

Chapitre 2 Pathologie des fondations

A-Généralités :

Le calcul des fondations n'est pas une science rigoureuse et exacte. On ne peut pas appliquer les mêmes principes à tous les problèmes de fondations du fait des différences provenant de la nature des sols, des méthodes d'exécutions, des conditions climatiques et de la présence d'eau souterraine.

Les études de sol lorsqu'elles existent, sont faites par des sondages et c'est à l'ouverture des fouilles que l'on découvre la nature et le comportement réel des sols.

L'observation du comportement d'une fouille permet de confirmer ou d'infirmer les choix de fondations.

1-Cout des accidents :

Si le cout d'une fondation d'un bâtiment est de l'ordre de 10% du prix du bâtiment, la réparation de cette fondation peut couter très cher et atteindre 50% ou plus du prix du bâtiment sans compte les pertes d'exploitation dont le cout est quelque fois énorme. L'économie dans les fondations n'est donc pas rentable.

Les accidents de fondations représentent en cout de réparation 3,5% environ de l'ensemble des couts de réparation tous corps d'état selon les statistiques.

2- Causes des accidents :

2.1- Absences d'une enquête correcte sur le site ou une mauvaise interprétation des Résultats

IL est maintenant rare de ne pas avoir une étude de sol avant de construire un bâtiment. Lorsque cette étude existe, les conclusions peuvent ne pas être mises en valeurs ou mal interprétées par l'ingénieur chargé de dimensionner les fondations.

Une mauvaise interprétation des essais in situ ou de laboratoire ainsi qu'une méconnaissance des eaux souterraines sont parmi les causes d'accidents.

2.2- Défaut dans le projet de fondations

Les conclusions du rapport de sol peuvent être bonnes mais la conception faite par l'ingénieur est mauvaise par la non prise en compte par exemple des grandeurs de tassements pour les fondations superficielles

2.3- Mauvaise mise en œuvre dans la construction d'une fondation

La mauvaise mise en œuvre provient de l'utilisation d'un matériel et de techniques non adaptées aggravées par l'incompétence ou l'inconscience de l'équipe sur chantier.

2.4- Marges de sécurité insuffisantes

La stabilité d'une fondation est conditionnée par des coefficients de sécurité représentant généralement le rapport des efforts résistants aux efforts moteurs. Ces Coefficients peuvent être suffisants vis-à-vis de phénomène naturels exceptionnels (inondations, infiltrations des eaux, variations de température, etc...)

B- Fondations superficielles :

Nous avons noté entre parenthèse, le pourcentage d'accidents par rapport aux nombres d'accidents de fondation

1-Fondations sur remblai (25%)

Les causes d'accidents proviennent de constructions sur remblais récents non compactés ou mal compactés, sur des remblais d'épaisseur variable, sur des remblais surmontant des sols compressibles ou instables ou sur des terrains en pente. Les phénomènes de tassement sont aggravés par la présence d'eau dans le sol qui altère les caractéristiques mécaniques des sols.

2- Venues d'eau au pied des fondations(20%)

La présence d'eau modifie le comportement des sols en particulier les sols argileux . Ces sols se ramollissent, tassent ou éventuellement sont instables et glissent.

3-Fondations hétérogènes (20%)

Les accidents proviennent d'une double hétérogénéité : celle du sol dont les caractéristiques mécaniques sont variables d'un point à un autre, et celle de l'ouvrage qui apporte au sol des charges très variables.

Un joint entre bâtiments peu chargés et bâtiments chargés peut éviter des accidents.

4-Batiments accolés édifiés à des époques différentes (10%)

Le bâtiment ancien a déjà fait son tassement, le bâtiment nouveau construit à côté du bâtiment ancien, selon les charges , peut faire basculer le bâtiment ancien ou basculer lui-même.

5-Fondations sur terrains très compressibles (10%)

Les conséquences de fondations de bâtiments sur sol compressibles sont semblables à celles sur remblais mal compactés. Dans la mesure où le bâtiment présente une bonne rigidité et une répartition des charges uniformes, un tassement important peut être accepté sans dommage (le tassement peut être prévu à l'avance).

