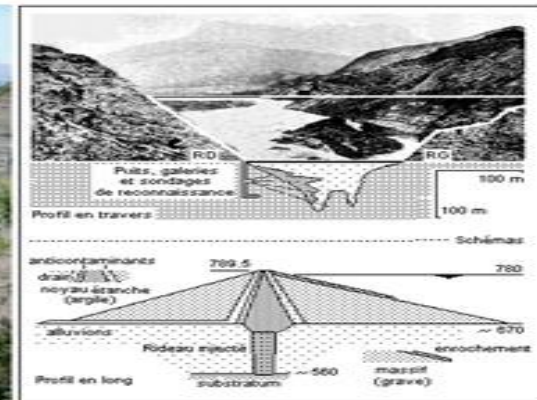


RAPPEL

Université Batna2

Reconnaissance géotechnique

Licence : 3ème année Géologie de l'ingénieur et Géotechnique



Contenu de la matière :

Cours :

Chapitre 1 : Moyens de reconnaissances des sols

- 1.1. Programme d'une campagne de reconnaissances géotechniques.
- 1.2. Complémentarité des méthodes de reconnaissances des sols (inventaire des données existantes, observation sur terrain, les prospections géophysiques, les sondages mécaniques, forage et échantillonnage manuels des sols, puits et forages profonds, essais géotechniques en laboratoire pour les sols meubles et les enrochements, essais et mesures in situ en terrains meubles et en terrains rocheux).
- 1.3. Nombre et profondeur des sondages de reconnaissance en géotechnique.
- 1.4. Le rapport coût/fiabilité d'une campagne de reconnaissances géotechniques.

Chapitre 2 : Pénétromètre dynamique (DPT)

- 2.1. Appareillage et Principe de l'essai au pénétromètre dynamique ;
- 2.2. Courbe pénétrométrique,
- 2.2. Application aux fondations

Chapitre 3 : Essais de pénétration normalisée (SPT)

- 3.1. Appareillage et Principe de l'essai Standard pénétration test,

Chapitre 4: Pénétromètre statique (CPT)

- 4.1. Appareillage et Principe de l'essai au pénétromètre statique ;
- 4.2. Courbe pénétrométrique,
- 4.3. Application aux fondations

