JUSTICE CONSTRUCTION

Conférence débat du 4 juin 2019

GEOTECHNIQUE ET EXPERTISE

Les thèmes abordés

1 . La géotechnique

2 . L'encadrement de la géotechnique : la norme NF P 94-500

3 . L'apport de la géotechnique dans les expertises judiciaires

4 . Les sinistres des géotechniciens

5 . Les responsabilités des géotechniciens – Maître Marie-Laure CARRIERE

1 - La géotechnique

C'est l'ensemble des activités liées aux applications de la mécanique des sols, de la mécanique des roches et de la géologie de l'ingénieur.

Elle s'appuie sur différentes sciences de la terre : géologie, hydrogéologie, mécanique des sols, mécanique des roches, rhéologie des matériaux, géophysique, dynamique des sols, géochimie …

Elle englobe l'étude des propriétés géotechniques des sols et de l'interaction entre les terrains et les ouvrages environnants (réalisation et exploitation).

Les ouvrages géotechniques les plus courants sont : les fondations, les soutènements, les ouvrages en terre, les assises de dallage ou de voirie, les ouvrages souterrains, les ouvrages de drainage, d'épuisement et de pompage, les améliorations de sols …

1 - La géotechnique

Le rôle classique du géotechnicien dans l'acte de construire est :

- d'obtenir des données géotechniques : nature des couches du sous-sol, caractéristiques mécaniques, paramètres de comportement, niveaux d'eau et variabilité … et définir la zone d'influence géotechnique (ZIG)
- de préconiser les adaptations au sol d'un projet tout au long de sa conception et de sa réalisation
- de dimensionner les ouvrages géotechniques (fondations, niveaux bas, soutènements, protections contre les eaux souterraines, améliorations de sols, renforcements de sols …
- de superviser les études d'exécution et les travaux

1 - La géotechnique

Les missions géotechniques doivent être évolutives en fonction du projet et des éléments révélés en cours d'étude et sont destinées à réduire les aléas pouvant affecter un ouvrage au cours de sa construction et de sa vie.

Les sols sont hétérogènes, les missions du géotechnicien sont variées, ses préconisations sont soumises à l'adaptation du maître d'œuvre, des entreprises et de leur bureaux d'études et à l'avis du contrôleur technique.

Enfin, l'ouvrage doit respecter certains impératifs financiers qui peuvent mener à un budget d'étude réduit ou à une forfaitisation des fondations ou des traitements de sols.

Les risques de litiges et de sinistres sont ainsi réunis et sont donc grands pour les ouvrages géotechniques et les géotechniciens.

2 – La norme NFP 94-500

La norme NF P 94-500 gère les missions susceptibles d'être réalisées par les géotechniciens à l'exclusion des études relatives à la pollution des sols.

La version actuelle de la norme est applicable depuis le 30 novembre 2013. Elle remplace la version de décembre 2006 qui succédait à celle de juin 2000.

Ces diverses versions ont pour but d'améliorer l'enchaînement des missions et leur calage par rapport aux missions de maîtrise d'œuvre.

Elle ne fixe pas le contenu de l'étude (nombre et type de sondages, type d'essais, profondeur des investigations, ouvrages étudiés …) mais elle encadre le niveau de précision de chaque phase d'étude.

2 – La norme NFP 94-500 : Pourquoi une norme ?

La norme NF P 94-500 est faite pour contribuer à la maîtrise des incertitudes et des risques géotechniques, en fonction des phases du projet :

- Le risque majeur doit être identifié, réduit ou annulé par des recommandations appropriées pour le futur ouvrage dès le stade de l'étude géotechnique préalable (étape 1 – MOE : esquisse/APS)
- Le risque important sera réduit ou annulé au stade de l'étude géotechnique de conception (étape 2 – MOE : APD/AVP, PRO, DCE) : adaptation du projet …
- Le risque mineur identifié a un faible impact sur la qualité, le coût, la sécurité et les délais et peut justifier une solution d'optimisation au stade de la réalisation (étape 3 – MOE: EXE/VISA/DET/AOR)

D'où une progressivité des investigations et des missions afin de réduire les incertitudes résiduelles.

2 – La norme NFP 94-500 : L'étude géotechnique est-elle obligatoire ?

Tout d'abord, l'étude géotechnique n'est pas effectuée obligatoirement sauf dans deux cas particuliers :

- Un PPR RGA (retrait – gonflement des argiles) est applicable et les constructeurs décident d'opter pour l'étude géotechnique au lieu de l'ensemble des dispositions constructives forfaitaires. Elle est alors obligatoire.
- Le constructeur est un CMIste certifié NF. Elle est alors d'application contractuelle.

