

FONDATIONS PROFONDES



SOMMAIRE

Introduction

I- Rôles des fondations

II- Types de fondations

II-1 Les fondations superficielles

II-2 Les fondations profondes et spéciales

III- Statistiques sur la rupture des fondations :

IV- Fonctionnement général d'une fondation

IV-1 modèle théorique

IV-2- Illustration de la surface de cisaillement

IV-3 Formes des contraintes dans le sol sous la fondation

V- Origine des pathologies (tassements)

V-1 Pathologies liées aux tassements

V-2 les tassements différentiels

VI- Cause des pathologies des fondations

VI-1 Une reconnaissance incomplète et donc souvent un sol mal adapté

VI-2 Pathologie due au sol gonflant

VI-3 Les pathologies dues aux erreurs de calculs ou de conception

VI-4 les pathologies dues à une cause extérieure

VI-5 Pathologies liées à la modification de l'environnement

VI-6 Pathologie due au Frottement négatif

VI-7 Pathologie des fondations par les milieux qui les enrobent

VII- Conséquences des pathologies de fondation

VIII- Traitement et Techniques de mises en œuvre

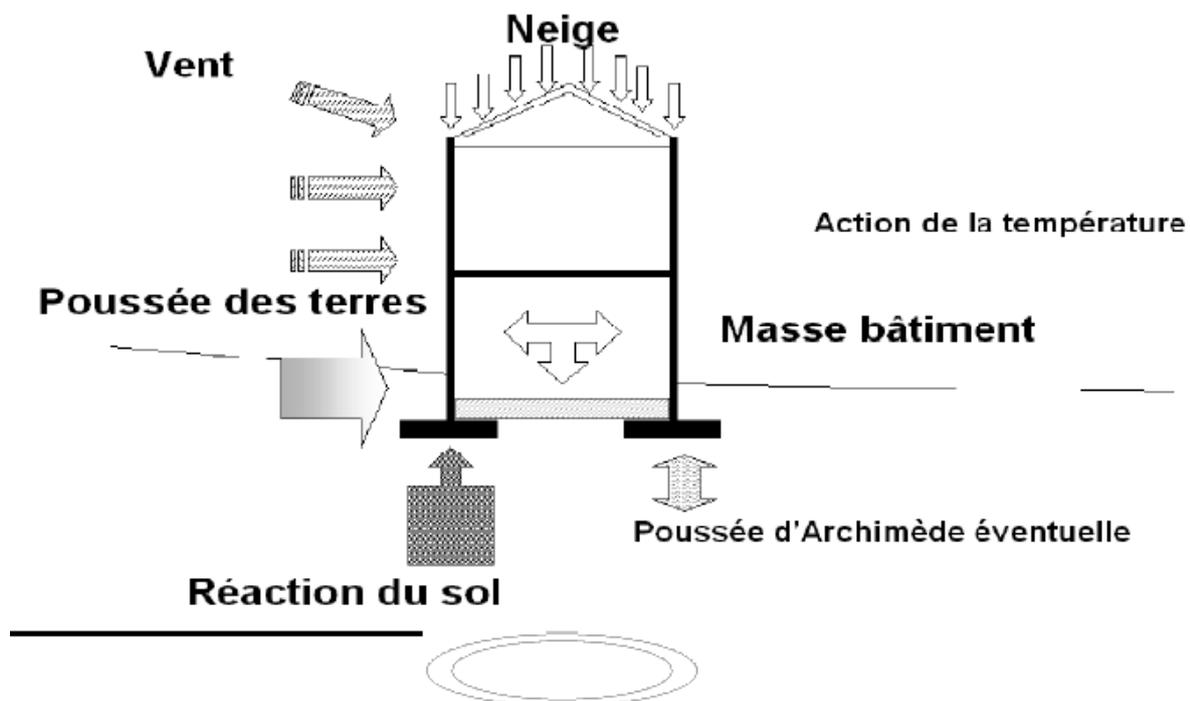
Introduction

En général, les désordres dus à des problèmes de fondation entraînent des frais importants. Ils sont très variés et d'origines diverses. Leurs effets peuvent aller de la fissuration de la structure du bâtiment jusqu'à sa mise en péril. C'est-à-dire son abandon pur et simple. La construction devenant impropre à sa destination initiale.