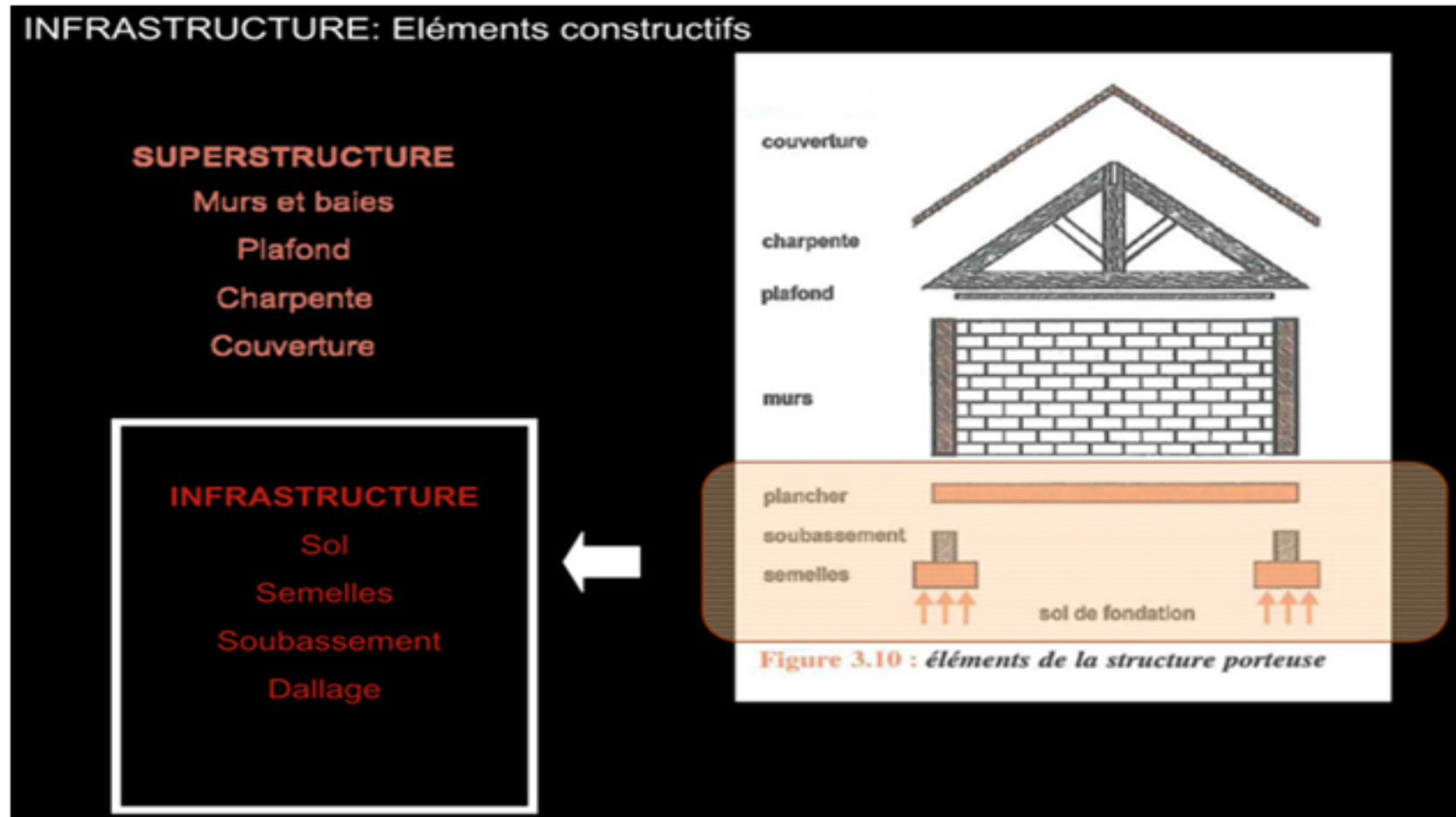
Chapitre 5 : Essai pressiométrique

- 5.1. Introduction.
 - 5.2. Le pressiomètre de Menard.
 - 5.3. Exécution de l'essai.
-

Chapitre I. Aperçu sur la reconnaissance géotechnique

1. Introduction

Les ouvrages géotechniques peuvent faire partie intégrante d'une structure, telles que les fondations superficielles, les fondations sur pieux et les parois moulées, comme ils peuvent former en eux-mêmes sur structure à part, telles que les tunnels, les murs de soutènement et les barrages.



