



Collège National des Experts Architectes Français

177^e TABLE RONDE NATIONALE TECHNIQUE ET JURIDIQUE

Travaux d'infrastructure LES TECHNIQUES DE STABILISATION ET LES RISQUES ASSOCIÉS

Vendredi 3 février 2023

Société française des architectes (SFA)

247 rue Saint-Jacques — 75005 PARIS

Intervenants *(de gauche à droite) :*



- **Amar DHOUB**, ingénieur docteur en géotechnique, maître de conférence des universités, expert près la cour d'appel de Versailles
- **Arnaud BURY**, ingénieur, spécialiste technique national structure béton à l'APAVE

Sommaire :

Accueil	3
Pascal MEIGNEN	3
Initiation à la géotechnique appliquée aux projets de construction	3
Ammar DHOUB	3
Bâisseurs et sols	3
↳ Nos ancêtres les bâisseurs	3
↳ Des techniques modernes inventées par les anciens	3
↳ Un préalable : le modèle géotechnique	4
Les sols : définition, identification & classification	4
↳ Sols fins, sols grenus	4
↳ Plasticité et fluage	4
↳ Gonflement-retrait	4
↳ Le sol et ses vices : anomalies anthropiques et naturelles	5
Essais et sols	5
↳ Les essais en laboratoire	5
↳ Les essais sur site	5
↳ Les types d’essais	5
↳ Piézométrie/perméabilité	6
↳ À quelle profondeur ?	6
Lecture du rapport de sol	6
↳ Que disent les coupes et les profils de sol ?	6
↳ Quelles préconisations par rapport à la mission demandée ?	7
Mission géotechnique normalisée	8
↳ Pourquoi une mission normalisée ?	8
↳ La norme s’impose à tous les acteurs	8
↳ Le géotechnicien dans l’équipe de maîtrise d’œuvre	8
Travaux d’infrastructure : talutage et soutènement	8
↳ Des solutions à adapter à la nature du sol	8
↳ Les soutènements poids et les soutènements autostables et ancrés	8
↳ Les types de parois de soutènement	8
Quelques cas de litiges récurrents	9
↳ Activité de l’argile	9
↳ Référé préventif : travaux d’infrastructures	9
↳ Les infiltrations d’eau	10
Pour conclure	10
Questions de la salle	11
Travaux d’infrastructure : les points sensibles	14
Arnaud BURY	14
Panorama des solutions de stabilité provisoires et risques associés	14
↳ Des solutions liées au contexte du projet	14
↳ Le voile par passes (VPP) alternées	14
↳ Les parois périmétriques	15
↳ Pieux sécants, palplanches et parois moulées	15
L’agressivité du sol	16
↳ Des classes d’exposition au risque de dégradation et de corrosion	16
↳ L’agression chimique	16
Les interactions avec la structure intérieure et avec les mitoyens	17
↳ Les interactions entre les parois périphériques et la structure intérieure	17
↳ Le retrait différentiel	18
↳ Les interactions avec les mitoyens	18
↳ Le rôle du contrôleur technique	18
Les interactions avec l’eau	19
↳ Les eaux d’infiltration	19
↳ La nappe d’eau	19
↳ La stabilité à la sous-pression	20
↳ La question du cuvelage	21
Questions de la salle	21
Sigles	23

Accueil



Pascal MEIGNEN

Architecte expert, membre du CNEAF, coordinateur des TRNTJ

La thématique de cette table ronde s'inscrit dans la continuité de celles au cours desquelles avaient été abordées les techniques de démolition aux abords des avoisinants et l'instrumentation du bâti. Dans le cadre du préventif, c'est la question de la stabilisation des sols qui sera cette fois examinée.

Initiation à la géotechnique appliquée aux projets de construction



Ammar DHOUIB

Ingénieur docteur en géotechnique, maître de conférence des universités, expert près la cour d'appel de Versailles

La géotechnique est comparable à la médecine en ce qu'elle nécessite une auscultation du sol pour prescrire des solutions. Quant au géotechnicien, comme le paysan, il observe la terre et s'astreint à prendre en compte son caractère naturel.

Bâtisseurs et sols

↳ Nos ancêtres les bâtisseurs

Les grands bâtisseurs ont fait de la terre et du béton des amis intimes, qui se bercent éternellement. De la tour de Pise, édifiée en 1173 à la tour Granite à La Défense, élevée en 2004 ; du Pont du Gard, âgé de 2000 ans et bâti en cinq ans, au pont de Millau, achevé en 2004, il nous faut admettre que nos ancêtres ont tout inventé et qu'aujourd'hui nous ne faisons que développer ces savoirs.

↳ Des techniques modernes inventées par les anciens

Si, depuis quelques dizaines d'années, c'est la technique des colonnes ballastées qui est mise en œuvre en France et dans le monde, on relève que l'arsenal de Bayonne a été fondé au moyen de pieux inaltérables composés de sable compacté. De même, la technique du compactage dynamique, mise en œuvre au moyen d'engins de chantiers puissants, existait artisanalement, mais efficacement, il y a plus de 3000 ans en Chine.

« Pierre par pierre, nous poursuivons la construction de l'édifice commencé par nos ancêtres »

Ammar Dhouib

↳ Un préalable : le modèle géotechnique

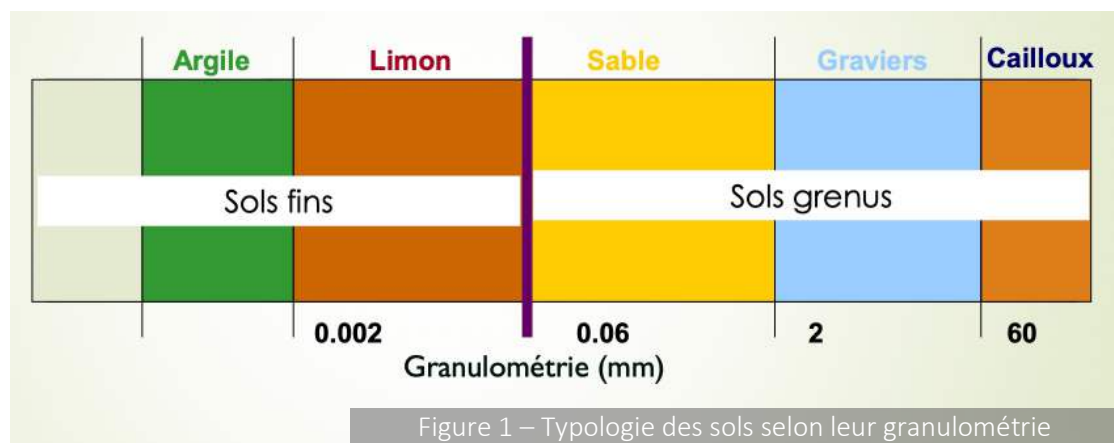
Un projet de construction passe par la création d'un modèle géotechnique du sol, c'est-à-dire une carte d'identité établie par des observations, des sondages et des essais en laboratoire, avec pour objectif de dessiner une cartographie de la composition du sol, y compris sous les couches d'eau. Le tunnel sous la Manche n'a ainsi pu être construit qu'après des sondages profonds révélant les différentes couches, dont celle composée de craie, sans eau, mécaniquement compacte et dans laquelle il était possible de creuser en toute sécurité.

Les sols : définition, identification & classification

↳ Sols fins, sols grenus

Constitué de grains solides, d'eau et d'air, le sol est comparable au corps humain avec son squelette, son sang et l'oxygène dont il se nourrit. Les deux se rejoignent ainsi tant dans la complexité que dans un « vice de sol », dont les experts judiciaires savent qu'en cas de sinistre lié au sol, ils devront s'adresser à son propriétaire : le maître de l'ouvrage.

Il convient de distinguer deux types de sols : les sols fins et les sols grenus. Les sols fins, constitués d'argiles et de limons, sont rendus complexes par la présence d'eau sur le long terme, qui retarde par ailleurs leur tassement. Les sols grenus, pour leur part, se composent de sables, graviers et cailloux, qui ne retiennent pas l'eau, mais sont sujets aux éboulements (fig. 1).



