

L'Inspection Générale des Carrières est un service de la Ville de Paris, en charge de la gestion des risques liés aux anciennes carrières et à la dissolution du gypse à Paris et dans les départements de petite couronne. Depuis sa création en 1777, elle a très largement contribué à la reconnaissance et à la consolidation des anciennes carrières sous la ville. Pourtant, le risque demeure toujours dans de nombreux secteurs.

Le partage des responsabilités : Le propriétaire du sol est

aussi propriétaire du sous-sol (art 552 du Code civil). C'est donc à lui qu'incombe la responsabilité de se prémunir contre les risques liés au sous-sol. Il a par ailleurs l'obligation d'informer acquéreurs et locataires des risques potentiels liés au sous-sol.

L'État est chargé de délimiter les périmètres de risques. Enfin, la Maire prend en compte les risques dans les projets d'aménagement et informe les administrés.

LES ANCIENNES CARRIÈRES ET LA DISSOLUTION ANTÉLUDIENNE À PARIS

La Ville de Paris a été le siège au cours des siècles d'une intense activité d'extraction de divers matériaux en carrière souterraine et à ciel ouvert. L'exploitation des matériaux a laissé des vides considérables dans le sous-sol parisien. Ainsi, on rencontre d'anciennes carrières de gypse dans le Nord-Est de Paris (65 ha sous minés), et d'anciennes carrières de Calcaire Grossier sous les 5^e, 6^e, 12^e, 13^e, 14^e, 15^e et 16^e arrondissements (770 ha). Ces matériaux ont été utilisés pour bâtir la ville (calcaire grossier), et pour la fabrication de plâtre (gypse) dont la région parisienne est, encore

aujourd'hui, l'un des principaux producteurs mondiaux. Par ailleurs, un phénomène naturel mais pouvant être accéléré par l'activité humaine (pompages, etc.) entraîne la dissolution par les circulations d'eau souterraines de certaines couches géologiques contenant du gypse : on parle de poches de dissolution du gypse antéludien.

La lente et inéluctable dégradation de ces cavités peut entraîner des désordres jusqu'à la surface, allant de l'affaissement des terrains à la remontée d'un fontis. Ils constituent donc un risque pour les biens et les personnes.

Les zones d'anciennes carrières et de dissolution du gypse.



EXPERTISE EN CAS D'INCIDENT

Dans le cadre de sa mission de prévention, l'IGC peut fournir une assistance en cas d'incident. Suite à des signalements de désordres, elle se rend sur place afin de constater l'incident, d'envisager les causes probables et d'émettre des recommandations de mise en sécurité. **Au cours de l'année 2018, il y a eu 55 incidents liés au sous-sol parisien sur lesquels l'IGC est intervenue.** En cas de désordre potentiellement lié au sous-sol, sur domaine privé ou public, le

service de l'Inspection générale des carrières peut fournir sans frais un diagnostic préliminaire visant à déterminer les causes possibles, et à orienter le demandeur dans ses démarches techniques.

Si un effondrement, un affaissement ou une dégradation significative d'un bâtiment est constaté, il est possible de joindre l'IGC par téléphone : 01 40 47 58 00 (24h/24 et 7j/7).

INSPECTION DES ANCIENNES GALERIES DE CARRIÈRES

L'Inspection générale des Carrières procède à des visites d'inspection régulières des anciennes galeries de carrières situées sous le domaine public et sous les ouvrages de la R.A.T.P. Ces inspections concernent surtout les anciennes exploitations de Calcaire Grossier, les anciennes carrières de gypse étant inaccessibles sous Paris. La surveillance a pour but de détecter les éventuels désordres avant qu'ils ne s'aggravent et ne portent atteinte à la sécurité publique. Les inspections permettent d'entreprendre les travaux préventifs nécessaires pour réduire au maximum les risques d'effondrement liés à la présence des anciennes carrières. **En 2018, 112 visites de surveillance ont été réalisées dans les anciennes carrières de Paris, dont 18 visites de chantiers.**