Dans le cas contraire, il peut résulter un accident (basculement du bâtiment le rendant impropre à sa destination) conduisant à la démolition complète du bâtiment.

6-Fondations descendues à une profondeur insuffisantes (10%)

Les causes d'accidents proviennent essentiellement de l'effet du gel (gonflement du sol), de l'affouillement par les eaux (perte de portance) , ou de glissement sur des sols en pentes. Certains accidents proviennent de la nature des sols tels que les sols argileux gonflants.

7-Constructions sur site instable (8%)

C'est le cas d'instabilité de pentes de talus , de zones d'exploitation de carrières ou d'exploitation minières.

PATHOLOGIE : FONDATIONS SUPERFICIELLES

1-Tassement sur remblais : Après mise en place d'un remblai sans précaution particulière pour réaliser une plate-forme en remblais déblais, l'entreprise a construit un bâtiment scolaire en partie sur les remblais et les déblais.

A la suite d'un orage, la partie aval du bâtiment a tassé d'une dizaine de centimètres et a légèrement glissé dans la partie la plus épaisse du remblai.

Causes : Les remblais ont été mis en place sans compactage et sans avoir purgé le sol en place de la terre végétale et de la partie supérieure de sol altéré d'origine argileuse. L'épaisseur de remblais était variable et une partie du bâtiment reposait sur le sol en place.

L'eau de pluie n'a pas été drainée et s'est infiltrée sur la couche argileuse provoquant un tassement du bâtiment.

Recommandations : Le sol en place doit être décapé, le compactage doit être méthodiquement réalisé. Des règles de bon compactage existent pour les remblais supports de fondations. Un bon drainage et une imperméabilisation des plates-formes évite l'infiltration d'eau dans le sol.

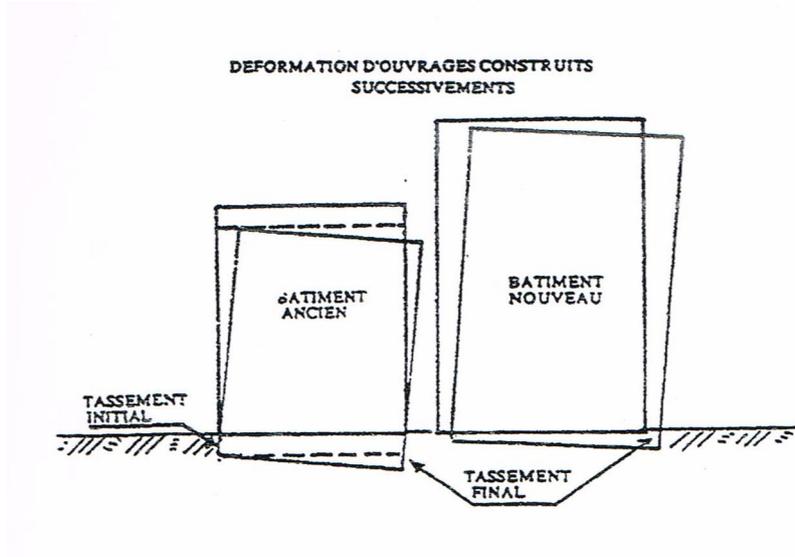
Schéma explicatif

2-Batiments accolés édifiés à des époques différentes : Un premier bâtiment a été construit sur un sol de qualité médiocre et il a tassé normalement. Un bâtiment nouveau a été construit juste à côté. Le nouveau bâtiment s'est mis à tasser de façon différentielle entraînant dans son basculement le premier bâtiment.

Causes : Les deux bâtiments sont construits sur des sols de médiocre qualité. Le premier bâtiment a comprimé le sol. Le nouveau bâtiment s'est appuyé d'un côté sur un sol consolidé par la charge du premier et de l'autre sur un sol vierge compressible.

Recommandations : Dans le cas de sols compressibles, la construction d'un bâtiment nouveau accolé à un bâtiment ancien nécessite des fondations profondes.

