROGRAMME DE SUIVI 2017

Pour l'année 2017, une liste des sites à contrôler est proposée dans le tableau ci-dessous. Au total, 12 interventions seront à mener. (Tableau 8)

La galerie technique d'Illkirch (IL005) et les galeries de contremines du Fort Rapp (RE001) classifiées en priorité 1 ne sont pas au programme de suivi en 2017. La galerie technique d'Illkirch (IL005) est impraticable pour cause de contamination à l'amiante et est susceptible d'impacter des enjeux très importants en surface. Les galeries de contremines du fort Rapp (RE001) n'ayant pas montré de signe d'évolution manifeste entre les inspections de 2014 et 2016, un intervalle de 2 ans entre les inspections est proposé par le BRGM. Cette fréquence pourra être ramenée à une année en cas d'évolution défavorable des galeries constatée lors de la prochaine inspection en 2018.

Excepté les 2 réseaux ci-dessus, l'ensemble des sites en priorité 1 est au programme de 2017.

Pour compléter ce programme, 4 sites en priorité 2 ont été sélectionnés.

- Le fort Desaix ou Roon MU001 à Mundolsheim dont la dernière inspection remonte à 1997 et avait pointé des zones localement fragiles. Cette inspection se fera sous réserve de la présence de galeries de contremines et en fonction des enjeux présents en surface ;
- L'ancienne brasserie Mohrekoepfel BI002 à Bischheim se situe sur un secteur où de nombreux indices sont apparus depuis la dernière visite en 2012. La connaissance de l'état des galeries souterraines permettra une meilleure gestion des risques en cas de survenu d'effondrement sur ce secteur ;
- Le réseau de la rue Boeckel à Strasbourg n'a pas fait l'objet d'inspection depuis 2006 et présente des secteurs localement fragiles ;

- Le réseau de galeries souterraines du Parc Grüber à Strasbourg n'a pas fait l'objet d'inspection depuis 2010 et représente de par son extension (emprise + profondeur) un réseau dont les connaissances doivent être mises à jour régulièrement.

Indice	Nom du réseau	Priorité	Date dernière visite
SC003	RUE DE CHAMPAGNE	1	mai-16
SC008	ALSIA (SUD)	1	mai-16
SC020	FISCHER	1	déc-16
SC085	RUE DE MUNDOLSHEIM (inspection robotique)	1	mai-14
SC020	FISCHER	1	sept-16
ST009	RUE LOTHAIRE (inspection robotique)	1	nov-16
ST015	DOLFI	1	mai-16
ST234	RUE DU DONON	1	déc-13
BI002	BRASSERIE MOHREKOEPFEL	2	juin-12
MU001	FORT DESAIX OU ROON	2	oct-97
ST007	PARC GRUBER	2	oct-10
ST127	RUE BOECKEL	2	déc-06
TOTAL = 12			

Tableau 8 : Proposition de programme de suivi pour 2017

5. Conclusion

En 2016, le Service de l'Environnement et de la Transition Énergétique de l'EMS et le BRGM sont intervenus à 21 reprises pour réaliser des diagnostics sur réseaux souterrains et interventions d'urgence suite à l'apparition de désordres en surface.

La mise à jour de la base de données cartographique a été poursuivie avec la saisie de 10 nouveaux indices sur l'exercice 2016. Au 1^{er} janvier 2017, la base de données cavité BGRM/EMS contient 517 indices (dont 77 aux contours définis).

La hiérarchisation des sites, initiée en 2007, ainsi que la liste provisoire des sites prioritaires qui doit servir à guider les pouvoirs publics en charge de la prévention des risques, a été réexaminée suite aux travaux réalisés et aux événements qui se sont produits en 2016.

Dans le cadre d'un Programme Pluriannuel d'Investissement, l'EMS va réaliser des travaux de mise en sécurité de certains réseaux empiétant sur le domaine public. Le BRGM a, dans l'objectif de réaliser une hiérarchisation de ces sites, ébauché en 2016 une méthodologie qui sera mise en place en 2017.

6. Bibliographie

- Grabenstaetter L. (2016). Diagnostic et investigations suite à l'effondrement du 29 août 2016 – Route de Bischwiller à Schiltigheim (67) – Indice SC020.
- Grabenstaetter, L. (2016). Avis technique suite à la découverte d'un abri tranchée dans une cour d'école à Hœnheim (67) – Indice HO010.
- Grabenstaetter, L. (2016). Inspection des réseaux de galeries souterraines du Parking des Malteries – Rue St Charles à Schiltigheim (67) – Indice SC032.
- Grabenstaetter, L. (2016). Inspection du réseau de galeries souterraines situées Rue Lothaire à Strasbourg Koenigshoffen – Indice ST009.
- Grabenstaetter, L. (2016). L16ALS010. Compte-rendu de la visite de terrain du 19 mai 2016 sur la partie non comblée de l'ancien réseau de la brasserie Adelshoffen à Schiltigheim.
- Grabenstaetter, L. (2016). L16ALS022. Compte Rendu des investigations menées au 13, rue des Vosges à Schiltigheim (67).
- Grabenstaetter, L. (2016). L16ALS028. Compte-rendu de la visite de terrain du 24 novembre 2016 – Rue de la Bruche à Bischheim – BI031, 4p., 3 fig.
- Grabenstaetter, L. (2017). Inspection du réseau de galeries souterraines situé Rue du Dachstein à Schiltigheim (67) – Indice SC002 – Décembre 2017.
- Grabenstaetter, L., & Troadec, B. (2016). Compte rendu des visites de terrain : chantier de la brasserie Perle.
- Grabenstaetter, L., & Troadec, B. (2016). Réseau de galeries de la société ALSIA à Schiltigheim (SC008) – réseau sud - Visite de contrôle du 10 mai 2016.
- Grabenstaetter, L., & Troadec, B. (2016). Réseau de galeries du Fort Rapp à Reichstett – Visite de contrôle du 7 avril 2016.
- Grabenstaetter, L., & Troadec, B. (2016). Réseau de galeries souterraines DOLFI à Strasbourg-Koenigshoffen- ST015. Visite de contrôle du 12 mai 2016.
- Grabenstaetter, L., & Troadec, B. (2016). Visite du réseau de galeries souterraines – Brasserie Kronenbourg – ST001 – Visite du 18 avril 2016.
- Grabenstaetter, L., & Troadec, B. (2016). Visite du réseau de galeries souterraines situé Rue de Champagne à Schiltigheim (SC003) – Visite de Mai 2016.
- Jacob, T., Lebert, F., & et al. (2016). Investigations par microgravimétrie et géoradar sur la route de Bischwiller à Schiltigheim (67), suite à la survenue d'un effondrement sous le trottoir.
- Meire, B. (2014). Réseau de galeries du site ST234, 6 rue de la Tour – 7 rue du Donon à Strasbourg-Koenigshoffen – visite de décembre 2013.

Picot, J. (2013). Réseau de galeries aux 52, 54 et 56 rue de Mundolsheim à Schiltigheim (SC085) - Visite de contrôle du 26 juillet 2013.



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34
www.brgm.fr

**Direction régionale Grand Est
Délégation de Strasbourg**
Parc d'Activité Porte Sud – Bât H1
Rue Pont du Péage
67118 – Geispolsheim – France
Tél. : 03.88.77.48.90