↳ Plasticité et fluage

La plasticité se définit par les notions de contrainte et de déformation. Ainsi, un sol fortement chargé subit une contrainte entraînant un tassement, donc une déformation qui ne disparaît pas lorsque cesse la contrainte. Le fluage, pour sa part, désigne la relation entre la contrainte constante, la déformation et le temps. Lorsque la déformation s'arrête au bout d'un certain temps, on parle de fluage « stabilisé ». Lorsqu'elle augmente fortement, le fluage est dit « brutal ».

↳ Gonflement-retrait

Phénomène bien connu des experts architectes, la déformation du sol a principalement pour cause les changements de volume des argiles : lorsque l'eau l'atteint, l'argile exerce alors sur la structure bâtie au-dessus une contrainte de gonflement qui aboutit à une dislocation de cette dernière lorsqu'elle dépasse celle de la structure. Ainsi, un pavillon d'habitation, dont la contrainte sur le sol reste faible du fait de ses dimensions, subit plus sérieusement la

contrainte de gonflement. C'est le cas des argiles dites de Romainville ou des argiles vertes de la région parisienne.

↳ Le sol et ses vices : anomalies anthropiques et naturelles

Les anomalies du sol sont de deux sortes : les anomalies d'origine humaine, telles que les carrières, marnières et autres catiches¹, et les anomalies naturelles, liées au gypse saccharoïde, dont le comportement à l'eau est comparable à celui du sucre – d'où son nom. Ces anomalies, qu'elles soient anthropiques ou naturelles, sont souvent à l'origine de sinistres très importants. Ainsi, à Marseille, une briqueterie a accumulé 40 mètres de remblai issu de la fabrication de briques, remblai sur lequel ont été construits divers bâtiments reposant sur des pieux de 40 mètres. Les écoulements d'eau ont aspiré le sol sur lequel reposaient ces pieux, entraînant l'enfoncement des structures bâties. Un tel sinistre s'est également produit dans le quartier de Passy, à Paris, causé par la disparition d'une paroi moulée.

Dès lors, il n'est pas d'autre choix que d'ausculter le sol pour savoir si le couple sol/fondation peut se former.

Essais et sols

↳ Les essais en laboratoire

L'identification des sols ne nécessite que des essais simples, rapides et peu coûteux. Ces essais donnent cependant des indications de grande valeur, telles que la teneur en eau qui permet de connaître la qualité et le comportement du sol.

Les essais mécaniques, pour leur part, qu'ils soient rapides ou lents, apportent des informations sur les questions de consolidation, de comportement à la rupture ou de gonflement/retrait.

↳ Les essais sur site

Ce sont cependant les essais sur site que se révèlent les plus utiles, et notamment les essais pressiométriques ou de pénétration, qui ne coûtent pas cher et s'effectuent en vraie grandeur. Ainsi, la fouille à la pelle fournit des informations sur la qualité des remblais, leur épaisseur, la présence d'eau, et permet même y faire d'autres découvertes telles que des déchets enfouis. Quant aux plots d'essais, ils sont conçus pour les améliorations du sol.

En matière d'essais de consistances et de répartition, il convient, sur un sol sans anomalie, d'effectuer un sondage tous les 2000 mètres carrés, mais tous les 200 mètres carrés (à l'appréciation de l'ingénieur) dans le cas d'un terrain avec anomalie.

↳ Les types d'essais

En fonction du type de sol, différents types d'essais géologiques sont envisageables, soit par carottage – qui permet d'obtenir une coupe lithologique précise –, soit par forage (semi-destructif), soit par fouille à la pelle mécanique.

En ce qui concerne les essais mécaniques, si la technique du pressiomètre est plutôt mise en œuvre en France, les Anglo-saxons lui préfèrent le pénétromètre, bien que ce dernier, en mode statique, ne révèle pas forcément la composition exacte du sol. Pour leur part, les

¹ Une catiche est un terme régional du Nord de la France qui désigne un ancien type de carrière souterraine d'exploitation de craie

essais au pénétromètre dynamique ne sont pas autorisés par la norme NF P94-115 pour le calcul du dimensionnement des fondations.

↳ Piézométrie/perméabilité

Destiné à déterminer le niveau de l’eau dans le sol, le piézomètre se compose d’un tube enfoncé à travers les différents horizons du sol, dont une partie – la crépine – laisse passer l’eau. C’est le placement de cette dernière par rapport aux différents horizons qui permettra de déterminer le niveau de la nappe d’eau. Il est cependant essentiel de comprendre qu’en présence d’argile, dont la perméabilité, même si elle reste faible (de l’ordre de 3,3 mm/an) est cependant bien réelle, la lecture du niveau de l’eau peut être faussée si la crépine est placée dans la couche d’argile.

↳ À quelle profondeur ?

Si la question cruciale semble donc être celle de la profondeur des sondages, en réalité le plus important reste la nature et les critères du projet : construction d’un pavillon ou d’un Immeuble de grande hauteur (IGH), charges induites par ces projets et leur répartition, nature et «mécanique» du sol, nature du relief jouant sur la consolidation du sol.

Lecture du rapport de sol

↳ Que disent les coupes et les profils de sol ?

Le rapport de sol constitue l’élément essentiel sur lequel se basent l’ingénieur et le technicien.

À la tarière en sol meuble ou au taillant en sol dur, le forage fournit, à travers les profils pressiométriques ou de pénétration statique (fig.2), des indications sur la nature du sol en fonction de la vitesse d’avancement et des pressions mesurées.

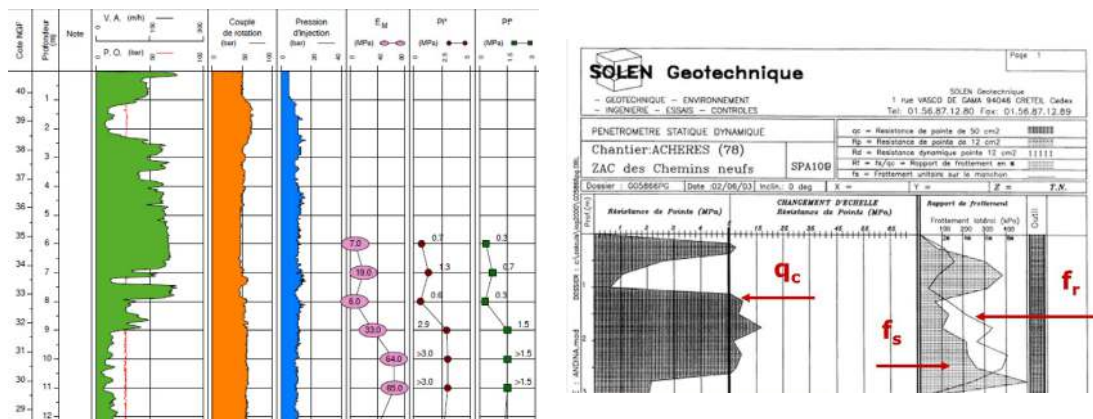


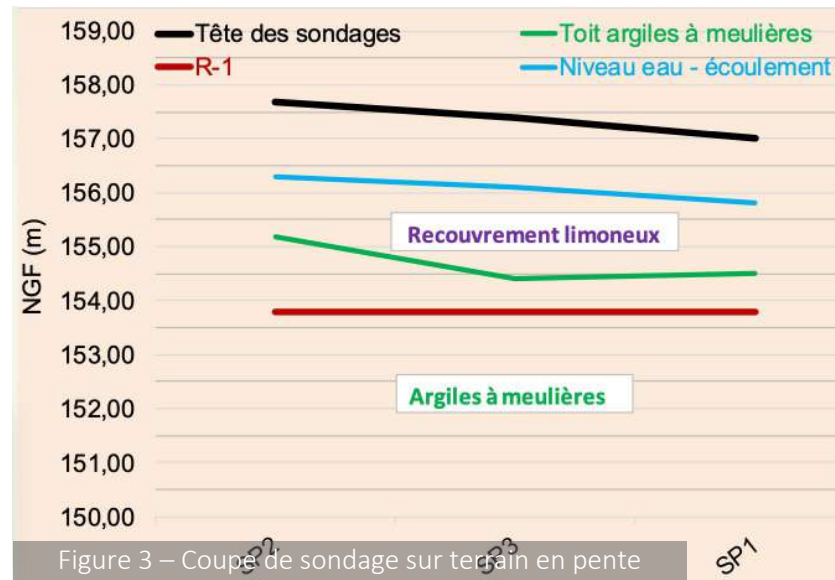
Figure 2 – Exemples de profils pressiométrique et de pénétration statique

Il permet de déterminer, grâce à la pénétration statique ou dynamique, ou encore au moyen de l’essai à la plaque, la géologie afin d’anticiper les problèmes de stabilité liés à la présence d’eau et de dimensionner les fondations en conséquence pour trouver un mariage pérenne entre ces dernières et le sol.