Schéma explicatif

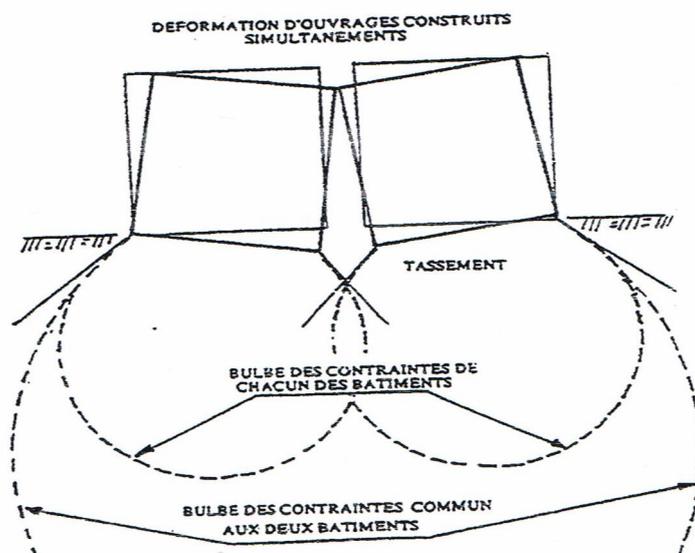


3-Batiments accolés construits simultanément : Deux bâtiments ont été construits presque en même temps à quelques centimètres l'un de l'autre. Dès la fin de la construction, on a constaté un basculement d'un bâtiment vers l'autre qui viennent se toucher en partie haute.

Causes : La résultante des charges, au droit de la séparation des bâtiments est plus importante que la résultante des charges à périphérie. Dans le cas d'un sol compressible, cet écart de charges se traduit par un tassement différentiel qui tend à faire basculer les bâtiments l'un vers l'autre.

Recommandations : La distance entre les bâtiments doit être telle que l'on puisse prendre en compte les tassements. Une éventuelle amélioration de sol peut être envisagée. Si ce n'est pas possible, les bâtiments doivent avoir des fondations semi-profondes ou profondes pour éviter les conséquences de l'interaction réciproque des charges.

Schéma explicatif

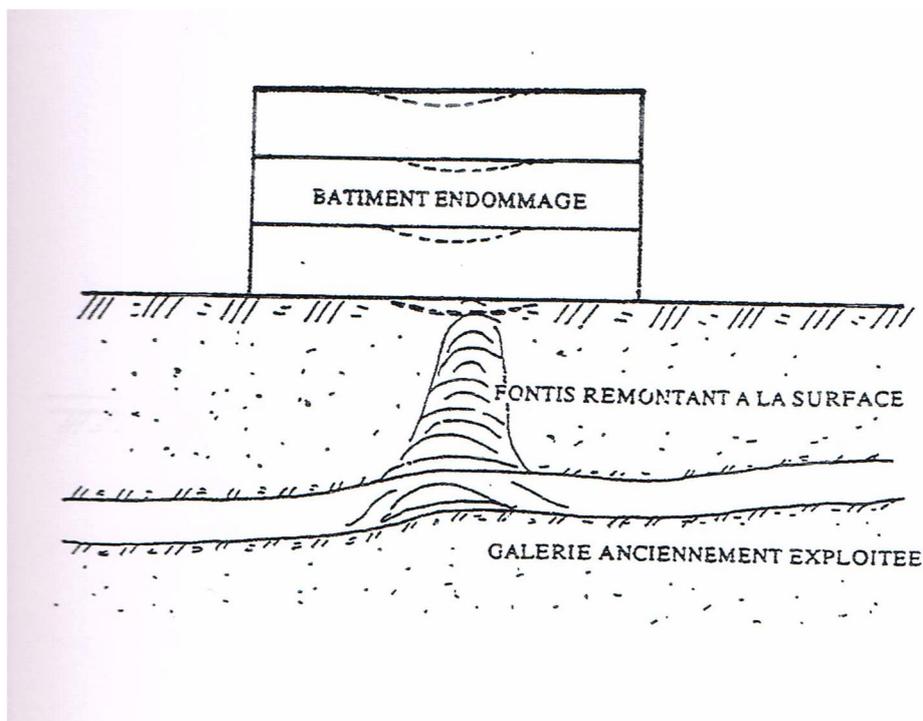


4-Sols instables galeries souterraines : Un bâtiment a été construit sur un sol apparemment bon. L'étude de sol n'a pas détecté d'anomalies. Au bout de quelques années, on a constaté un vide formant cratère au niveau du rez de chaussées qui a entraîné des désordres importants dans le dallage et la structure.