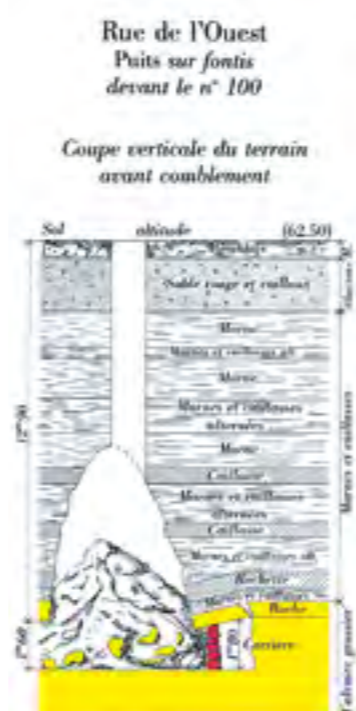
Dans le cadre d'une convention d'échanges de données avec la société du Grand Paris, L'IGC accompagne des représentants des entreprises en carrière dans les parties visitables, de nom-breuses données géologiques sont partagées et l'IGC fournit une expertise sur les consolidations existantes.

RENSEIGNEMENTS DES USAGERS ET SUIVI DE DOSSIERS

Le télé-service de demande de renseignement, accessible depuis la page www.igc.paris.fr, permet aux usagers, particuliers ou professionnels, d'obtenir facilement un document émis par l'IGC certifiant la présence d'anciennes carrières ou de risque de dissolution du gypse antéludien au droit de leur parcelle. Sur les 12 derniers mois à la date de fin juillet 2018, l'IGC a traité **26 905 demandes de renseignements** pour la commune de Paris avec un délai de réponse moyen **inférieur à 3 jours**.

Les porteurs d'un projet de construction ou les personnes désireuses d'acquiescer un bien en zone de carrière ou de risque de dissolution du gypse antéludien peuvent consulter sans rendez-vous les techniciens de l'Inspection générale des Carrières afin de se renseigner sur les risques et les éventuelles prescriptions à prendre en compte dans leur projet. En 2017, l'IGC a reçu **855 usagers** pour la seule ville de Paris.

Accueil du public :
lundi, mercredi et vendredi de 9h à 12h
au **place de la Porte de Vanves, 75014 Paris**



Ci-dessus :
coupe de terrain d'un fontis en front de masse dans le quartier Plaisance (14^e).

À gauche :
coupe de terrain sous la rue David d'Angers, près des Buttes Chaumont (19^e).

TRAVAUX EFFECTUÉS SOUS LE DOMAINE PUBLIC

L'Inspection Générale des Carrières entreprend des travaux de consolidation sous le domaine public de Paris en qualité de maître d'œuvre pour des projets d'aménagement de voirie ou pour tout autre espace public (notamment espaces verts...). Après passation de conventions, elle peut également apporter son assistance à l'État, aux collectivités locales ou à des organismes publics. Cette assistance concerne les reconnaissances de sols, le remblaiement des vides de carrières et leur consolidation, le traitement des terrains décomprimés et le comblement des vides de dissolution du gypse antéludien.

En 2018, l'Inspection Générale des Carrières a réalisé 34 chantiers de reconnaissance de sols (et un chantier de reconnaissance de sols hors Paris), 5 chantiers d'équipement de piézomètres et 9 chantiers de consolidation de sols à Paris (et 3 chantiers de consolidation de sols hors Paris).

TRAVAUX EFFECTUÉS SOUS LE DOMAINE PUBLIC

Traitement d'un fontis dans le cimetière de Bagneux (92)
En juin 2018, un fontis de 4 m de diamètre et autant de profondeur, entraînant 2 sépultures, s'est déclaré dans la division 54 du Cimetière Parisien de Bagneux. En collaboration avec l'IGC, la DEVE a lancé une action curative en urgence.

Dès l'apparition du désordre, le secteur a été balisé et protégé par la Conservation du cimetière. Afin de stabiliser les parois de la cavité et ainsi éviter l'affaissement des sépultures voisines, un comblement à la grave a rapidement été mis en œuvre par l'entreprise du Service des Cimetières.