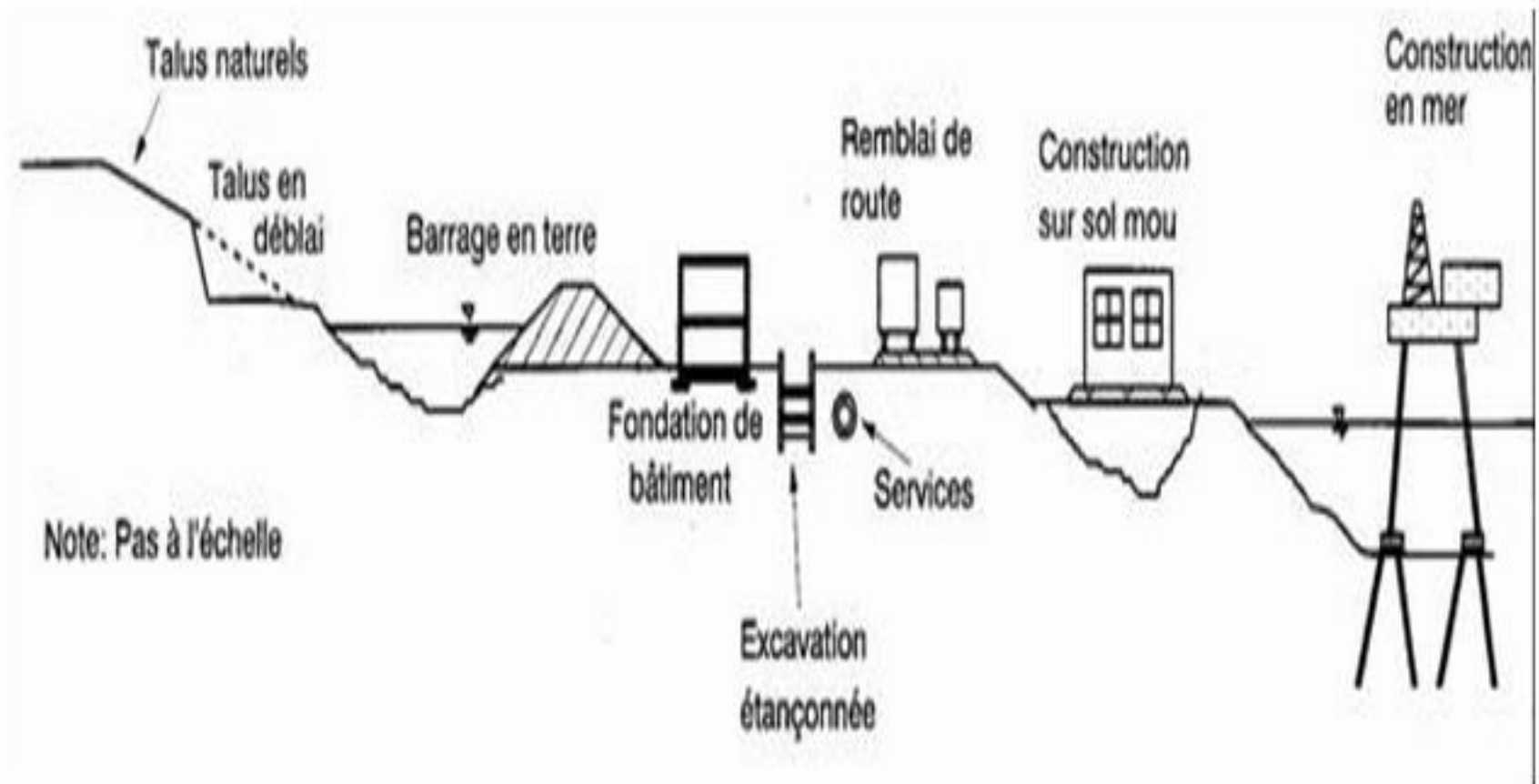


Fig 1. Exemple des ouvrages de géotechnique

Dans tout projet de construction, une campagne de reconnaissance du sol est nécessaire. Au cours de cette opération, l'organisme chargé de l'étude géotechnique effectue lui-même ou confie à un laboratoire la réalisation des sondages pour l'extraction des échantillons de sol, ou d'appliquer les méthodes de reconnaissance géophysique. Par la suite, des essais sur le terrain (in-situ) ou sur des échantillons de sol emportés au laboratoire seront menés. A partir des résultats obtenus, une classification est proposée au sol en fonction de ses propriétés physiques et chimiques.

La **géotechnique** est l'étude de l'adaptation des ouvrages de génie civil aux sols et roches formant le terrain naturel. Elle traite de l'interaction sol / structures, et fait appel à des bases de **géologie**, de **mécanique des sols**, de **mécanique des roches** et de **structures**.

L'histoire de la géotechnique :

Aussi loin que l'on remonte dans le temps, les constructeurs se sont toujours servis du sol pour leurs constructions ou leurs fondations. Les **Egyptiens**, les **Babyloniens**, les **Chinois** et les **Indiens** construisaient des digues en se servant du sol des plaines inondables des rivières. Le sol et la roche ont servi, soit comme support, soit comme matériau, dans la construction des temples et des monuments de l'Antiquité. Plus tard, au Moyen Âge, les architectes et les constructeurs européens se sont heurtés aux difficultés que comportait l'érection de cathédrales et de monuments importants. L'exemple le plus notable est sans doute celui de la **tour penchée de Pise (fig. 2)**. Quant aux Scandinaves, ils ont su mettre à profit les pieux de bois pour supporter les maisons et les quais qui devaient être érigés sur un sol mou et argileux.