I- Rôles des fondations

La fondation est un dispositif constructif faisant partie d'un ouvrage reposant sur un terrain d'assise et qui transmet au sol toutes les actions provenant de l'ouvrage dont elle fait partie (charges permanentes et variable)

Les forces qui s'exercent sur la construction sont : son poids, le vent, la neige, l'influence de la chaleur et de l'humidité, les forces de contact du sol sur la partie de maçonnerie qu'on nomme fondation.



En effet la fondation transmet au sol des charges descendantes (les charges du bâtiment et les actions cinématiques) : elle transmet par ailleurs au bâtiment les actions ascendantes du sol (comme la poussée d'Archimède).

Le rôle de la fondation est tout simplement :

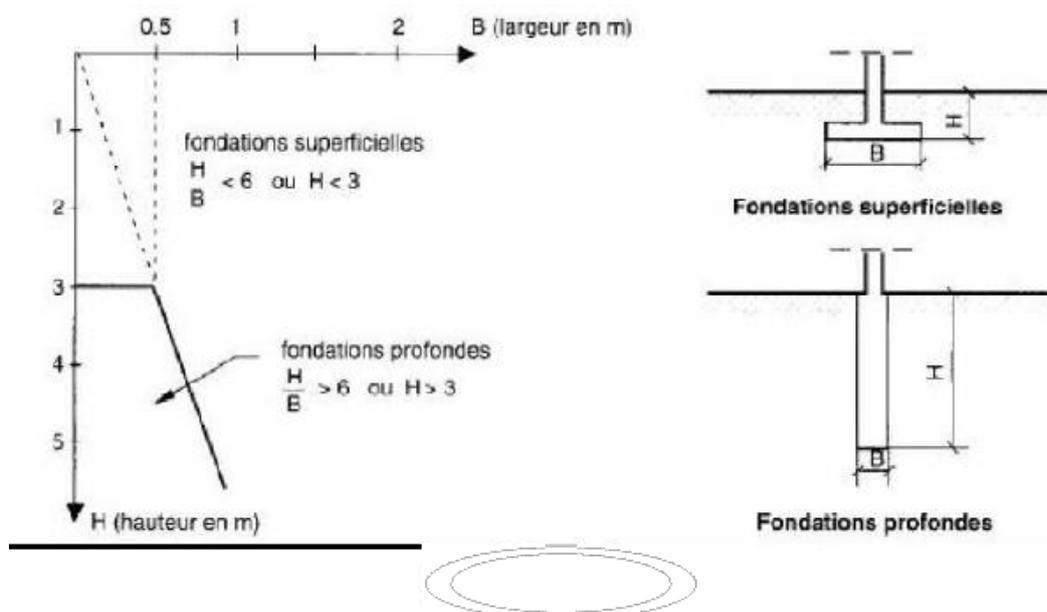
- La fondation doit **résister** elle-même aux charges et doit être calculée en conséquence
- L'ensemble ouvrage-fondation-sol doit être **équilibre stable**. Il ne doit pas y avoir possibilité de mouvement.

- **Pas de glissement horizontal** : l'adhérence sol-fondation doit empêcher les forces horizontales (poussées du vent, des terres...) de pousser l'ouvrage horizontalement.
 - **Pas de basculement** : les charges horizontales ont tendance à faire basculer l'ouvrage car elles créent un moment. Les forces verticales (poids) doivent les contrebalancer
 - **Pas de déplacement vertical** : Le sol doit être suffisamment résistant pour éviter l'enfoncement du bâtiment de manière uniforme ou dissymétrique (tassement différentiels entre deux parties solidaires de l'ouvrage) et le bâtiment doit être suffisamment lourd pour éviter les soulèvements dus à l'action de l'eau contenue dans le sol (poussée d'Archimède)
- Une fondation doit être **durable**. Toutes les précautions devront être prises dans les dispositions constructives, le choix et l'emplacement des matériaux, ainsi que dans la mise en œuvre.
- Une fondation doit être **économique**. Le type de fondation, les matériaux employés et la mise en œuvre doivent être le moins coûteux possible

II- Types de fondations

Le transfert des charges, essentiellement celles des verticales, de la structure au sol peut se faire de différentes manières, qui correspondent à deux grandes catégories des structures de fondation, qui à leur tour se composent de différentes typologies de fondation.

