

# Projets sur existant : quelles conséquences sur l'emprise ?

Clos et couvert, voué à l'habitation ou à la production, l'existant résulte d'une structure fixe posée sur le sol. Respectant l'identité architecturale du construit, cette dernière peut être le siège d'un changement de destination ou d'une extension. Cet article s'intéresse aux relations entre les travaux sur existant, le sol qui engendre la propriété immobilière et le sous-sol qui stocke la mémoire de la terre.

À l'heure d'un foncier de plus en plus rare et cher, les projets d'extension des bâtiments existants constituent une solution pour loger tant les citoyens que les entreprises. Pour autant, les projets sur existant ne sont pas neutres pour le milieu naturel. Leurs effets ne doivent pas être oubliés.

L'extension horizontale, qui correspond à une prolongation continue et limitée du milieu anthropique sur le milieu naturel, fait subir à celui-ci une forte colonisation.

Or, le milieu récepteur de cette colonisation se comporte comme un organisme global qui fonctionne à l'échelle d'une unité géomorphologique, c'est-à-dire d'une unité fonctionnelle du relief. Un changement à tel endroit à des impacts à tel autre.

## Le sol : un milieu riche et complexe à comprendre

Façonnée par le cycle de l'eau à partir des bassins versants, à savoir les pentes inclinées vers un même cours d'eau et des nappes perchées, c'est-à-dire des nappes produisant des sources en recoupant les pentes, cette unité ménage en pénéplaine : des zones tampons qui compensent les crues et des zones humides qui enrichissent le vivant, recyclant une partie de la pollution.

Chaque unité foncière participe ainsi à l'harmonie d'un mécanisme global en surface et en profondeur.

Actif, le sol est parcouru par un réseau de circulations liquides et gazeuses au gré de sa texture. Des espaces plus pauvres en oxygène modifient les échanges ioniques et favorisent le développement de bactéries consommatrices d'hydrocarbures en présence de nutriments minéraux.

Sous les rivières battent, coulent et s'étendent les nappes alluviales qui communiquent localement avec les eaux profondes où migrent en percolant les pluies anciennes. Ces zones interconnectées aux caractéris-

tiques hétérogènes sont le théâtre de transformations chimiques et biochimiques en fonction des conditions locales (température, pression, acidité, humidité, minéralogie, etc.).

Ainsi, l'extension anthropique ne se contente pas d'imperméabiliser un sol. Elle interagit avec un système beaucoup plus complexe.

Se pose alors la question de la compatibilité du milieu existant avec l'activité humaine qui désire s'y implanter.

L'intervention d'un véritable « médecin du travail de l'unité foncière » capable d'en saisir le fonctionnement à l'instar du médecin généraliste auscultant un corps humain est à conseiller. Ce « médecin » est un géoscientifique neutre, rigoureux et indépendant, initié à la subtilité des milieux naturels par un cursus spécifique doublé d'une longue pratique.

## Une étude géomécanique du sol à ne pas négliger

L'extension horizontale suppose également une étude géomécanique du sol. Le simple fait d'étendre la surface construite augmente parfois la profondeur de sollicitation du sous-sol, avec notamment l'amortissement des contraintes appliquées par deux semelles de fondation proches.

Au-delà, la question de la représentativité des points de sondage réalisés dans le cadre des études géotechniques est fondamentale.

Dans la plupart des régions françaises, des panoramas disparus ont été comprimés et recodifiés tels les fichiers d'un disque dur, puis classés dans le sous-sol sous forme de roche. Il s'agit bien d'un archivage. L'hétérogénéité des paysages actuels donne alors une idée des discontinuités du sous-sol.

Une anecdote prise hors contexte pourrait illustrer ce propos. Dans les années 1966-1967 une mission soviétique avait réalisé une reconnaissance des in-

dices en or dans la région du Mayombe en République du Congo. Les teneurs enregistrées sur l'un des prospectes étaient tellement prometteuses que les géologues ont décidé de réaliser directement des carottages (cylindres de roches intactes). Mais les concentrations étaient superficielles et localisées. Les forages avaient recoupé les méandres asséchés d'un ancien cours d'eau aurifère (paléo-placer).

Plus encore, au sein d'une même formation argileuse sujette au phénomène de retrait-gonflement, le bâtiment est en réalité affecté par l'hétérogénéité du niveau géologique sans laquelle il n'y aurait pas de tassements différentiels. Par exemple, l'argile verte de Romainville constitue un ensemble non stable qui se soulèverait massivement par transfert vertical. Elle forme un cocktail minéralogique intégrant en proportion variable les molécules, championnes de l'accroissement volumique par absorption d'eau en particulier montmorillonite et illite. Soumise à des variations horizontales et verticales, la répartition de ces molécules nous interroge sur la pertinence de l'échantillonnage. Pourtant, l'analyse des fissures affectant l'existant donne toutefois l'expression du mouvement affectant les fondations.

### La précision de l'information sur le sol dépend de la densité des points d'investigation

Comme l'avènement de la photographie nous a habitués à attribuer la définition des images à la densité des pixels, dans la frange superficielle du sol, la précision de l'information dépend de la densité des points d'investigation (maillage).