Fig 2. Tour penchée de Pise, Italie (Gracieuseté de [Braja Das](#))

Après avoir rencontré plusieurs problèmes liés aux fondations pendant la construction au cours des siècles passés, les ingénieurs et les scientifiques ont commencé à aborder les propriétés et le comportement des sols de manière plus méthodique à partir du début du XVIII^e siècle.

- Vers 1776, on retient surtout le nom de [Coulomb](#), qui s'est intéressé aux problèmes posés par la pression des terres sur les murs de soutènement. D'ailleurs, la théorie de la résistance au cisaillement du sol, porte son nom.
- Au cours du siècle suivant, l'Allemand [Otto Mohr](#) reprend et développe plus avant la théorie ébauchée par Coulomb. [Mohr](#) élabore également des techniques graphiques utiles pour représenter en deux dimensions des contraintes s'exerçant dans un espace tridimensionnel, se sont les cercles de [Mohr](#).
- A la même époque, les ingénieurs français [Collin](#), Darcy et [Rankine](#) ont fait d'importantes découvertes. [Collin](#) fut le premier à étudier la rupture dans les talus d'argile et la résistance au cisaillement de l'argile. [Darcy](#), pour sa part, a formulé une théorie sur l'écoulement de l'eau dans les sables, qui sert encore de base à l'évaluation de la perméabilité des sols, tandis que [Rankine](#) a développé une méthode permettant d'estimer la pression des terres contre les murs de soutènement. L'utilisation d'un système de drainage horizontal et d'un remblai compact avec contreforts pour stabiliser la pente des tranchées de voies ferrées revient à l'Anglais [Gregory](#).
- Au début du XXe siècle, le suédois [Atterberg](#) présente les notions fondamentales des limites de consistance des argiles, notion encore utilisée aujourd'hui.

- Le véritable précurseur de la mécanique des sols est en Autrichien, le professeur [Karl Terzaghi](#). En 1925, il publiait le premier manuel moderne de mécanique des sols. A ce propos, l'expression mécanique des sols vient du mot allemand [Erdbaumechanick](#) qui faisait partie du titre de ce livre. Il a écrit plusieurs ouvrages importants et plus de 250 articles et communications. [Terzaghi](#) a enseigné au collège Robert à [Istamboul](#), à la [technische Hochschule](#) à Vienne et à l'université Harvard de 1938 à 1956, année où il prit sa retraite. Par la suite, il continua d'agir à titre de consultant, jusqu'à sa mort, en 1963.
- Le professeur [Arthur Casagrande](#), qui enseigna à l'université Harvard de 1932 à 1969, a lui aussi contribué de façon importante à l'avancement des connaissances dans le domaine. [Taylor](#), [Peck](#), [Tschebotarioff](#), [Skempton](#) et [Bjerrum](#) ont également contribué, par leurs travaux, au développement de la mécanique des sols. A partir de 1950, le domaine a connu des progrès très rapides et ceux qui ont participé à cet essor sont trop nombreux pour qu'il soit possible de les nommer tous ici.

- Terzaghi et Casagrande sont les premiers à avoir enseigné la mécanique des sols et le génie géologique aux Etats-Unis. Jusqu'à la seconde Guerre mondiale, ce cours n'était offert que dans quelques universités et ne conduisait qu'à l'obtention d'un diplôme de premier cycle. Après la guerre, on a exigé que les étudiants inscrits au programme de génie civil suivent au moins un cours de géotechnique. Par la suite, plusieurs universités ont fait de la géotechnique un programme conduisant à l'obtention d'un diplôme d'études supérieures.
- Encore aujourd'hui, il y a de nombreux développements, notamment dans le domaine de l'étude des effets sismiques, de la dynamique des sols, de l'utilisation de l'ordinateur pour résoudre les problèmes complexes de génie. On applique même aujourd'hui les probabilités et la statistique à la conception et à l'analyse géotechnique.