Ces sondages ont pour référence la côte Niveau général de la France (NGF), dont le niveau zéro a été fixé au niveau moyen de la mer mesuré à Marseille.

↳ Quelles préconisations par rapport à la mission demandée ?

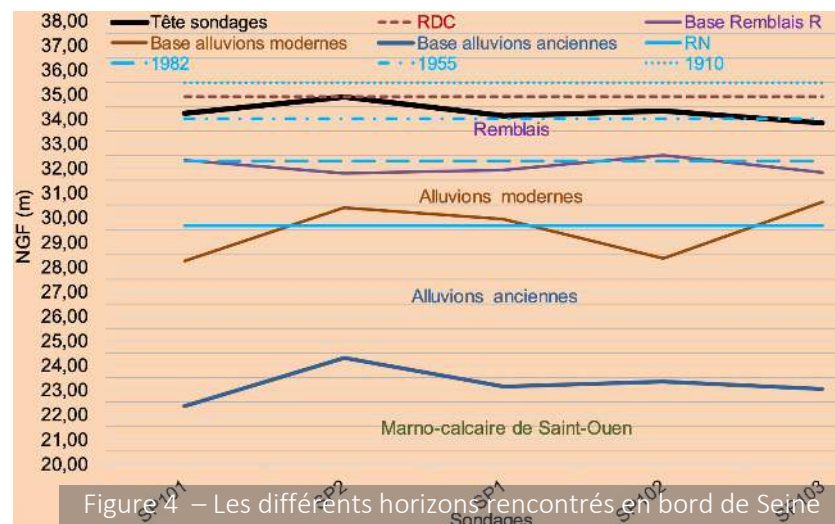
À titre d’exemple, la coupe de sondage ci-dessous (fig.3) révèle, sur un terrain en pente, une couche d’argiles ainsi que la présence d’eau sous forme d’écoulement, qu’il conviendra de drainer.



La présence d’argiles impliquera par ailleurs une nécessaire adaptation des fondations afin de tenir compte du phénomène de gonflement-retrait.

Cet exemple donne une idée de la manière d’insérer un projet de construction dans un contexte géotechnique et hydrologique, afin d’anticiper les solutions constructives.

Pour sa part, le schéma suivant (fig.4) représente les différents horizons rencontrés lors d’un sondage sur un chantier à proximité de la Seine : les remblais historiques, les alluvions modernes – généralement instables –, les sables et graviers plus intéressants dans le cadre du projet de construction, et enfin les marnes calcaires.



Sur cette coupe d’un terrain plat sont révélés les différents niveaux de la nappe en fonction de ses fluctuations : le niveau de Retenue normale (RN), qui correspond au niveau normal de la Seine, ainsi que les niveaux atteints par les différentes crues historiques.

Mission géotechnique normalisée

↳ Pourquoi une mission normalisée ?

La notion de mission géotechnique normalisée est issue de réflexions développées dans les années 1990 face à l'absence de recommandations ou de norme permettant d'identifier, d'évaluer et de traiter les risques géotechniques. Son rôle est donc d'assurer la maîtrise des risques liés aux aléas géotechniques avant, pendant et après la réalisation du projet : faisabilité (avant-projet géotechnique), conception (étude géotechnique), réalisation (exécution d'ouvrages géotechniques) et supervision géotechnique.

↳ La norme s'impose à tous les acteurs

Au stade de l'avant-projet correspondent les missions géotechniques G1 et G2, les G3 et G4 intervenant après signature du marché. Ainsi, la mission G1 déterminera si des risques majeurs interdisent la réalisation du projet ou s'il doit être adapté.

Il convient de rappeler, à ce stade, qu'une norme qui n'est pas obligatoire constitue cependant une référence et que, dans cette perspective, dès lors que le marché de travaux de fondation a été signé, cette référence s'impose à tous les acteurs du projet.

↳ Le géotechnicien dans l'équipe de maîtrise d'œuvre

Par ailleurs, devant la multiplication des contraintes naturelles (raréfaction des sols sains) et réglementaires (lois et normes), il devient évident que le maître d'œuvre ne peut plus gérer, à lui tout seul, l'ensemble d'une mission de maîtrise d'œuvre générale. **Il est dès lors indispensable de prévoir, avec le maître d'ouvrage et dès le début du projet, de constituer une équipe de maîtrise d'œuvre comprenant notamment un géotechnicien.**

Travaux d'infrastructure : talutage et soutènement

↳ Des solutions à adapter à la nature du sol

Si un empilement de graviers, qui ne présente aucune cohésion, n'est stable que par sa forme pyramidale, un bloc d'argile cohérent perd sa cohésion capillaire par dessiccation et finit par s'effondrer.

L'identification de la nature du sol permet donc de faire apparaître une multitude de solutions de soutènement :

↳ Les soutènements poids et les soutènements autostables et ancrés

Ce soutènement consiste à arrêter l'éventuelle poussée du sol par le poids qui lui est opposé, par mise en œuvre d'un mur de soutènement, ou de murs cellulaires, ou encore de blocs de terre armée tel que ceux mis en œuvre partout dans le monde et notamment sur l'autoroute A40, en raison de leur flexibilité et leur capacité à résister aux séismes.

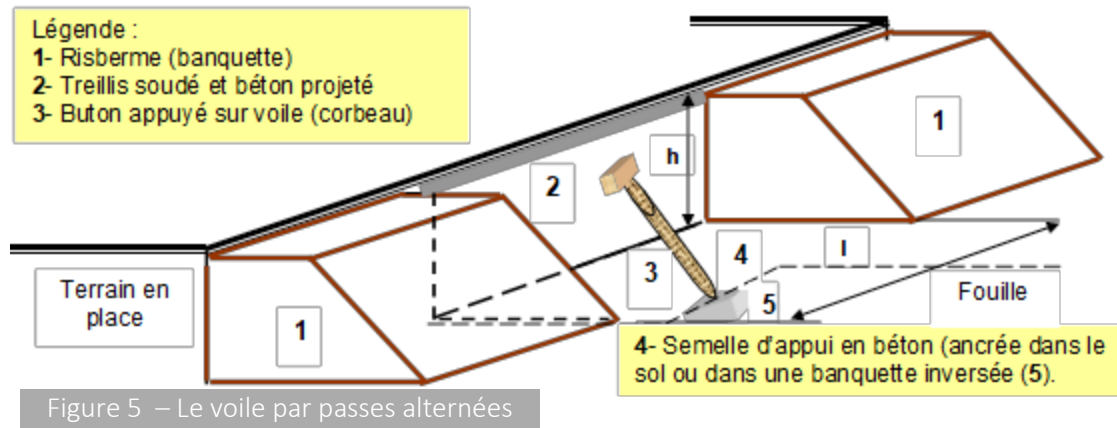
Le soutènement auto-stable se présente comme une butée destinée à stopper le mouvement de poussée. Lorsque cette butée se révèle insuffisante, un ancrage est mis en place à l'aide de tirants ou de butons afin de le stabiliser.

↳ Les types de parois de soutènement

La « Berlinoise » met en œuvre des profilés ancrés dans le sol, entre lesquels un enfilage de bois ou de béton est mis en place. Toujours sur le même principe, on retrouve plusieurs variantes telles que la « Parisienne », la « Moscovite », mais aussi les pieux sécants, qui ne laissent pas passer l'eau, les rideaux de palplanches ou la paroi clouée, qui met en œuvre

des clous passifs lesquels, à la différence des tirants, ne sont pas en tension permanente une fois mis en place. On note également la technique de la paroi dite « tranchée blindée » et le « voile par passes alternées » (fig. 5).

Ce dernier système implique de vérifier au préalable la stabilité du sol en ouvrant quelques fouilles-tests. Si ces dernières s'éboulent toutes seules, alors la technique du voile par passes alternées ne pourra être mise en œuvre. De fait, de nombreuses expertises portent sur des problèmes liés au soutènement avec un voile par passes alternées.