Les deux types de **fondations** sont

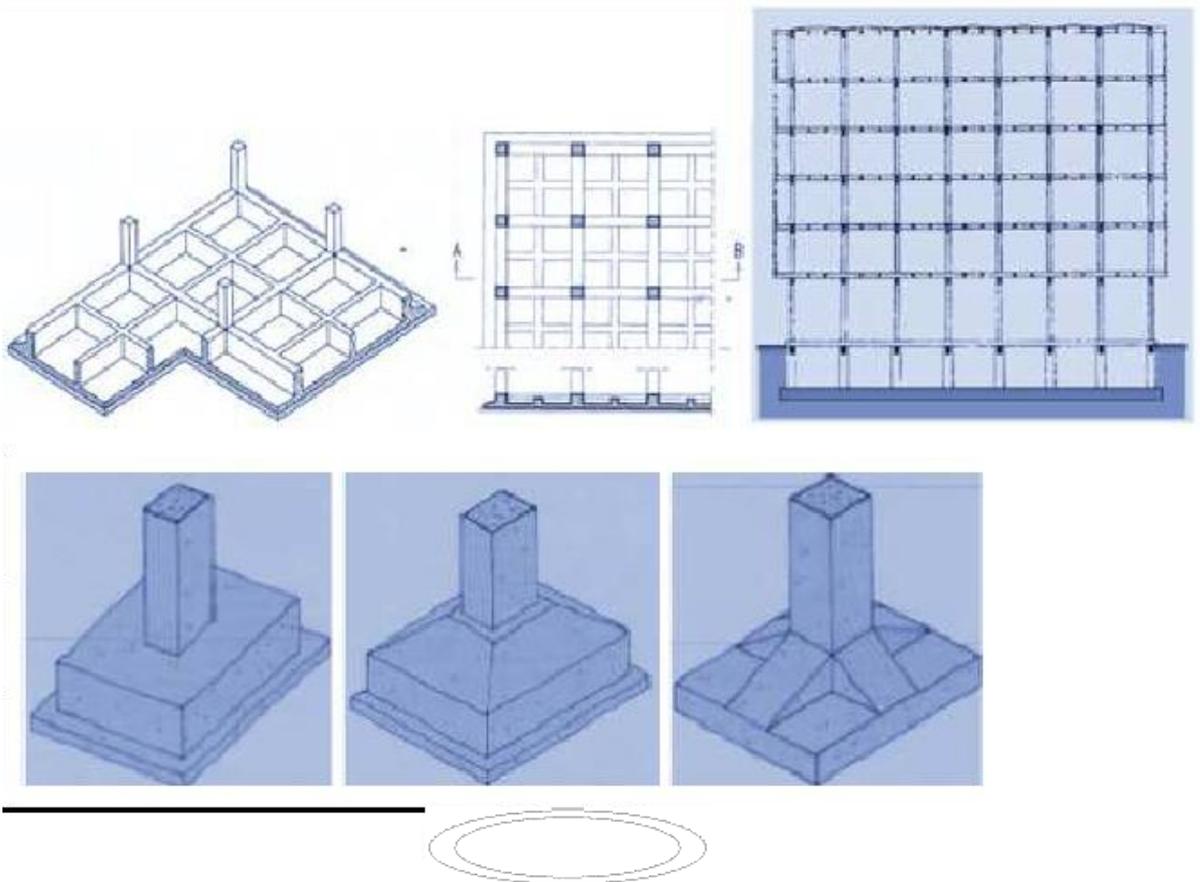


II-1 Les fondations superficielles

Les fondations sont dites superficielles si une des deux conditions suivantes est respectée :
 $H/L < 6$ OU $H < 3m$

Avec H : profondeur de la fondation et L : largeur de la fondation

- Isolées : semelles
- Linéaires : les semelles filantes (continues)
- Surfactive : radiers