Causes : La présence de galeries non reconnues et l'affaissement d'une galerie au droit du bâtiment en créant un fontis a provoqué d'importants désordres dans le bâtiment.

Recommandations : Dans les zones où il y a présomption de galeries, il faut reconnaître le sol sous tous les points d'appuis au moment de la construction. Une précaution complémentaire consiste à prendre une condition de fontis, c'est-à-dire prévoir pour le projet qu'une zone dont le diamètre peut être définie, de l'ordre de 2 à 3 m peut se dérober en tous points sous le bâtiment.

Schéma explicatif



5-Soulevement dû à la poussée d'Archimède : Sur les bords d'une rivière, un particulier s'est fait construire une maison d'habitation avec un sous-sol. Ayant constaté qu'il avait de l'humidité dans le sous-sol, il a décidé de terrasser autour de la maison et de réaliser lui-même un enduit étanche sur la hauteur du sous-sol.

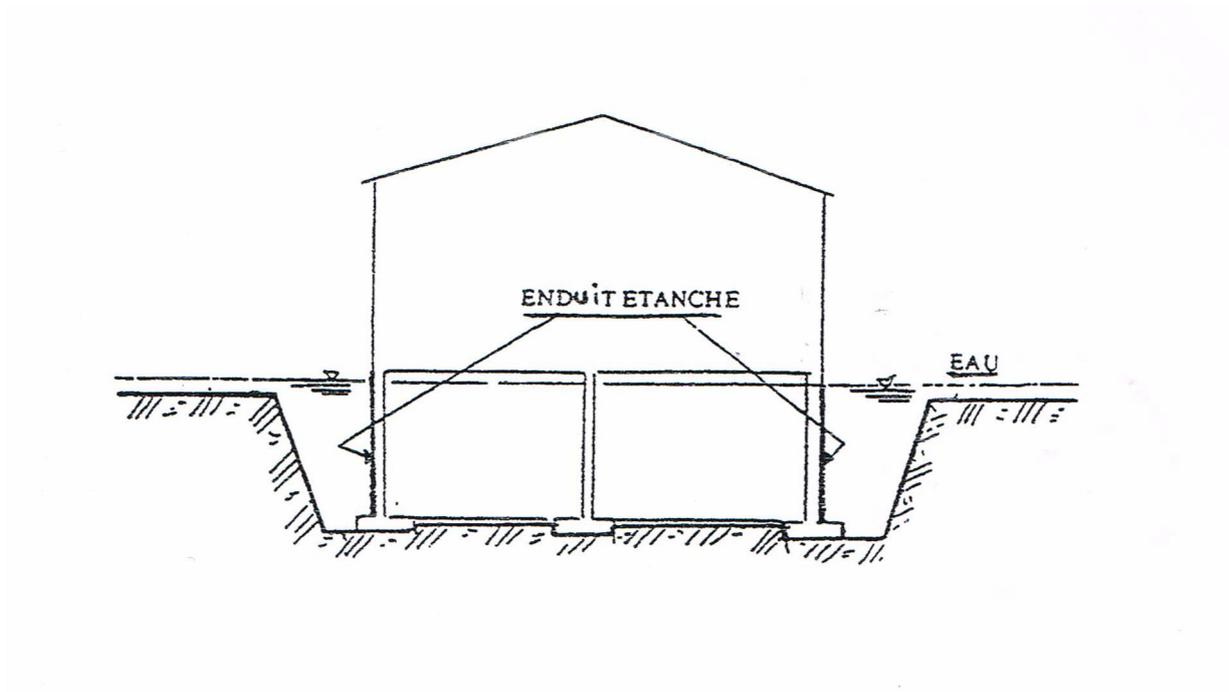
Pendant la réalisation de ces travaux, en pleine nuit, la rivière s'est mise en crue subitement et l'eau a envahi l'excavation périphérique pour monter jusqu'à 50 cm environ sous le niveau du plancher haut du sous-sol. Le bâtiment s'est soulevé comme un bateau d'environ 1mètre. Après s'être fissuré, l'eau est entrée à l'intérieur du sous-sol, puis le bâtiment est redescendu de 60cm environ.