De la salle [*intervenant non identifié*]

Quelles sont les difficultés rencontrées en matière de voiles par passes alternées ?

Ammar DHOUB

Il s'agit par exemple de problèmes liés à la tenue du talon ou de la semelle, en raison notamment de circulations d'eau qui entraînent les sables.

Quelques cas de litiges récurrents

↳ Activité de l'argile

La présence d'argile dans le sol relève de la compétence des ingénieurs géotechniciens, et il est fortement conseillé à cet égard de faire appel à un spécialiste géotechnicien pour traiter les expertises subséquentes.

De la salle [*intervenant non identifié*]

Le litige intervient-il toujours en raison d'une mauvaise préhension sur le sol ?

Ammar DHOUB

Les sinistres sont dus soit à une catastrophe naturelle telle que le gonflement des argiles, soit à une mauvaise mise en œuvre telle qu'un puits insuffisamment en contact avec les fondations existantes, ou encore des micropieux non protégés du travail des argiles par un chemisage.

↳ Référé préventif : travaux d'infrastructures

En 2014, un litige a opposé une grande entreprise de travaux et un couple de sexagénaires propriétaires d'un pavillon. L'entreprise concernée effectuait des travaux de compactage qui, selon le rapport d'expertise, ont provoqué l'explosion d'une conduite et l'apparition soudaine de fissures sur le pavillon. L'entreprise affirmait que l'épaisseur des remblais était la cause du sinistre, alors qu'il est impossible qu'un bâtiment installé depuis de nombreuses

années (le pavillon a été construit en 1922) puisse bouger sans l'intervention d'un agent extérieur tel que le gonflement des argiles, des travaux ou encore une inondation touchant les fondations.

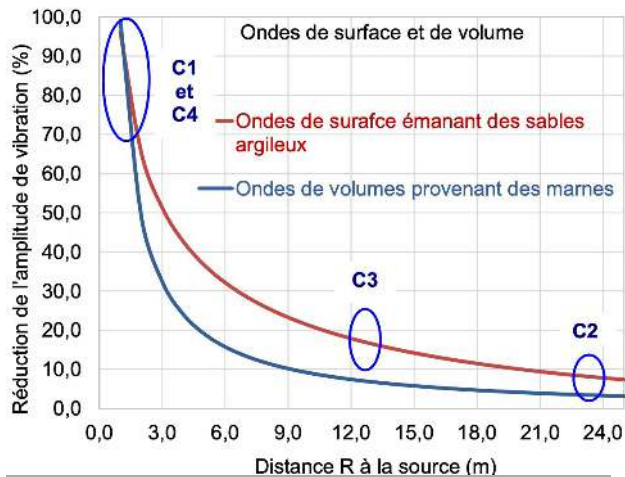


Figure 6 – Propagation des ondes dans le sol

La reprise de l'expertise ordonnée par le juge a permis de mettre en évidence, grâce à des recherches bibliographiques approfondies, l'existence d'un phénomène de propagation des ondes de surface et de volume en fonction de la distance (fig. 6). À partir du constat de ce phénomène, il a été possible de modéliser les vibrations générées par les travaux en fonction de la distance entre la source (les engins de chantier) et les différentes cibles C1 à C4 (les avoisinants), et de

déterminer si c'est bien la source qui est responsable des dommages (dans ce cas précis, C3 et C2 ne sont pas affectés par les ondes émanant du chantier).

La démonstration de cette méthode a ainsi permis de convaincre le juge du bien-fondé des conclusions du rapport d'expertise initial. Elle trouvera sa place dans une expertise dès lors que l'expert aura à défendre l'impact des travaux voisins ou mitoyens vis-à-vis d'un existant sur lequel une procédure de référé préventif est engagée, lorsqu'il existe un désordre.

↳ Les infiltrations d'eau

Une autre méthode applicable aux questions d'infiltrations d'eaux rencontrées lors de procédures de référés préventifs permet de modéliser les chemins empruntés par les eaux pompées sur un chantier par la détermination de gradients hydrauliques.

Pour conclure

Au regard de ce qui vient d'être exposé, il convient d'insister sur l'importance de **conduire des études géotechniques appropriées, en dépit de la baisse des moyens accordés** à cette question par les maîtres d'ouvrage.

De l'ensemble de la salle

Cette baisse de moyens n'est pas inquiétante.

Ammar DHOUIB

Il convient cependant de rester humble face aux phénomènes naturels, et procéder à un nombre suffisant de sondages correctement dimensionnés afin de prévenir l'aléa géotechnique.

Par ailleurs, il est essentiel de constituer une équipe de maîtrise d'œuvre réunissant les compétences individuelles indispensables.

De même, un suivi régulier s'impose. Ainsi, la tour CMA à Marseille risque de connaître un sinistre résultant de tassements. Il en va de même pour la Tour Granit, à La Défense, en raison de la qualité médiocre des argiles parnassiennes situées à 30 mètres en sous-sol et

sur lesquels elle repose. À l'inverse, le pont Bacalan à Bordeaux, dont l'une des deux piles situées dans la Garonne repose sur un radier-brosse², fait l'objet d'un suivi depuis 2004.

« Une droite tracée par deux points de mesure vaut plus qu'une droite tracée par 100 points théoriques »

Ammar Dhoub

Questions de la salle

De Louis MARIANI, architecte expert à Bastia (Haute-Corse)

Si la maîtrise d'œuvre ne devrait pas être solitaire, l'équipe de maîtrise d'œuvre peut-elle être solidaire, notamment lorsqu'un sinistre aboutissant à la fissuration complète d'un pavillon survient sans que l'on puisse déterminer qui en est le responsable ?

Ammar DHOUB

Avec la raréfaction des bons sols et la complexité croissante de la réglementation, auxquels s'ajoutent les exigences du développement durable, l'architecte peut jouer le rôle d'un maître d'œuvre, mais à condition de s'entourer de sachants dans les domaines où il ne l'est pas.

En cas de sinistre, il convient d'abord de déterminer le bon diagnostic en effectuant des sondages afin de s'assurer que les calculs étaient corrects. Établir un diagnostic précis suppose de prendre en compte la chronologie des faits et l'analyse de toutes les pièces. Même si la cause se trouve potentiellement dans le non-respect de l'étude de sol, il convient de procéder à un diagnostic complet afin d'écarter toutes les autres causes.

De Serge ELOIRE, architecte expert à Paris (11^e arrondissement)

Quelles sont les principales causes de la sinistralité ?

Ammar DHOUB

Si, en France, la non-qualité coûte potentiellement 3 % du Produit intérieur brut, est-il possible d'évaluer la sur-qualité ? 60 % des projets sont surdimensionnés, 20 % le sont correctement, et les sinistres interviennent sur 10 % des projets, principalement là où on ne les attend pas. Ainsi, à Marseille, où une paroi s'est déplacée de 50 millimètres, il a été établi que l'entreprise n'avait pas respecté l'ancrage demandé, entraînant un déplacement là où cet ancrage était correct. L'expertise a déterminé que le problème venait d'une mise en œuvre défectueuse des tirants, qui ne travaillaient pas aux charges attendues.

De Claude LE BIGOT, architecte expert à Paris (13^e arrondissement)

Quelle attitude devrait adopter l'architecte travaillant avec une équipe d'entreprise et pour le compte d'un maître d'ouvrage qui se désengage, dans le cadre de marchés de conception-réalisation ?

² Il s'agit d'un radier reposant sur un grand nombre de profilés battus dans le sol

Ammar DHOUIB

Deux exemples concrets permettent de répondre à la question.