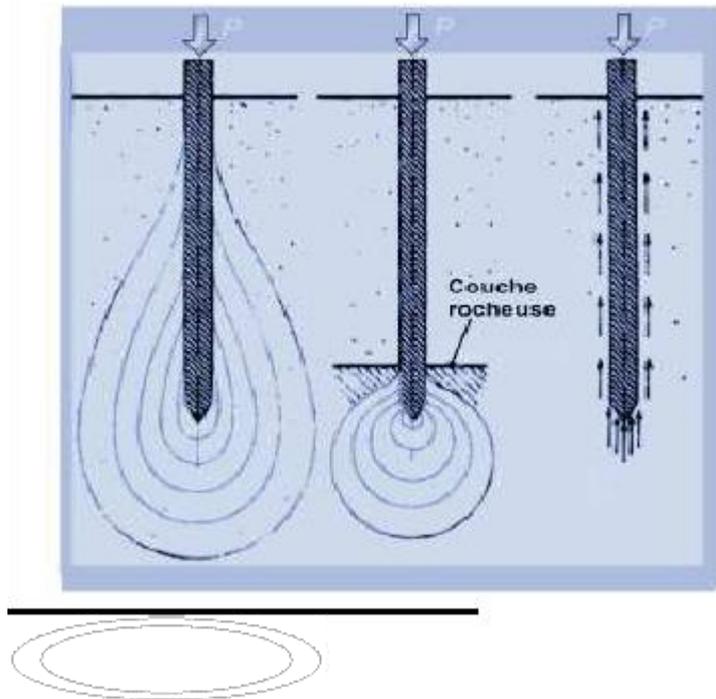


II-2 Les fondations profondes et spéciales

Les fondations sont dites profondes si une des deux conditions suivantes est respectée :

$H/L > 6$ ou $H > 3m$

- Pieux forés
- Pieux battus
- Micropieux
- Puits



III- Statistiques sur la rupture des fondations :

Tout d'abord voici la statistique dite **de Logeais** (SOCOTEC 1976) : concernant les accidents de fondations superficielles sur 20 an :

- 25% sont dues à des fondations sur remblais récents ou insuffisamment compacts
- 20% proviennent de venues d'eau intempestives
- 20% sont dus à des à des fondations hétérogènes
- 10% sont dus un encastrement insuffisant (gel, affouillement)
- 10% dus à des fondations sur sols très compressibles (tourbes, argiles, molles)
- 5% proviennent de constructions sur sol instables (pentes, mines, carrières)

Concernant les fondations profondes :

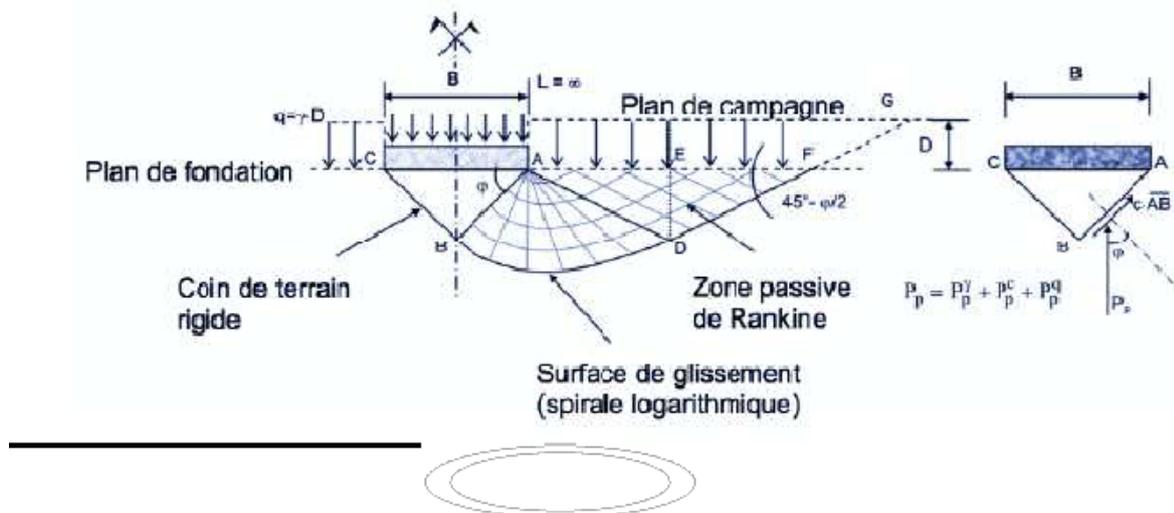
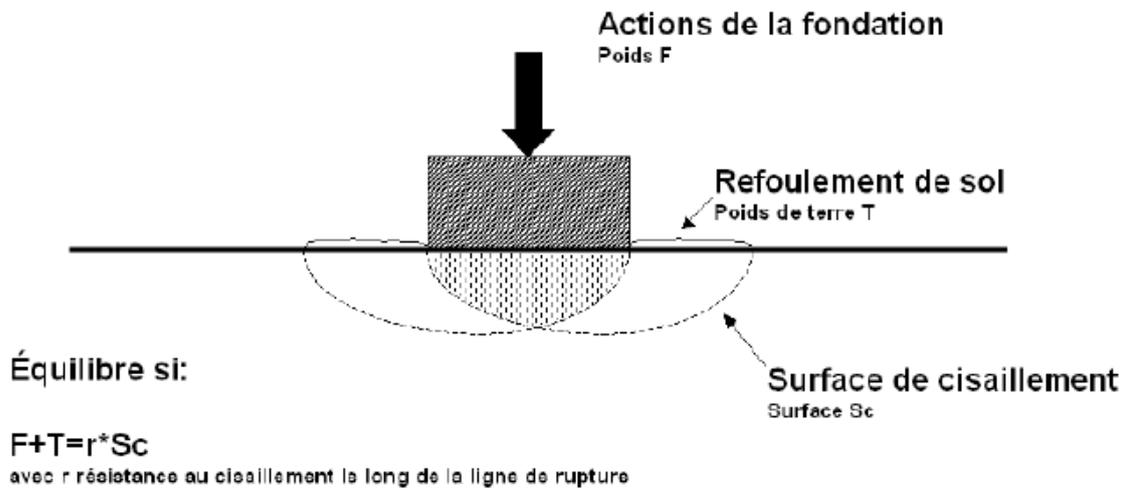
- 40% dus à une absence de reconnaissance géotechnique
- 35% dus à une mauvaise interprétation des sondages et à des erreurs de calcul
- 15% dus à des fautes d'exécution
- 10% dus à des agressions du milieu