Causes : Le propriétaire qui a fait lui-même les travaux a oublié dans son malheur que la rivière pouvait être capricieuse et les notions fondamentales de la poussée d'Archimède.

Recommandations : Dans des sites inondables, le poids du bâtiment doit composer la poussée d'Archimède. Pour éviter cet effet de soulèvement, les sous-sols doivent être conçus comme inondables ou être ancrés en profondeurs.

Il faut éviter de construire des sous-sols dans les zones inondables.

Schéma explicatif



PATHOLOGIE : FONDATIONS PROFONDES

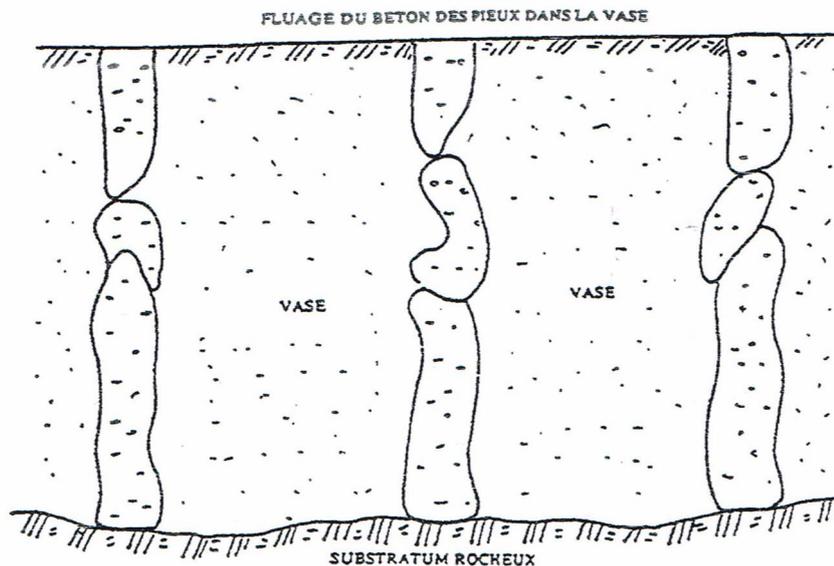
1-Fluage du béton dans les vases : Le bureau d'étude de sols a reconnu des vases sur 10m de hauteur reposant sur un substratum compact et a préconisé de réaliser pour la construction du bâtiment des pieux forés.

L'entreprise a réalisé des pieux battus coulés en place. Dès la première année d'exploitation, le bâtiment s'est mis à tasser avec des tassements de l'ordre de 20 cm par endroits.

Causes : L'entreprise a utilisé une technique de réalisation des pieux provoquant des vibrations. De plus, pour gagner du temps, elle a réalisé les pieux les uns après les autres avec une moyenne de 15 pieux par jour avec une seule machine. La vibration due au battage d'un pieu a fait couler le béton frais des pieux voisins dans la vase mole.

Recommandations : Dans les sols très mous, tels que les vases, la réalisation de pieux ne doit pas se faire par battage, mais par forage avec tubage. L'entreprise doit suivre les recommandations du bureau d'étude de sols, et si elle a l'intention d'utiliser une autre technique d'exécution, elle doit en avertir ce dernier, en particulier parce que la technique d'exécution conditionne le dimensionnement des pieux.