- Dans le premier cas, il s'agissait d'un monte-charge pour véhicule qui a été inondé. L'analyse du dossier a montré que l'architecte n'avait pas demandé d'étude géotechnique (pour rappel, dans un contrat de construction où l'entreprise n'est qu'exécutant, les missions G1, G2 et G4 sont à la charge du maître d'ouvrage alors que la mission G3 est confiée à l'entreprise sauf prescription contractuelle ; dans un marché de conception-réalisation, le maître d'ouvrage doit fournir à l'entreprise soit un carnet de sondages, soit une mission géotechnique minimale). En l'occurrence, si le maître d'œuvre n'a pas demandé de mission G2, il s'est vu refuser une étude hydrogéologique au motif que le contrat la fixait à sa charge – ce qui n'était pas le cas. Dès lors on peut considérer que la responsabilité du maître d'ouvrage est engagée.
- Dans un second cas, une maison a été construite sur un sous-sol destiné à un usage de cave. La visite sur place révèle cependant un sous-sol aménagé inondé. L'architecte a failli à sa mission de conseil, car il n'a pas exigé, de la part du maître d'ouvrage, de refaire une étude géotechnique après que ce dernier a finalement opté pour un sous-sol aménagé, rendant ainsi caduque l'étude initiale.

De François-Xavier DÉSSERT, architecte expert à Poitiers (Vienne)

Concernant l'impact des travaux en référé préventif, en l'absence de sinistre, l'expert judiciaire doit-il s'adjointre les services d'un sapiteur géotechnicien ?

Ammar DHOUIB

Ce n'est pas nécessaire au stade du référé préventif, sauf si des désordres sont constatés.

De François-Xavier DÉSSERT, architecte expert à Poitiers (Vienne)

Cela pourrait cependant être nécessaire afin d'anticiper les sinistres résultant, par exemple, du phénomène de propagation des ondes.

Ammar DHOUIB

Si aucune fissure n'est apparue, l'expert principal du référé reste suffisant. Il revient à ce dernier d'évaluer lui-même la nécessité de faire appel à un sapiteur.

De Jean-Pierre PISSARRA, architecte expert à Osny (Val-d'Oise)

Qu'en est-il des fondations sur pieux métalliques du type « Techno Pieux » ? Cette alternative aux fondations en béton armé présente-t-elle des risques particuliers ?

Ammar DHOUIB

Cette technique existe depuis plusieurs années. Elle est très utilisée, mais il y a peu de retours.

Arnaud BURY

Ce procédé a été classé en technique courante, mais il reste très limité en termes de capacité portante, et plutôt adapté aux murs de clôture ou aux petites terrasses. Il nécessite en outre des essais de contrôle pour obtenir un dimensionnement correct.

Ammar DHOUIB

À ce sujet, il importe de rappeler que tout ce qui concerne l'amélioration du sol est considéré comme une technique de fondation non courante, donc soumise à une police d'assurance spéciale.

Arnaud BURY

La technique Techno Pieux relève de la technique courante, mais dans un domaine d'emploi spécifique.

Ammar DHOUIB

D'une manière générale il convient de relever que la question de savoir si la technique proposée par les entreprises de fondations spéciales est courante ou non surgit souvent au moment de la présentation du dossier à l'assureur.

De la salle [intervenant non identifié]

En cas de retrait-gonflement, les prescriptions de dimensionnement de la semelle en fonction de l'aléa soumettent-elles l'entreprise à une assurance particulière ?

Ammar DHOUIB

En premier lieu, il faut relever que le dimensionnement à 1,20 m en cas d'aléa fort n'est pas justifié. Ainsi, certains ancrages à 2,50 m ou à trois mètres se sont révélés insuffisants. Au Maroc la prescription est de sept mètres pour s'affranchir des variations hydriques des marnes de Casablanca. En présence d'argiles, il est conseillé de mettre en œuvre des fondations filantes afin de créer une boîte rigide.

En deuxième lieu, il convient d'établir un profil d'été et un profil d'hiver pour connaître la hauteur d'assèchement des argiles.

En troisième lieu, les argiles devront être chargées au maximum pour éviter des contraintes de gonflement trop importantes.



Travaux d'infrastructure : les points sensibles



Arnaud BURY

Ingénieur, spécialiste technique national structure béton à l'APAVE

Du point de vue du contrôleur technique, les travaux d'infrastructure concernent plus l'ouvrage lui-même que le sol. Les points sensibles rencontrés concernent alors la stabilité en phase provisoire et l'agressivité du sol, ainsi que les interactions avec les existants et avec l'eau.

Panorama des solutions de stabilité provisoires et risques associés

↳ Des solutions liées au contexte du projet

En phase provisoire de réalisation d'une infrastructure, lorsque la place disponible est suffisante, la solution classique reste la réalisation de fouilles avec talus dont la pente sera de l'ordre de trois longueurs horizontales pour deux longueurs verticales, ou bien une longueur horizontale pour une verticale si le terrain est de très bonne qualité. Ces talus doivent être protégés du ravinement et de l'accumulation des eaux de pluie.

Lorsque la place manque, il est possible de mettre en œuvre des solutions constructives ne nécessitant pas de talutage, dont le choix dépendra des caractéristiques du projet, du sol et de la présence éventuelle d'une nappe d'eau. Une technique mal adaptée conduira de fait vers un fort risque de sinistre.

↳ Le voile par passes (VPP) alternées

La technique du **voile par passes** consiste à réaliser la fouille par un terrassement vertical accompagné de la mise en place, par passes alternées de dimensions réduites, d'une armature recouverte de béton projeté puis butonnée. La tenue des terres étant assurée par la cohésion du sol, la technique du VPP ne peut pas être utilisée dans les zones de sable fin, et reste généralement limitée à deux niveaux de sous-sol.

Elle est également limitée par un nombre important de cas particuliers. Ainsi, en présence d'une construction mitoyenne, un risque de déstabilisation de la fondation existante apparaît, ce qui conduit à mettre en œuvre des techniques complémentaires telles que la **tranchée blindée continue** ou les **puits blindés ponctuels**, auto-stables et plus fiables que le VPP.

Le VPP est par ailleurs confronté à des risques liés au non-respect des dimensions des passes définies par l'étude géotechnique. Dans de tels cas, il y a un risque d'éboulement, qui peut être aggravé par les eaux de pluie. De même, le fait de ne pas remettre en place les butons après chaque passe expose au même risque d'effondrement. Enfin, il existe également un risque résultant du défaut de liaison entre le buton provisoire et le mur qu'il soutient. Le schéma ci-dessous (*fig.6*) illustre l'importance d'une liaison solide.

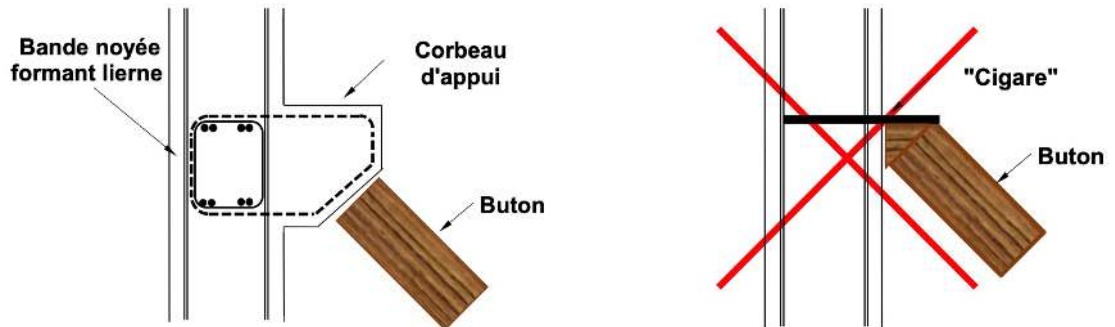


Figure 6 – L'importance de liaison entre buton et mur

À cet égard des recommandations professionnelles sur la conception, le dimensionnement et l'exécution du VPP sont en cours de finalisation par le Comité français de mécanique des sols (CFMS), et constitueront un document de référence important, qui mentionnera notamment l'obligation de butonner également au niveau du sol.

C'est d'ailleurs sur ce point que porte le dernier risque associé : le buton est en principe posé sur une semelle de fondation provisoire. Si la liaison correspondante est mal faite, il y a un risque de mouvement.

↳ Les parois périmétriques

Le principe des **parois périmétrique** consiste à forer des pieux écartés de 2,5 m environ dans le sol, à l'intérieur desquels sont placés des éléments résistants, selon diverses techniques donnant lieu à des appellations différentes telles que la paroi berlinoise, lutétienne ou encore moscovite. Ce système s'avère beaucoup plus fiable que la VPP du fait que les éléments de maintien du sol sont mis en place avant le terrassement.