IV- Fonctionnement général d'une fondation

IV-1 modèle théorique

Lorsqu'un élément rigide s'appuie ou s'enfonce dans le sol sous l'effet d'une charge verticale, le sol se déforme alors que la partie rigide s'enfonce. Ce phénomène s'arrête (ou alors se prolonge de façon imperceptible pendant plusieurs mois) de façon visible. Cette déformation se traduit par une remontée de sol autour de la fondation, qu'on appelle un

refoulement. Tant qu'il y'a équilibre, la déformation du sol s'arrête (ou continue de façon asymptotique) sans qu'il ait cassure dans le sol

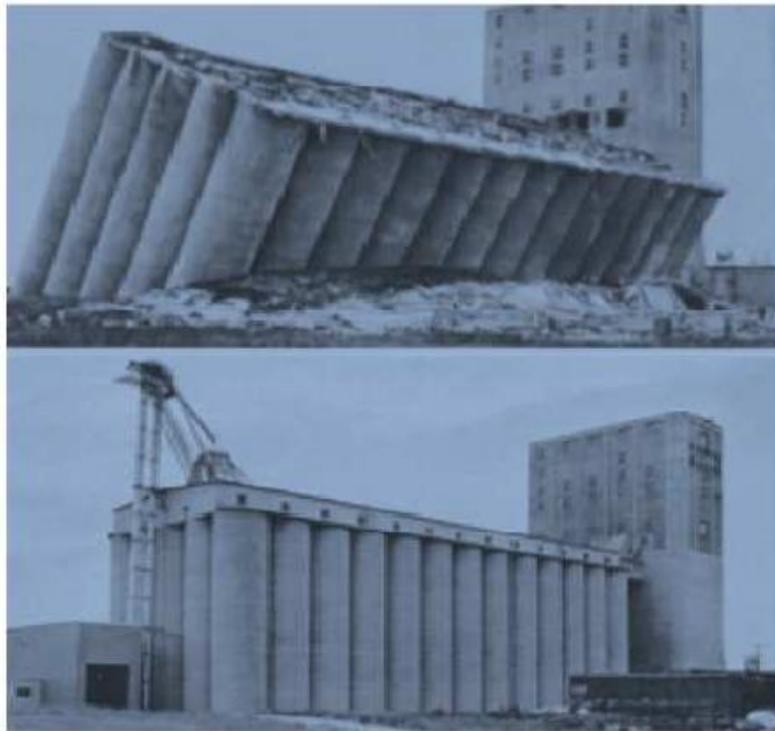
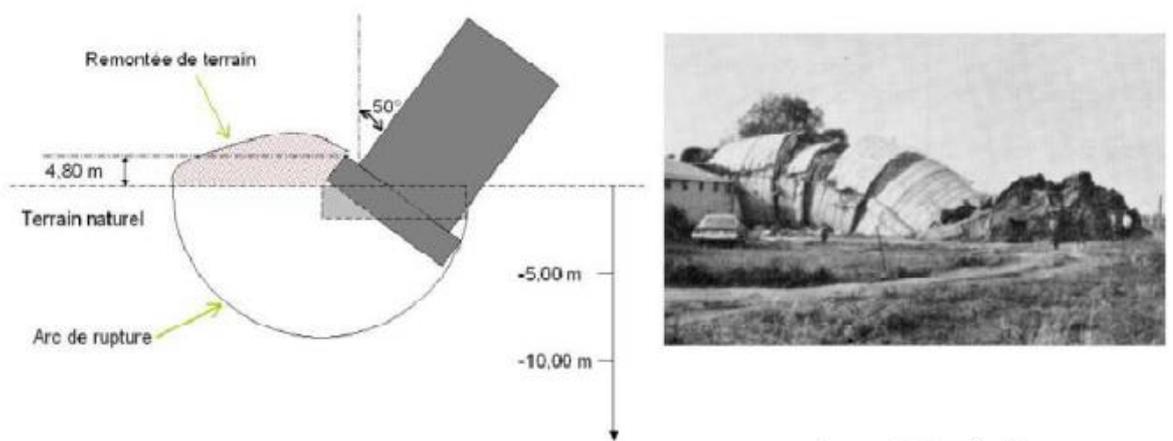