Or, la localisation des sondages géotechniques et environnementaux est presque toujours ciblée pour limiter l'impact financier des études de faisabilité dans un projet.

Cette méthode suppose la formulation d'une hypothèse à partir d'une étude préalable. Cette dépendance introduit la notion de risque raisonnable intégré à l'obligation de moyens du bureau d'études.

Toutefois, une ancienne pollution accidentelle localisée, la succession d'aménagements différents sur un même site durant une longue période, une campagne de reconnaissance mise en œuvre avant la démolition des bâtiments sont autant de facteurs limitants la représentativité des points d'investigation.

En revanche, les terres excavées peuvent toujours faire l'objet de prélèvements représentatifs articulés par un protocole adapté.

Par ailleurs, les cartographies géologiques et d'aléas naturels sont à l'unité foncière ce que les statistiques de mortalité sont à l'individu : un simple indicateur de masse.

Une bonne enquête mémorielle suffit parfois à détecter la présence d'un ancien cours d'eau détourné. Elle évite ainsi le risque de tassements différentiels par

défaut d'identification d'une zone hétérogène, comme l'illustre la tour de Pise (Italie).

Si la concentration des données qui caractérise ce XXI<sup>e</sup> siècle permet d'éviter de nombreux écueils, les professionnels ne doivent pas oublier de s'y référer. Il y a quelques années un particulier de la Seine-et-Marne avait commandé des travaux sur sa parcelle. Ces derniers avaient été arrêtés pour cause d'aléas géologiques. En réalité, l'étude de sol avait négligé la partie documentaire et ignoré la présence connue de marnières dans cette zone.

### Une étude de sol doit être réalisée dans l'esprit de Descartes

C'est pourquoi, les investigations du sol relèvent, par nature, d'un véritable esprit d'exploration : héritier de Descartes et situé aux antipodes des automatismes techniques.

N'oublions pas que la normalisation actuelle en sites et sols pollués n'a pas vocation à garantir la qualité des études relatives aux projets courants mais adapte ses obligations aux sites réglementés, soumis aux aléas d'une main-d'œuvre raréfiée.

C'est en substance le constat porté par les géologues indépendants de France (GIF) devant le Conseil d'État lors de la séance orale du 12 avril 2021 (n° 428437). Par ce recours conjoint avec l'Union des consultants et ingénieurs en environnement (UCIE) et l'Organisation des consultants en environnement et pollution (OCEP), il s'agissait pour le GIF de revendiquer cette autre vision de la qualité développée par des géologues indépendants qui, la maturité scientifique survenue, décident de défendre l'amour du métier en osant s'engager sur une voie où la responsabilité individuelle n'est plus diluée.

Quant à l'immobilier réglementé, il forme un registre de cas effectivement ou potentiellement graves, appelés installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), secteurs d'informations sur les sols (SIS) et même installations ouvrages, travaux, activités (IOTA).

Ces cas particuliers sont heureusement marginaux sur l'ensemble du territoire. Les travaux par extension horizontale de l'existant concernent habituellement des unités foncières aux risques moins sévères. Elles font l'objet d'études de compatibilité avec l'activité choisie un peu comme le salarié passe devant la médecine du travail avant l'embauche.

Le diagnostic ainsi établi permet d'appliquer les remèdes qui concilient enfin la santé humaine et celle de la nature pour peu que, indépendant, l'opérateur ne soit pas un adepte du prêt-à-penser, rentable et stéréotypé, orienté vers la justification d'un marché de travaux.

## L'équilibre rompu entre le dessus et le dessous

Si selon l'article 552 du Code civil, « la propriété du sol emporte la propriété du dessus et du dessous » depuis plus de deux siècles ; ces deux volumes en équilibre, qui relient le passé terrestre et l'actualité humaine, sont le théâtre de mutations choisies ou subies.

Il est tentant de se représenter le sous-sol comme un volume inerte qui se contente de réagir aux sollicitations des constructeurs.

Mais c'est oublier la présence de carrières souterraines extrêmement fréquentes au droit de certaines communes dont la capitale et sa petite couronne.

De même, un voyage de 35 millions d'années en arrière nous montrerait l'Île-de-France sous un climat tropical bordé de paysages lagunaires. C'est la raison pour laquelle certains immeubles se tassent, victimes d'un sulfure évaporitique comparable au sel : le gypse. Il s'est formé à cette époque, archivé en profondeur, il se dissout aujourd'hui par circulation d'eau. Les transformations affectant les « schistes carton », la pyrite, l'anhydrite, les dissolutions karstiques pourraient aussi être évoquées.

Explorer les richesses du sous-sol c'est se donner les moyens de les trouver, comme le montrent les méthodes de prospection minières et pétrolières.

En explorer le passif, en revanche, c'est bien souvent limiter les moyens mobilisés, puis transmettre le risque au titulaire du marché de travaux redevable du résultat.

## Pallier les pathologies du sous-sol

Plusieurs techniques existent pour garantir la solidité d'un ouvrage qui subit des travaux. En revanche, pour des raisons le plus souvent financières, l'entreprise réalisant des injections de comblement est parfois contrainte de former une hypothèse spéculative sur le volume effectif à combler. C'est le cas des carrières inaccessibles partiellement remblayées et des poches de gypse.