Le secteur du cimetière de Bagneux étant sous miné, l'hypothèse de la formation d'un éboulis depuis la carrière de calcaire grossier est avancée. Malgré une visite, par la DICRE, des galeries proches du fontis, le périmètre impacté est difficilement identifiable. Par ailleurs, cette opération présente plusieurs difficultés :

- l'exiguïté de la zone de travaux et la difficulté d'accès au fontis ;
- la proximité de sépultures voisines qu'il convient de préserver ;
- enfin, la présence de monuments (stèles, cadres et semelles) et de corps non récupérables dans le fontis.

Le traitement par injection du cône d'éboulis depuis la carrière jusqu'à environ 5m de la surface est proposé. Pour permettre l'acheminement de la foreuse, les sépultures sont d'abord protégées par la mise en place de platelages. Ensuite, des sondages de reconnaissance doivent permettre de déterminer l'origine du fontis et d'éviter le déversement de coulils dans une galerie non identifiée.

Cinq forages, circonscrivant la cavité, sont donc descendus jusqu'à 20m de profondeur. Lors de cette opération, le basculement de la foreuse, au droit d'un des forages, conduit à présupposer l'existence d'une galerie à proximité. Le désordre est renfloué en sablon pour stabiliser le sol. Un forage supplémentaire est réalisé et met en évidence un vide-franc.



Apparition d'un fontis dans le cimetière parisien de Bagneux et excavation rebouchée avec de la grave avant traitement du fontis par injection

Le passage d'une caméra par l'IGC Versailles montre un carrefour de galeries semblant encercler un mur maçonné. Le dé-bourrage d'un puits comblé dans l'une des galeries est pressenti comme étant à l'origine du fontis.

Afin de restituer l'accessibilité à la zone effondrée, de prévenir d'éventuels rejets du fontis qui pourraient provoquer des affaissements récurrents, un traitement, à faible pression du terrain de-puis la carrière jusqu'au niveau des sépultures est donc réalisé.

Au total, 50m3 de coulils sont injectés de mi-septembre à fin octobre 2018.

AVIS SUR LES AUTORISATIONS D'URBANISME

Les arrêtés préfectoraux du 25 février 1977 et du 19 mars 1991 prévoient la saisine de l'IGC pour toute autorisation d'urbanisme dans les zones de risques liées aux anciennes carrières et à la dissolution du gypse antéludien. Pris en application de l'ancien article R 111-3 du Code de l'urbanisme, ces arrêtés ont aujourd'hui valeur de Plan de Prévention des Risques (PPR). En 2017, l'IGC a ainsi émis **1054 avis** sur des

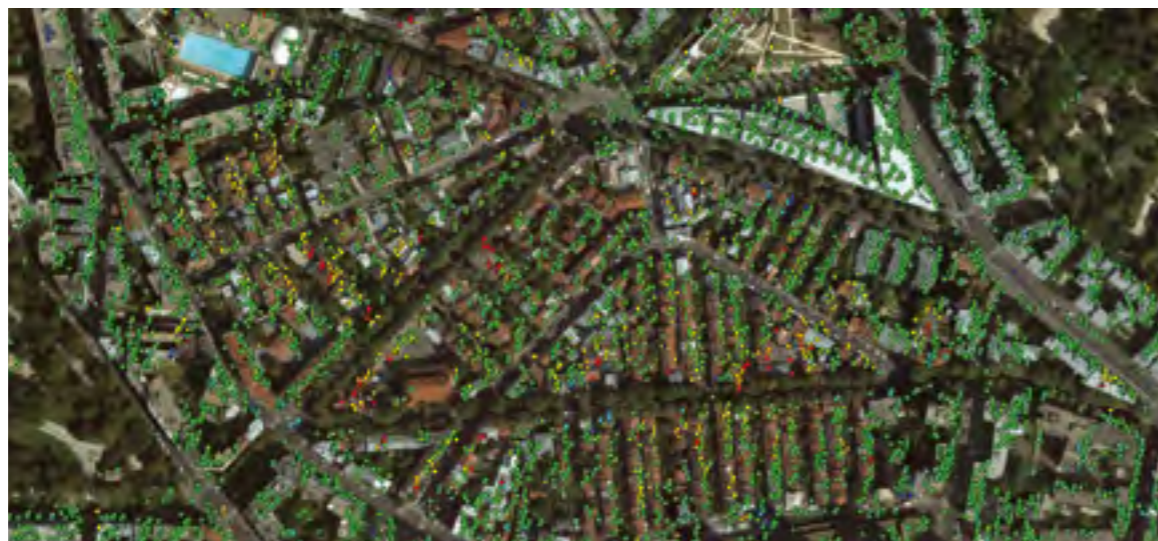
demandes d'autorisation d'urbanisme à Paris. Afin de s'assurer de la bonne mise en œuvre des travaux et de maintenir nos informations à jour, des contrôleurs réglementaires de l'IGC sont affectés au suivi des chantiers et la transmission du dossier des ouvrages exécutés est exigée à la fin des travaux. **En 2018, l'IGC a ainsi pu contrôler 53 chantiers et émis 70 récépissés de travaux en carrière pour la commune.**