Selon les cas de figure, ces parois sont auto-stables, ou stabilisées par des butons ou des tirants passant entre deux pieux et ancrés dans une lierne³.

Si les parois périmétriques offrent l'avantage d'autoriser des profondeurs de fouilles plus importantes sur des terrains sans cohésion, elles présentent cependant des risques similaires à ceux des VPP, liés eux-aussi aux défauts de liaison entre le buton ou le tirant et le mur, ainsi qu'au gabarit de la machine à pieux, qui impose un recul suffisant en présence de bâtiments mitoyens.

↳ Pieux sécants, palplanches et parois moulées

En présence d'une nappe phréatique, d'autres solutions seront mises en œuvre pour assurer la rétention de l'eau. Ainsi, la technique des **pieux sécants** consiste à forer des pieux primaires non armés, entre lesquels des pieux secondaires, armés cette fois-ci, sont également forés en rognant sur les premiers, de telle sorte que le tout constitue une paroi étanche. Cette solution reste cependant trop contraignante pour de grandes surfaces, notamment en raison du risque de décalage entre les pieux qui augmente avec leur nombre. Les **palplanches mécaniques**, battues ou vibrofoncées dans le sol, sont connectées entre elles par un système de serrure afin de constituer une structure relativement étanche. Plutôt adaptées aux ouvrages provisoires, elles peuvent être mises en place définitivement en tenant compte cependant du risque de corrosion (prise en compte d'une épaisseur

³ Il s'agit d'un profilé métallique placé horizontalement contre un rideau de palplanches pour le raidir (permet, par ex, de répartir l'action de tirants d'ancrage) – [Dictionnaire du BTP, éditions Eyrolles](#)

sacrificielle) sur une durée de vie globale prévisible, usuellement de 50 ans pour les bâtiments.

Enfin, la **paroi moulée** reste la plus solide en présence d'une nappe d'eau. Elle est mise en œuvre dans une tranchée terrassée dont la paroi est ensuite bétonnée en intégrant des armatures métalliques par panneaux successifs autonomes, ce qui implique un traitement spécifique des joints de type « waterstop » entre ces panneaux pour maintenir l'étanchéité relative. L'épaisseur de ce type de paroi va de 52 à 152 cm.

Comme pour la paroi berlinoise, la paroi moulée impose un recul minimum vis-à-vis des mitoyens. Son efficacité est également limitée par la qualité de la liaison entre la paroi et le système de butonnage et les défauts de continuité ou d'alignement entre les panneaux formant des éléments autonomes. L'emploi des palplanches, pour sa part, est limité par la qualité du sol, qui peut conduire à un refus prématuré de s'enfoncer.

L'agressivité du sol

↳ Des classes d'exposition au risque de dégradation et de corrosion

La question de la durabilité de la paroi se pose ensuite dans la mesure où tout ouvrage en béton armé peut se dégrader chimiquement, soit par la dégradation du béton proprement dit, soit par la corrosion de son armature métallique.

Selon les Eurocodes, les classes de risque de dégradation font l'objet de classes d'exposition. Ainsi, pour les ouvrages en contact avec le sol (cas des parois d'infrastructure), les classes sont les suivantes :

- XC pour la corrosion par carbonatation
- XS pour celle liée aux chlorures dans l'eau de mer
- XD pour celle liée aux chlorures autres (sels de déverglaçage)

Ces trois classes concernent la dégradation du béton et des armatures.

Pour le matériau béton proprement dit, les classes sont les suivantes :

- XF pour les attaques par cycle de gel/dégel
- XA pour les attaques chimiques

Les parois d'infrastructures des ouvrages en contact avec le sol (c'est-à-dire soumis à une humidité permanente) relèvent pour leur part de la classe XC2, celles immergées en permanence dans l'eau de mer de la classe XS2 et XS3 lorsqu'elles sont en soumission au battement de la nappe, c'est-à-dire successivement sèches puis humides.

Lorsqu'elle est soumise au gel, la partie haute de la paroi sera classée XF1 ou XF3 en fonction de la sévérité du gel.

↳ L'agression chimique

L'agression chimique, enfin, dépendra de la concentration des agents agressifs contenus dans le sol ou dans l'eau du sol, et sera classée selon le Fascicule de documentation (FD) 18-011 (fig. 7&8).

Agents agressif	Norme d'essai	Classe d'agressivité selon NF EN 206+A2/CN:2022		
		XA1	XA2	XA3
Agressivité des sols				
SO ₄ ²⁻ (mg/kg de sol séché à 105 °C ± 5 °C) ^f	NF EN 196-2 ^g	≥ 2 000 et ≤ 3 000	> 3 000 et ≤ 12 000	> 12 000 et ≤ 24 000 ^{c, g}
Degré d'acidité Baumann-Gully (ml/kg)	NF EN 16502	> 200	h	h

Figure 7 – Agressivité chimique des sols selon FD-P18-011

Agents agressif	Norme d'essai	Classe d'agressivité selon NF EN 206+A2/CN:2022		
		XA1	XA2	XA3
Agressivité des eaux en fonction de leur concentration en agents agressifs et de leur pH : eaux stagnantes ou à faible courant, climat tempéré, pression normale (hors eau de mer)				
CO ₂ agressif (mg/l)	NF EN 13577 ^a	≥ 15 et ≤ 40	> 40 et ≤ 100	> 100 ^b jusqu'à saturation
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	NF EN 196-2	≥ 200 et ≤ 600	> 600 et ≤ 3 000	> 3 000 et ≤ 6 000 ^c
Mg ²⁺ (mg/l)	NF EN ISO 7980	≥ 300 et ≤ 1 000	> 1 000 et ≤ 3 000	> 3 000 ^b jusqu'à saturation
NH ₄ ⁺ (mg/l)	ISO 7150-1	≥ 15 et ≤ 30	> 30 et ≤ 60	> 60 et ≤ 100 ^{c d}
pH	NF T 90-008	≤ 6,5 et ≥ 5,5	< 5,5 et ≥ 4,5	> 4,5 et ≥ 4,0 ^c
TAC (mé/l) ^e Eau faiblement minéralisée	NF EN ISO 9963-1 et NF EN ISO 9963-2	≤ 1,0 et ≥ 0,4 ⁱ	< 0,4 et ≥ 0,1 ⁱ	< 0,1 ^j

Figure 8 – Agressivité chimique de l'eau dans le sol selon FD-P18-011

Les ouvrages métalliques font également l'objet d'un classement, cette fois lié aux pertes d'épaisseur résultant de la corrosion. Ainsi, l'Eurocode 3 (partie 5) préconise-t-il des valeurs d'épaisseurs sacrificielles en fonction de la durée de vie prévue de l'infrastructure (fig. 9).

Durée d'utilisation de projet	5 ans	25 ans	50 ans	75 ans	100 ans
Sols naturels intacts (sable, limon, argile, schiste,)	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20
Sols naturels pollués et sites industriels	0,15	0,75	1,50	2,25	3,00
Sols naturels agressifs (marais, marécages, tourbe...)	0,20	1,00	1,75	2,50	3,25
Remblais non compactés et non agressifs (argile, schiste, sable, limon,)	0,18	0,70	1,20	1,70	2,20
Remblais non compactés et agressifs (cendres, scories....)	0,50	2,00	3,25	4,50	5,75

Notes :

1) Les taux de corrosion dans les remblais compactés sont inférieurs à ceux observés dans les remblais non compactés. Dans les remblais compactés, il convient de diviser par deux les chiffres du tableau.

2) Les valeurs données pour 5 ans et 25 ans sont basées sur des mesures, tandis que les autres valeurs sont extrapolées.

Figure 9 – Valeurs d'épaisseurs sacrificielles

Les interactions avec la structure intérieure et avec les mitoyens

↳ Les interactions entre les parois périphériques et la structure intérieure

Dans une infrastructure, les parois périphériques, en assurant le maintien du sol, subissent **une poussée d'autant plus importante que le terrassement est profond**. Si, en phase définitive, ce sont les planchers qui, en lieu et place des butons mis en œuvre en phase provisoire, jouent le rôle d'entretoisement et rendent la structure auto stable, cet équilibre peut cependant se trouver remis en cause dans certains cas. Il en va ainsi lorsqu'une gaine verticale est créée au droit d'un mur périphérique, ou lorsque des trémies et rampes d'accès aux parcs de stationnement sont ouvertes dans les planchers butonnants.