[Fig 3.1.](#) [Karl Terzaghi](#) (1883–1963) (Photo gracieuseté de Ralph B. Peck)



[Fig 3.2.](#) [Ralph B. Peck](#)

2. Objectif de la reconnaissance

Pourquoi réaliser une étude géotechnique avant un projet d'aménagement ?

Lors d'un projet d'aménagement, tout constructeur doit prendre en compte la nature des formations constituant le sous-sol du site où il est prévu de réaliser cet aménagement. Cette prise en compte permet d'adapter le projet au site envisagé, de définir le système de fondation de l'ouvrage avec le meilleur rapport sécurité/coût et de se garantir contre les effets de la réalisation des travaux sur les constructions voisines.

La reconnaissance du sol permet d'obtenir des informations qui vont aider l'ingénieur géotechnicien, à savoir:

- La localisation des différentes couches de terrain (profondeur, épaisseur, extension et la nature de chaque couche de sol ou de roche) et de préciser la configuration générale de la zone à étudier.
- La détermination des caractéristiques géotechniques de chaque couche.
- La localisation des zones dangereuses.
- Le choix de système de fondation qui pouvant transmettre les surcharges de la structure au sol, sans que ce dernier subisse des déformations pouvant gêner l'exploitation de l'ouvrage.
- L'évaluation de la capacité portante de la fondation et estimation du tassement probable de la structure.
- La détermination de la pression latérale pour les ouvrages de soutènement.
- La détermination de la position de la nappe d'eau.