Or, le coût des travaux dépend non seulement des quantités et du rendement mais également de l'espace disponible sur site qui limite le mode de fabrication du coulis de comblement.

Le contrôle des quantités injectées se réalise uniquement à partir des enregistrements collectés sur site à la fin d'une journée de travaux. La surveillance des ouvrages voisins, les précautions environnementales et la gestion du risque d'accident sont devenues au fil du temps des domaines de première importance.

Bien qu'il existe plusieurs méthodes de comblement, les recommandations et notices techniques de l'inspection générale des carrières, rattachée à la Ville de Paris, constituent indubitablement une référence majeure quoique non normative.

## Les micropieux : une solution polyvalente pour une extension verticale

Les reprises en sous-œuvre par micropieux représentent une méthode incontournable et polyvalente. Le faible diamètre des ouvrages qui s'ancrent dans la roche grâce au bulbe formé par le coulis, par le biais d'un frottement latéral, un peu comme le crayon qu'on tient entre pouce et majeur, permet l'utilisation de petites foreuses dont certaines se démontent pour accéder à l'intérieur des bâtiments.

La charge reprise par un micropieu dépend de sa longueur et des paramètres géomécaniques des roches traversées. C'est pourquoi la mise en œuvre ne nécessite pas obligatoirement la présence d'une roche très résistante.

Les micropieux permettent de renforcer les fondations en cas d'extension verticale. Ils sont compatibles avec le comblement de terrains sous-minés par des cavités et permettent de remédier à des fondations sous-dimensionnées lors de la construction. Cette solution peut également s'inscrire dans le cadre d'un changement de destination.

C'est le cas des travaux réalisés en 2009 sur le bâtiment des anciennes pêcheries de Fécamp (Seine-Maritime) transformé en musée. Destinées à accueillir la morue salée en provenance de Terre-Neuve, les pêcheries avaient été implantées sur le Grand Quai de Fécamp en 1957. Le tout formait un ensemble vétiluste soumis à l'agressivité de l'eau de mer. Le projet d'aménagement modifiait quelque peu les descentes de charges existantes. Des micropieux ont été réalisés en complément des pieux qui, eux, transmettent les charges à un niveau géologique de bonne résistance par un effet de pointe.

## Une étude géotechnique a un coût mais représente une économie future

Outre les cas développés ci-dessus, de trop nombreux parkings souterrains supportant des immeubles ploient sous l'action d'une nappe dont l'impact a été sous-évalué lors de la construction.

Des écoulements, des précipités blanchâtres commencent à apparaître suivis par des points de rouille qui manifestent l'oxydation du ferrailage. Ce dernier augmente alors de volume et provoque peu à peu l'éclatement de l'enrobage en béton.

Les voiles du parking (parois verticales) finissent par présenter une concavité qui manifeste la poussée de la nappe et affecte souvent la structure du bien. Des fissures apparaissent d'abord en haut de l'immeuble, aux points d'hétérogénéité tels que les baies, puis se généralisent. L'apparition de fissures d'effort tranchant orientées à 45 degrés sur les poutres du sous-sol doit alors alarmer. Les précautions conservatoires instaurées, il convient d'ausculter le bâtiment avant d'en renforcer la structure au cas par cas. Ces travaux

représentent un coût non négligeable qui aurait pu être évité lors de la conception de l'immeuble.

De même, un particulier francilien avait constaté l'apparition de lézardes au sous-sol de son pavillon à la suite d'une période de sécheresse. Or la parcelle ne se situait pas en zone d'aléas retrait-gonflement, et l'assurance restait dubitative. Le constructeur avait creusé une tranchée autour de la maison (drain périmétrique) afin de drainer les eaux de pluie. Ces dernières entraient ainsi en contact avec l'argile gonflante supportant les fondations mais initialement confinée par un niveau imperméable.

La diversité des pathologies exigeant la reprise de constructions existantes suppose toujours une neutralité intellectuelle.

En règle générale, l'économie initiale du constructeur sur les études de sols augmente finalement le prix des travaux. Ici le cuvelage a été volontairement oublié, là les fondations profondes ont été remplacées par

un radier moins onéreux. Une étude géotechnique limitée faute de budget oblige le géotechnicien à augmenter les marges de sécurité dans ses calculs et se solde finalement par un surcoût pour le constructeur.

Connectés à une vaste unité supportant leur emprise, les travaux sur existant ne se réfèrent pas uniquement à l'humain. Ils s'inscrivent au sein d'un mécanisme complexe qui tend à équilibrer les empreintes anthropiques. Sous nos pieds, la mémoire planétaire mesure notre véritable dimension dans l'histoire du monde.

Élargir notre vision sur l'art de construire c'est en assumer la noblesse et intégrer le projet dans une dimension plus ouverte dans laquelle, pour la première fois depuis la révolution néolithique, l'homme cesse de s'accroître aux dépens de son environnement.

**Jacques Robert**  
Ingénieur du BTP,  
CJR Audits