Dans les autres cas, l'étude géotechnique découle de mesures de bon sens (maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre), d'incitations fortes (assureurs) ou d'impositions (contrôleurs techniques).

2 – La norme NFP 94-500 : L'étude géotechnique est-elle obligatoire ?

Si la norme est contractualisée dans le marché concerné, elle devient d'application obligatoire.

Dans le cas contraire, …

Les géotechniciens placent quasiment systématiquement leurs activités sous cette norme, et ce, dès l'établissement de la proposition technique et financière.

C'est une des Règles de l'Art.

2 – La norme NFP 94-500 : Une mission ou un enchaînement de missions ?

Dès lors que la norme s'applique, l'enchaînement des missions est obligatoire. La norme distingue ce qui ressort du Maître d'ouvrage et de l'Entreprise :

- À la charge du maître d'ouvrage ou de son mandataire, les missions G1 et G2 des étapes 1 et 2 et la mission G4 de l'étape 3
- À la charge de l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, la mission G3 sous ses phases interactives « étude » et « suivi » de l'étape 3

2 – La norme NFP 94-500 : Etape 1 : Etude géotechnique préalable G1

Phase de la maîtrise d'œuvre	Mission géotechnique	Objectif à atteindre	Management des risques
	Etude géotechnique préalable (G1) ; Phase « étude de site » (ES)	Spécificités globales du site	1ère identification des risques du site
Etude préliminaire, esquisse, APS	Etude géotechnique préalable (G1) ; Phase « principes généraux de construction » (PGC)	1ère adaptation des futurs ouvrages	1ère identification des risques pour les futurs ouvrages

2 – La norme NFP 94-500 : Etape 2 : Etude géotechnique de conception G2

Phase de la maîtrise d'œuvre	Mission géotechnique	Objectif à atteindre	Management des risques
APD / AVP	Etude géotechnique de conception (G2) ; Phase « avant projet » (AVP)	Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés ; Mesures correctives pour les risques résiduels avec détection, au plus tôt, de leur survenance.
PRO	Etude géotechnique de conception (G2) ; Phase « projet » (PRO)	Conception et justifications du projet	
DCE / ACT	Etude géotechnique de conception (G2) ; Phase « DCE / ACT »	Consultation sur projet de base. Choix de l'entreprise. Mise au point du marché de travaux.	

2 – La norme NFP 94-500 : Etape 3 : Etude géotechnique de réalisation G3 (entreprise) Supervision géotechnique d'exécution G4 (MOA)

Phase de la maîtrise d'œuvre	Mission géotechnique	Objectif à atteindre	Management des risques
EXE / VISA	Etude et suivi géotechnique d'exécution: • G3 (phase étude d'exécution) pour l'entreprise ; • G4 (phase supervision de l'étude d'exécution) pour le MOA	Etude d'exécution conforme aux exigences du projet avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels ; mesures correctives ; contrôle du management des risques résiduels.
DET / AOR	Etude et suivi géotechnique d'exécution: • G3 (phase suivi d'exécution) pour l'entreprise ; • G4 (phase supervision du suivi d'exécution) pour le MOA	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du MOA	

Les phases « d'étude » et de « suivi » et de « supervisions » sont interactives.

2 – La norme NFP 94-500 :
A toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant
Diagnostic géotechnique G5

À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)	Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

2 – La norme NFP 94-500 : Etape 1 : Contenu mission G1

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

Celle mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est a la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

Phase Etude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et !'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une premiére identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

2 – La norme NFP 94-500 : Etape 2 : Contenu mission G2

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maitrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maitrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Etablir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs éludes de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

2 – La norme NFP 94-500 : Etape 3 : Contenu mission G3

ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)
ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à !'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT.
Elle comprend deux phases interactives :

Phase Etude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Elaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et !'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Elude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Etablir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

2 – La norme NFP 94-500 : Etape 3 : Contenu mission G4

ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)
SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maitrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d 'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par !'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3). du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernes (G3), de l'adaptation ou de !'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par !'entrepreneur (G3).
- Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

2 – La norme NFP 94-500 : Contenu mission G5

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

— Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.

— Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

3 – L'apport de la géotechnique dans une expertise judiciaire

Dans une expertise touchant le domaine géotechnique, on a souvent besoin de rechercher les causes et origines d'un litige ou d'un sinistre d'où découleront les éléments de responsabilité et de fournir, au maître d'œuvre des travaux de réparation, les données nécessaires à l'étude et au chiffrage d'un projet de réparation.

Pour cela, l'Expert devra identifier, au plus tôt, la pathologie ressortant du domaine géotechnique.