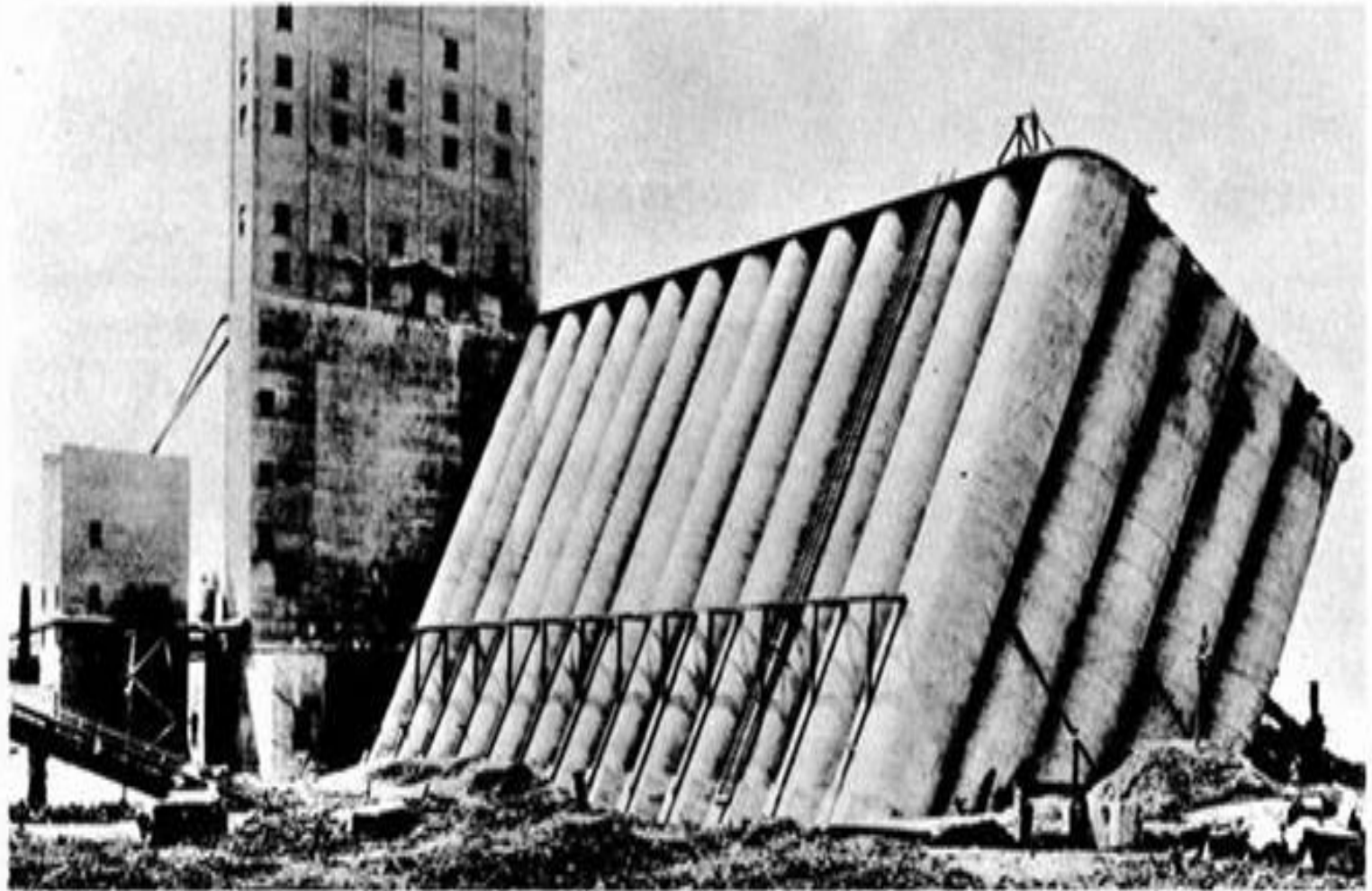


Fig 4. Cas de rupture de fondation

3. Les différentes étapes d'une campagne de reconnaissance

Pour tout aménagement de quelque importance, les études progressent par étapes, allant du général au particulier. Trois stades principaux peuvent être distingués :

3.1. L'étude préliminaire

Au préalable, une reconnaissance préliminaire doit être organisée. Elle consiste en un examen du terrain sur place et sur cartes (cartes topographiques, géologiques et des photos aériennes).

Généralement les échelles des cartes vont du 1/25 000 au 1/50 000. Dans cette étude :

- On détermine si le projet est réaliste, réalisable et à quelles conditions.
- Elle doit préciser l'intérêt des travaux à entreprendre.
- Fixer les variantes possibles, donner une idée approximative des principaux ouvrages appuyée sur des schémas de principe.
- Définir le degré de difficulté.
- Produire une estimation financière approchée.
- A ce stade, il n'est généralement pas procédé à des reconnaissances.

Plusieurs éléments peuvent être exploités et peuvent fournir des renseignements très intéressants :

- ✓ Examen de la situation géographique. Cet examen peut fournir une idée générale sur la formation du sol. Par exemple une plaine alluviale contient en général des couches hétérogènes correspondant à différentes époques de dépôt des matériaux alluvionnaires.
- ✓ Examen des cartes géologiques. La carte géologique peut fournir des renseignements sur la nature, l'origine du sol et l'histoire de sa formation.
- ✓ Examen de la carte topographique. Les courbes de niveau donnent le relief du terrain, ce qui permet d'apprécier le potentiel de glissement de terrain.
- ✓ Examen de la végétation. Certaines végétations poussent dans un sol bien précis. Par exemple, le pin pousse dans les sols sableux, le hêtre dans l'argile et les céréales dans le limon.
- ✓ Examen des constructions voisines. La présence des fissures sur les murs, par exemple, peut fournir une idée sur la présence d'un risque de tassement différentielle (l'hétérogénéité du sol) ou sur un potentiel de gonflement (présence des argiles),...etc.