TEST DE NOUVELLES TECHNOLOGIES : INTERFÉROMÉTRIE RADAR SATELLITAIRE

De par ses missions, l'IGC s'intéresse particulièrement à des solutions technologiques permettant de suivre à grande échelle et pour des coûts raisonnables l'impact des mouvements de terrains en surface, et notamment sur les bâtiments exposés à des aléas, dans une optique de compréhension de la vulnérabilité des espaces bâtis voire d'alerte en cas de mouvement important détecté.

Cela s'inscrit dans une réflexion globale sur la résilience de la ville, au sens où l'IGC et la Ville de Paris n'ont pas vocation à intervenir directement sur les bâtiments privés, mais où la connaissance de mouvements de terrain en cours sur ces bâtiments permet de mieux cibler les avis sur autorisation d'urbanisme du service le cas échéant, de mieux comprendre la dynamique voire les causes d'incidents sur lesquels notre expertise est demandée, et enfin dans certains cas bien précis peut-être même de permettre à l'IGC de prendre les devants et de contacter les propriétaires pour les prévenir et leur demander s'ils ont pu repérer des désordres sur les bâtiments concernés.

Mouvements mesurés dans le quartier des Amériques (Paris 19^e) construit sur d'anciennes carrières de gypse.



L'IGC s'est donc intéressée dès 2016 à la technologie de l'interférométrie radar satellitaire, et après un premier test de cette technologie sur le nord-est de Paris, a décidé en 2017 d'étendre l'observation haute définition à tout le territoire parisien. Cela nous permet d'étudier les mouvements de terrain sur la période 2011-2017 avec une densité de points de mesure très importante permettant de distinguer dans la majorité des cas le mouvement d'un bâtiment de celui des bâtiments voisins, avec une précision de quelques millimètres et une mesure mensuelle en moyenne pour les mouvements en question.

Les résultats confirment la présence de zones globales de mouvements de terrain liés soit à des phénomènes réglementairement suivis par l'IGC (carrières, dissolution

de gypse antéludien, etc.), soit liés à la nature des sols (remblais urbains de mauvaise tenue, problématique de pente, etc.). Par ailleurs, ils ont permis d'identifier des bâtiments présentant des mouvements apparents importants dont il a souvent pu être établi qu'ils présentent des désordres en parallèle (archives de nos interventions ou observation sur place notamment des façades). Cependant, il est à noter que la corrélation n'est pas parfaite, et s'il semble rare d'observer des mouvements importants sur un bâtiment sans qu'il y ait de désordre identifiable à terme sur celui-ci, la réciproque n'est pas vraie et il peut y avoir une survenue de désordre sans mouvement repérable par satellite.