Une attention particulière doit être portée aux ruptures de continuité du plancher telles que les joints de dilatation et les trémies de grande dimension qui détériorent la fonction d'entretoisement.

C'est également le cas dans les configurations créant une poussée dissymétrique, c'est-à-dire lorsque le sol est plus bas d'un côté de l'infrastructure. Il convient alors de mobiliser suffisamment de poids propre pour que le bâtiment compense, par son inertie et les frottements qu'il génère sur le sol, l'absence de contre-poussée horizontale.

↳ Le retrait différentiel

Lorsqu'une infrastructure intérieure est coulée en béton après mise en œuvre de parois périphériques, un phénomène particulier risque de se produire lors du retrait du béton de l'infrastructure, qui se produit de manière décalée par rapport à celui de la paroi périphérique. **Ce retrait différentiel désolidarise alors la paroi périphérique de la structure intérieure, entraînant ainsi des fissurations.** Le phénomène peut être amplifié en cas d'absence de joints de dilatation.

↳ Les interactions avec les mitoyens

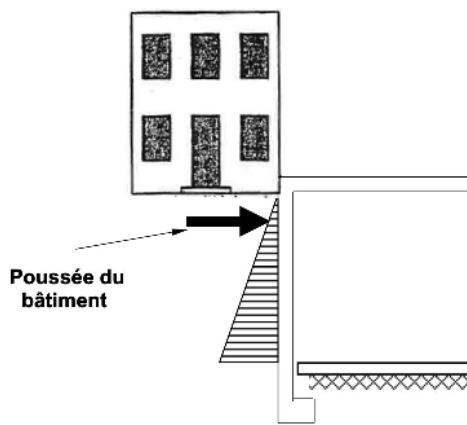


Figure 10 – Poussée du mitoyen

La construction d'une infrastructure sous le niveau d'assise d'un bâtiment mitoyen implique de compenser en permanence la poussée horizontale correspondant au poids de ce dernier (*fig.10*), en dimensionnant la paroi périphérique « en voile masque », c'est-à-dire en armant la structure de telle sorte qu'elle absorbe la poussée du sol et celle du mitoyen. En phase provisoire la méthodologie doit alors être adaptée, par exemple en remplaçant le VPP par une solution de tranchée blindée.

La reprise en sous-œuvre préalable du mitoyen constitue une solution alternative dans la mesure où elle permet de placer les fondations du bâtiment voisin au même niveau que celle du projet, mais elle se heurte à la question de la propriété du sous-sol.

Outre les critères habituels de résistance structurelle de la paroi, lorsque la poussée du mitoyen doit être retenue et en fonction de sa configuration et de son état, il peut être nécessaire de prendre en compte des critères additionnels de déformation ou de déplacement de l'écran afin de ne pas entraîner de tassement préjudiciable au mitoyen.

En présence d'une nappe d'eau un système de rabattement de nappe peut constituer une solution technique en phase chantier, par pompage de l'eau. Cette solution, qui présente l'inconvénient d'assécher le terrain voisin et d'entraîner de possibles mouvements de son sol, doit être validée par un géotechnicien.

Si une paroi périphérique étanche a été mise en place, la fiche hydraulique permettra de couper les circulations d'eau et de pomper à l'intérieur de la fouille sans incidence critique sur l'extérieur à condition qu'elle soit ancrée dans un horizon étanche tel que l'argile.

↳ Le rôle du contrôleur technique

Si la mission du contrôleur technique porte sur la solidité de la construction achevée, il peut cependant réaliser une mission complémentaire spécifique : la mission AV (pour « AVoisnants »). Cette dernière, effectuée pendant la phase de réalisation des fondations et d'infrastructure, porte notamment sur les « bâtiments contigus à l'ouvrage objet de l'opération », ce qui exclue par exemple les ouvrages tels que la voirie, un mur de clôture ou

un bâtiment en recul par rapport à la limite du projet, sauf si ces derniers sont expressément mentionnés au contrat de contrôle technique ou s'il est nécessaire de les prendre en compte, ce qui fera alors l'objet d'une mission complémentaire.

Les interactions avec l'eau

↳ Les eaux d'infiltration

Si les parois périphériques assurent une protection relative vis-à-vis des eaux d'infiltration, il convient d'en définir les exigences en fonction de l'usage des locaux de l'infrastructure, notamment selon le DTU 20.1. Ainsi, les locaux d'habitation en sous-sol nécessitant un revêtement d'étanchéité relèveront de la catégorie 1, ceux pour lesquels des infiltrations limitées sont acceptables (parc de stationnement) par le Maître d'ouvrage relèveront de la catégorie 2. À cet égard il est considéré qu'une paroi en béton n'est pas étanche.

« Une paroi de béton n'est étanche qu'entre deux fissures »

Arnaud Bury

En tout état de cause, la protection d'une infrastructure contre les eaux d'infiltration peut être assurée par un drainage périmétrique afin de canaliser et évacuer les eaux d'infiltration. Ce dernier reste cependant insuffisant pour les locaux de catégorie 1 et génère une certaine sinistralité. L'Agence qualité construction (AQC) réalise actuellement une étude à cet égard afin d'établir des règles de bonnes pratiques.

Concernant les systèmes par talutage, la technique des murs à coffrage intégrés (également désignés sous le terme de prémurs), qui consiste en deux parois préfabriquées reliées par des entretoises permet de réaliser des murs d'infrastructure lorsque la place est insuffisante pour disposer des banches de coffrage. **Elle crée cependant un point de faiblesse supplémentaire au niveau des joints entre les éléments préfabriqués**, ce qui contraint à mettre en œuvre des traitements supplémentaires spécifiques (fig.11).

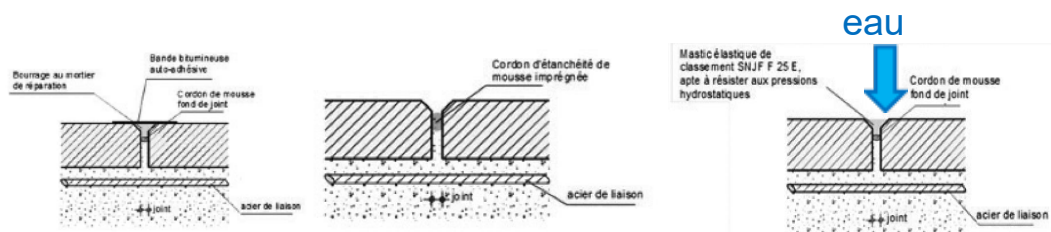


Figure 11 – Traitement des joints entre prémurs

En présence de locaux de catégorie 1, un revêtement d'étanchéité s'impose, ce qui ne pose pas de difficulté pour une infrastructure construite par talutage. Dans le cas contraire, lorsque la paroi définitive en contact avec le sol interdit la pose d'un tel revêtement, il conviendra de mettre en place une contre-structure et un cuvelage extradados avant la structure définitive, ou bien de réaliser un cuvelage intrados par imperméabilisation (solution moins performante).

↳ La nappe d'eau

En présence d'une nappe dans le sol, qu'elle soit de nature statique, artésienne ou en écoulement, il convient d'assurer la stabilité du bâtiment à la sous-pression, ainsi que l'étanchéité des parois en fonction de l'usage des locaux, et enfin d'adapter les techniques constructives lorsqu'un terrassement dans la nappe est nécessaire.