Fig5. Vue général d'un site

3.2. Avant projet sommaire (APS)

Au stade de l'APS :

- Les échelles employées pour les relevés sur le terrain vont du 1/500 au 1/5 000.
- L'essentiel des travaux de reconnaissance géologiques et géotechniques se fait à ce stade.
- Fixe définitivement les tracés et implantations des ouvrages et précise la consistance des travaux.
- Etablit le prix de revient probable de la construction.
- On détermine la profondeur, l'épaisseur, l'extension et la nature de chaque couche de sol ou de roche.

- On détermine les caractéristiques physico-mécaniques des couches, ainsi que le niveau piézométrique.
- Cette étude doit conduire aux choix d'un système de fondation.
- Il doit Mettre en évidence, tous les problèmes particuliers que risque de poser la réalisation du projet.
- Permet de dresser un programme précis de la reconnaissance définitive.

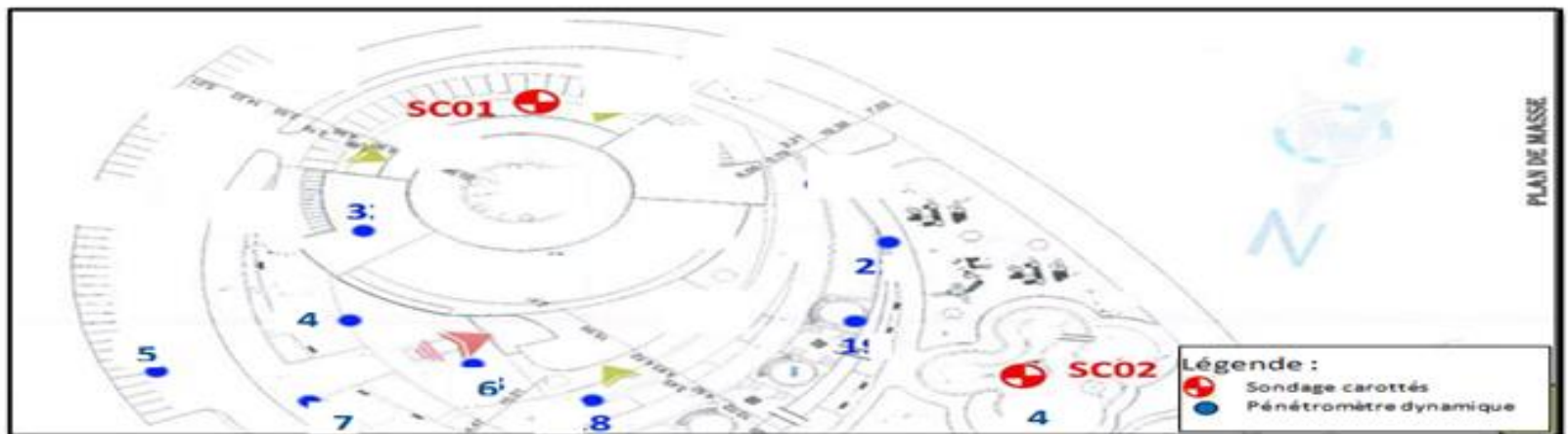


Fig 6. Exemple d'une campagne d'investigation par différents moyens de reconnaissances d'un projet de construction.

3.3. Avant projet détaillé (APD)

Cette reconnaissance permet au géotechnicien de répondre à tous les points figurant dans sa mission et son contenu dépend des résultats de l'étude de l'APS.

- L'échelle des investigations peut descendre jusqu'au 1/100 voire au 1/50.
- Débouche sur la réalisation des travaux.
- Les études géologiques et géotechniques ne portent plus, à ce stade, que sur des points de détail ou bien sur la mesure précise et ponctuelle de certains paramètres.
- Réemploi des matériaux de construction.
- Etudie les problèmes de stabilité et définit de la pente des talus.
- Détermination du taux de travail et le type de fondation.
- Recherche des zones d'emprunt.

Remarque ➡ Dans la pratique, pour les ouvrages d'importance modeste et sur des sites homogènes, les deux phases d'étude sont souvent confondues.