Schéma explicatif

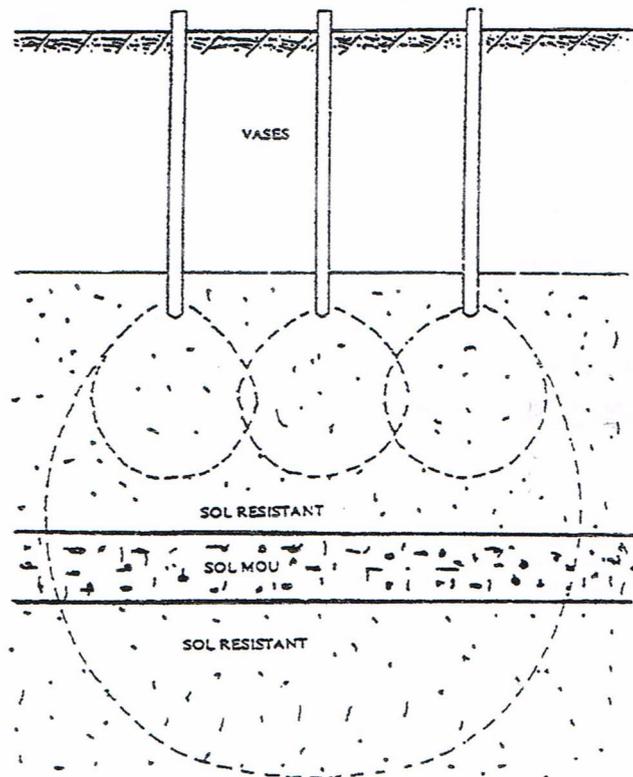


2-Sol compressible en profondeur : Le bureau d'étude de sols a reconnu une couche de vases reposant sur un sol résistant et a préconisé pour la construction d'un bâtiment des fondations sur pieux ancrés dans le sol résistant. Quelques années après, le bâtiment s'est fissuré et a tassé

Causes : Après expertise et étude de sol complémentaire, il s'est avéré que sous le sol résistant existait une couche de sol mou non reconnu qui s'est tassé sous le poids des charges apportées par les pieux.

Recommandations : La reconnaissance de sol doit permettre de reconnaître le sol sur une profondeur suffisante sous la base des pieux s'il n'y a pas d'anomalie. Le DTU 13.2 « Fondations profondes » impose de reconnaître le sol sous la base des pieux sur une profondeur minimale de 5 diamètres de pieu ou 7 mètres.

Schéma explicatif



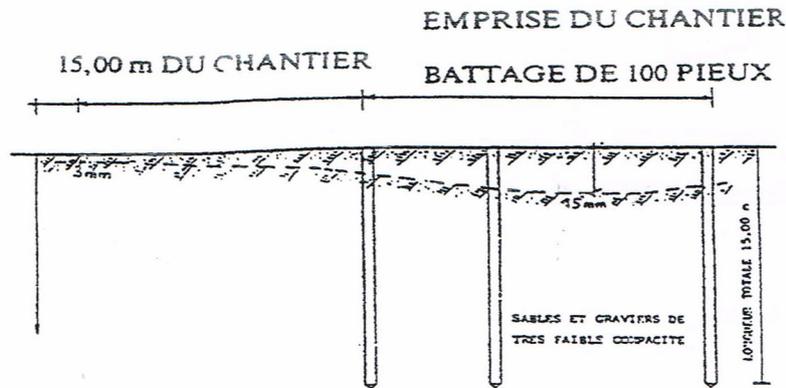
3-Battage des pieux dans les sables lâches : Le bureau d'étude de sols a reconnu des sables lâches sur une quinzaine de mètres de profondeur et a préconisé des fondations profondes par pieux.

L'entreprise a réalisé des pieux battus économiques que des pieux forés. Au cours du battage, la plateforme s'est affaissée de 15 mm à l'emplacement du chantier et de 3mm dans une zone de 15mètres autour du chantier. Les tassements ont fissuré un bâtiment léger fragile dans cette zone.

Causes : Le battage des pieux dans des sables lâches provoque des vibrations qui densifient le sol et le compacte.

Recommandations : Dans les sols sableux, et en particulier autour de zones déjà construites, il est déconseillé de réaliser des pieux battus. La technique à utiliser est une technique de pieux forés ou similaires.

Schéma explicatif



4-Pieux descendus à une profondeur insuffisante : Un petit bâtiment scolaire a été construit en fond de vallée sur des pieux. Deux ans après sa construction, il s’est mis à se fissurer.

Causes : Après enquête, on a constaté qu’il n’y avait pas eu de reconnaissance de sol et qu’il manquait deux mètres à deux pieux d’angle pour reposer sur le substratum.

Recommandations : La reconnaissance de sol est indispensable pour déterminer la fiche des pieux et l’ancrage en fonction des charges.

Schéma explicatif