À présent, cet outil est utilisé en interne afin de mieux comprendre l'exposition du territoire parisien aux aléas liés au sous-sol, et des partages d'information commencent à être mis en place avec d'autres services municipaux. Il est à noter que ces études représentent des coûts raisonnables grâce au projet du futur métro du Grand Paris Express qui utilise cette technologie le long de son tracé pour y étudier l'historique des mouvements de terrain et permettre une surveillance de l'impact des travaux en surface, la Ville de Paris étant ainsi déjà systématiquement couverte par des acquisitions satellite haute résolution.

LE SUIVI DES NAPPES ET LA VIGILANCE CRUE

L'IGC réalise des mesures piézométriques mensuelles, ou quotidiennes en période de crue de la Seine. Les informations recueillies servent à élaborer des cartes de circulation des eaux en période de crue de la Seine ainsi que des cartes de risque d'inondation à Paris. Le but est de permettre aux biens et éventuellement aux personnes situées en sous-sol d'être mis à l'abri en cas de remontée des nappes phréatiques.

Depuis 1978, l'Inspection Générale des Carrières a installé, développé et entretient un réseau piézométrique sur Paris, particulièrement dense en basse vallée de la Seine. Actuellement, le réseau comprend environ 300 piézomètres répartis sur tout Paris. Ils seront progressivement équipés d'un système de télé relève d'ici 2021.

En période normale, la brigade de l'IGCC effectue 5 tournées mensuelles pour mesurer manuellement les niveaux en complément des 80 ouvrages déjà équipés d'un système de suivi automatisé.

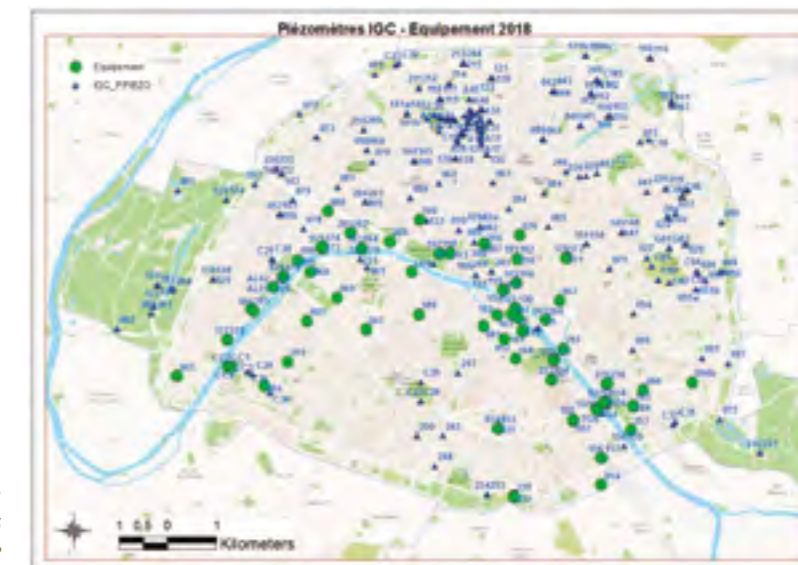
Lors des périodes de crues, le suivi est renforcé dans la plaine alluviale pour anticiper et suivre toute montée de nappe en lien avec la montée du niveau de la Seine ; ainsi, dès le niveau de 2,50 m atteint à l'échelle du pont d'Austerlitz, une tournée par semaine est effectuée sur les piézomètres situés dans la plaine alluviale de la Seine en complément des données disponibles sur les 80 premiers piézomètres déjà équipés et pour lesquels, deux mesures par jour sont transmises. Lorsque le niveau de la Seine atteint 3,20 m à l'échelle du pont d'Austerlitz la tournée devient quotidienne.

Pour affiner les observations et être plus réactifs, le réseau va être complètement automatisé d'ici 2021.

Le réseau demande un entretien constant, ainsi en 2018, 20 piézomètres ont été nettoyés et 16 nouveaux ouvrages ont été créés.



Carte de suivi de l'évolution des nappes lors de la crue de juin 2016, mise à jour quotidiennement sur www.paris.fr.



Piezomètres de l'IGC - février 2019 - les piézomètres verts sont équipés d'un système de télé relève