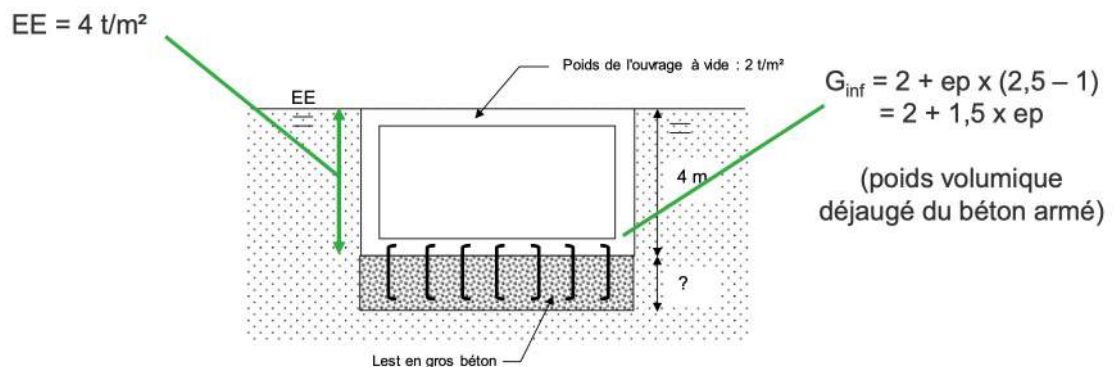
Dans le cas le plus courant d'une nappe statique, celle-ci doit être précisément définie : différents niveaux des eaux. Ainsi on considère que le niveau des eaux basses (EB) correspond à celui susceptible d'être dépassé pendant la moitié du temps de référence, celui des eaux fréquentes (EF) pendant 1%, et celui des eaux hautes (EH au moins une fois tous les 50 ans).

Le niveau des eaux exceptionnelles (EE), pour sa part, constitue le niveau des plus hautes eaux prévisibles, ou celui retenu pour l'inondation des locaux lorsqu'elle est admise. Lorsque ce niveau est dépassé, un dispositif doit être prévu pour autoriser l'intrusion de l'eau dans le bâtiment afin de répartir et limiter l'impact des crues. Ce niveau EE dépend du choix du Maître d'ouvrage, et dépend du Niveau des plus hautes eaux (NPHE) ou des Plus hautes eaux connues (PHEC), en prenant en considération le fait que les niveaux de nappes dépendent de l'hydrogéologie, mais également de l'activité humaine liée aux pompages industriels de la nappe phréatique par exemple.

La définition précise de la nappe implique la réalisation d'une étude hydrogéologique prenant en compte l'historique du site, l'influence de la pluviométrie mesurée sur une période d'une année, la présence de cours d'eau situés à proximité, l'influence des pompages industriels, etc.

↳ La stabilité à la sous-pression

La stabilité à la sous-pression consiste à équilibrer le poids du volume d'eau déplacé soit par le poids mort du bâtiment, de telle sorte que le poids propre de l'ouvrage soit supérieur à la sous-pression maximale (fig.12), soit en moyenne de tirants d'ancrage.



$$2 + 1,5 \times ep \geq 1,05 \times 4 \Rightarrow ep \geq 1,47 \text{ m}$$

Figure 12 – Exemple de calcul de stabilité à la sous pression

Dans cet exemple, le poids du lest de béton correspond à son épaisseur multipliée par la densité du béton armé, déduction faite de la poussée de l'eau sur ce bloc, ce qui correspond à son poids volumique déjaugé. Si cela s'avère impossible, on aura recours à la solution des tirants d'ancrage.

En cas de nappe en écoulement, l'infrastructure ne doit pas faire barrage, ce qui nécessite la réalisation d'une transparence hydraulique. Cette technique ne consiste à collecter la nappe en amont à travers des canalisations traversant l'infrastructure et restituant l'eau en aval, de telle sorte que l'écoulement se poursuive.

Si la nappe est de type artésien (en charge), des dispositions spécifiques sont à définir au cas par cas par le géotechnicien.

↳ La question du cuvelage

Trois solutions de cuvelage sont prévues par le DTU 14.1 : le cuvelage à structure béton, dont l'étanchéité est relative, le cuvelage à revêtement intérieur d'imperméabilisation et le cuvelage avec revêtement extérieur d'étanchéité.

La première solution limite les infiltrations par un dimensionnement des parois autorisant un débit de fuite maximum. Elle n'est pas adaptée aux locaux de catégorie 1, et reste limitée par le DTU à une hauteur d'eau de huit mètres. Les reprises de bétonnage sont à traiter avec des reprises spécifiques et continues.

La deuxième solution provoque la cristallisation de l'eau en contact avec le revêtement, mais ce dernier ne résiste pas à la fissuration du support béton, ce qui implique de garantir un accès au revêtement pour effectuer des réparations ponctuelles. Cette solution est limitée par le DTU à une hauteur d'eau comprise, selon les procédés, entre 15 et 32 mètres. Une contre-cloison ventilée peut être disposée devant les parois cuvelées afin d'isoler le local de l'humidité (fig. 13).

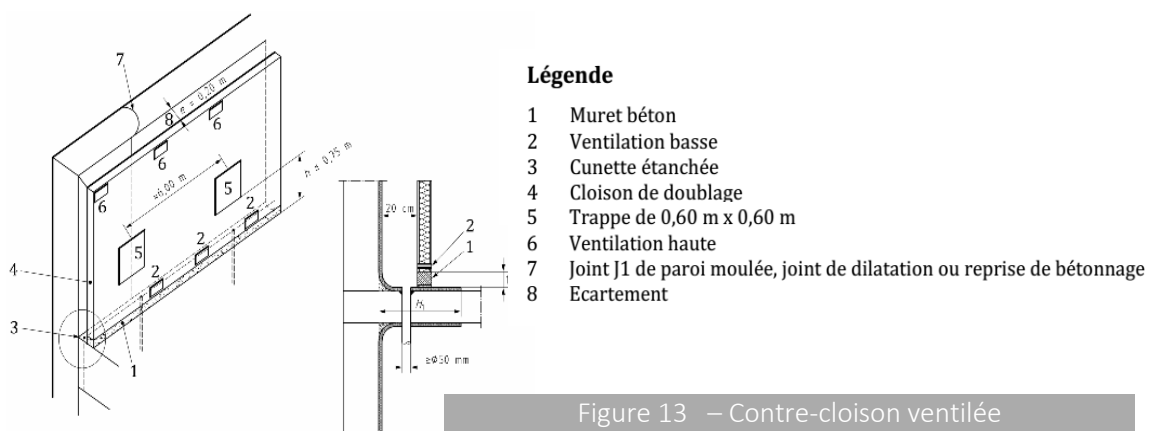


Figure 13 – Contre-cloison ventilée

Enfin, la troisième solution consiste à mettre en œuvre un revêtement d'étanchéité en extrados. Cela reste une technique complexe qui nécessite une contre-structure, un faux radier, puis un radier définitif avant de remonter les voiles et l'étanchéité. Divers systèmes sont acceptés par le DTU : revêtements bitumineux bicouche ou PVC-P monocouche. D'autres procédés sous avis techniques existent également.

Questions de la salle

De Céline PETROT, architecte experte à Bordeaux (Gironde)

Quelles peuvent être les soutiens réparatoires en cas de fissurations du cuvelage ? Celles de type Tectoproof® n'entraînent-elles pas une surenchère par rapport au DTU ?

Arnaud BURY

Le système de cuvelage Tectoproof® développé par Etandex reste en effet l'une des meilleures solutions, en ce qu'elle constitue à la fois la structure et le cuvelage d'étanchéité. Il est par exemple applicable sur une paroi insuffisamment ferrillée. Il bénéficie d'une résistance à la fissuration qui répond au DTU 14-1..

De Nicolas BUAL, architecte expert à Paris (16^e arrondissement)

Dans le cadre d'un référé préventif, il a été constaté d'importants affouillements dans les caves d'un immeuble haussmannien, résultant de la construction d'un immeuble mitoyen par voile enterré posé sur pieux et planches en bois. Existe-t-il une technique efficace à cet égard ?

Arnaud BURY

Il existe effectivement des techniques de blindage en bois laissé dans le sol, qui créent des vides lorsqu'il pourrit. Il n'existe malheureusement pas de solution idéale.

De Nicolas BUAL, architecte expert à Paris (16^e arrondissement)

Cela a généré des trous de deux mètres de profondeur.

Arnaud BURY

Cela paraît énorme. Peut-être existe-t-il d'autres problématiques telles que des canalisations fuyardes.



Sigles

AQC : Agence qualité construction
CFMS : Comité français de mécanique des sols
DTU : Document technique unifié
IGH : Immeuble de grande hauteur
NGF : Niveau général de la France
NPHE : Niveau des plus hautes eaux
PHEC : Plus hautes eaux connues
RN : Retenue normale
VPP : Voile par passes

©CNEAF – 3 février 2023

Crédits photographiques : CNEAF, intervenants

Rédaction :

rediger.
création et contenu