Puis, il devra définir le programme des investigations à réaliser. Celui-ci sera soumis aux Parties.

Comme la géotechnique n'est pas une science exacte (une pathologie peut avoir plusieurs causes), l'Expert devra analyser la cause la plus probable mais examinera aussi toutes les autres causes potentielles afin de les éliminer ou de les considérer (cause réelle, facteurs aggravants ...).

3 – L'apport de la géotechnique dans une expertise judiciaire
La démarche de l'Expert

La conduite à tenir dépend de la spécialité de l'Expert.

Certaines assignations mettent en cause clairement le géotechnicien ou une origine liée à un ouvrage géotechnique. Un Expert géotechnicien est, alors, généralement nommé (C.1.25).

Mais, d'autres sinistres sont plus insidieux et semblent toucher la structure (fissures, affaissements …). Un Expert plus généraliste peut alors être nommé (C.1.12 – gros œuvre, C.1.10 – génie civil, Architecte …).

3 – L'apport de la géotechnique dans une expertise judiciaire si l'Expert est géotechnicien

L'Expert nommé aura très certainement besoin de faire procéder à des investigations.

Il aura recours à un géotechnicien réputé, le plus indépendant possible, à qui il confiera une mission d'investigations (ex G0 dans les versions précédentes de la norme) avec remise d'un rapport factuel.

Comme il doit mener sa mission par lui-même, il analysera les résultats et déterminera les causes et origines des désordres et les grandes options de réparation (sans faire de maîtrise d'œuvre).

Le géotechnicien appelé sera alors un prestataire.

3 – L'apport de la géotechnique dans une expertise judiciaire si l'Expert n'est pas géotechnicien ; sapiteur ou prestataire ?

Les premières opérations (constatations, évolutions …) conduiront peut-être l'Expert nommé à émettre l'hypothèse d'une origine géotechnique dans le sinistre. Celui-ci aura alors très certainement besoin de faire intervenir un géotechnicien pour procéder à des investigations et les analyser.

Il faut attirer l'attention sur le rôle que va jouer le géotechnicien.

Celui-ci doit être totalement indépendant des Parties dans la cause.

Il doit avoir le même degré de connaissance du dossier que l'Expert : historique de la construction, survenance du sinistre, constatations y compris celles qui ne concernent pas directement la géotechnique (chaînages structurels, réseaux …), prise en compte d'autres investigations (suivis de jauges, inspections de réseaux, ancienne étude géotechnique …).

3 – L'apport de la géotechnique dans une expertise judiciaire si l'Expert n'est pas géotechnicien ; sapiteur ou prestataire ?

Le géotechnicien choisi ne doit pas être adossé à une entreprise spécialisée dans les travaux spéciaux (micropieux ou injections de résine …) car il y a un risque de voir les préconisations de réparations orientées vers ce type de travaux.

Si le géotechnicien intervient comme sapiteur, il le fera sous la mission G5 de la norme NF P 94-500.

L'Expert devra faire siennes la démarche et les conclusions du géotechnicien avec les risques inhérents. Méconnaissance de la technique pour l'Expert et méconnaissance des principes directeurs du procès pour le géotechnicien.

Pour toutes ces raisons, il est préférable d'avoir recours à un sapiteur, Expert spécialisé en géotechnique, qui sollicitera un prestataire.

4 – Les sinistres des géotechniciens

Les géotechniciens peuvent être impliqués dans de nombreux litiges et sinistres.

Cela commence par les accidents de sondages (percement de canalisations, rupture de câbles, inondations de caves …) qui ne seront pas traités ici.

Les principales mises en cause des géotechniciens se retrouvent :

- dans une différence de nature de sols trouvés à une cote donnée en sondages et dans la réalité. Cela conduit souvent à un surcoût de fondations, à une interruption momentanée de chantier, voire à une réadaptation de certains ouvrages. Le litige est, alors, essentiellement économique.
- dans un incident de chantier: déplacement intempestif ou rupture partielle ou totale d'un soutènement. Le chantier est bloqué.

4 – Les sinistres des géotechniciens

- dans la présence d'eau au-dessus du fond de fouille pendant le chantier. Le chantier est bloqué. Il faut trouver une parade pour les sous-sols enterrés.
- dans un endommagement aux avoisinants pendant le chantier (à cause des fouilles et des soutènements) ou après (par modifications de l'écoulement des eaux ou par tassement). Il faut comprendre, réparer et indemniser.
- dans des infiltrations d'eau ou dans une remontée de la nappe dans les ouvrages enterrés. Il faut comprendre et traiter.
- …

Exemples de risques géotechniques peu maîtrisés

Et, dans de rares cas, le risque peut devenir célèbre