En fait, le sol est sollicité d'une façon qu'on peut modéliser avec des figures géométriques simples. La partie du sol qui résiste à l'enfoncement de la partie rigide est en fait deux demi disques (coupe verticale). Chaque demi-disque peut être considéré comme un élément rigide qui frotte contre le reste du sol selon le demi-cercle de contact. La capacité à s'accrocher au sol de contact détermine donc en partie la capacité de ne pas glisser le long de ce cercle. C'est ce que l'on appelle la résistance de cisaillement

iv-2- Illustration de la surface de cisaillement

Lorsque la charge est excentrée, le sol est sollicité de façon dissymétrique. En fait, il va être sollicité selon deux aires circulaires qui partent chacun d'une des deux extrémités de la base de la fondation. La dissymétrie de la sollicitation fera que les efforts de cisaillement le long de ces surfaces seront plus importants d'un côté que d'un autre. Si les efforts transmis par la fondation génèrent des forces surfaciques de contact supérieures à la résistance au cisaillement du sol, le cisaillement va se concrétiser, le sol va se déchirer selon la ligne circulaire, et va provoquer.

- Un refoulement de terrain important
- La ruine de l'ouvrage due à son renversement

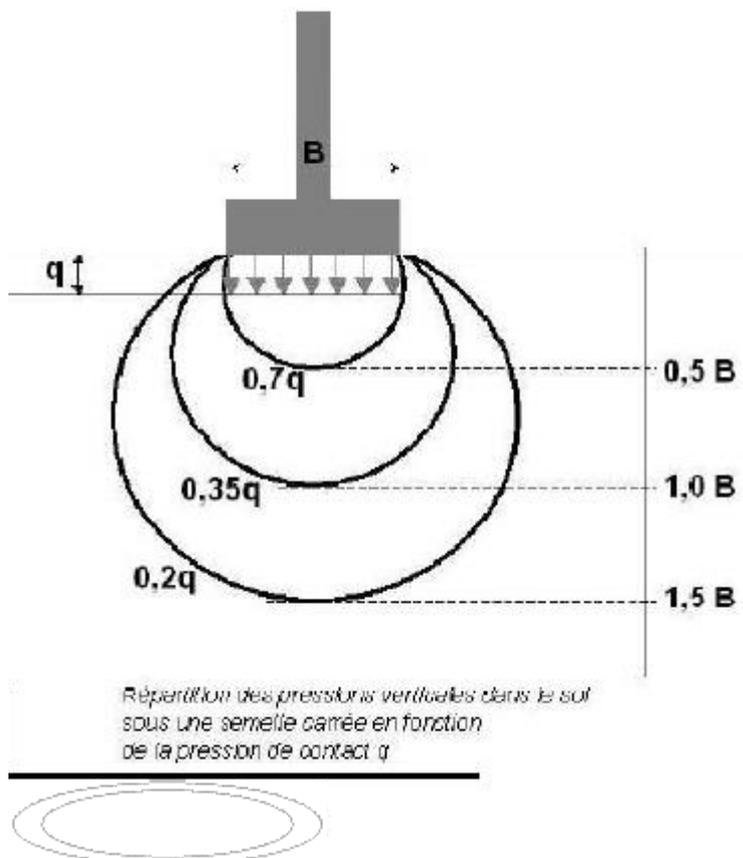


De son côté, la rupture d'une fondation est un phénomène totalement différent : Elle correspond à la rupture mécanique du sol sous la fondation, ce qui engendre un caractéristique mécanisme de ruine qui se réalise par une rotation, souvent assez rapide (quelques heures), de la structure plus une partie du sol, sur une surface courbe qui en théorie est un arc de spirale logarithmique.

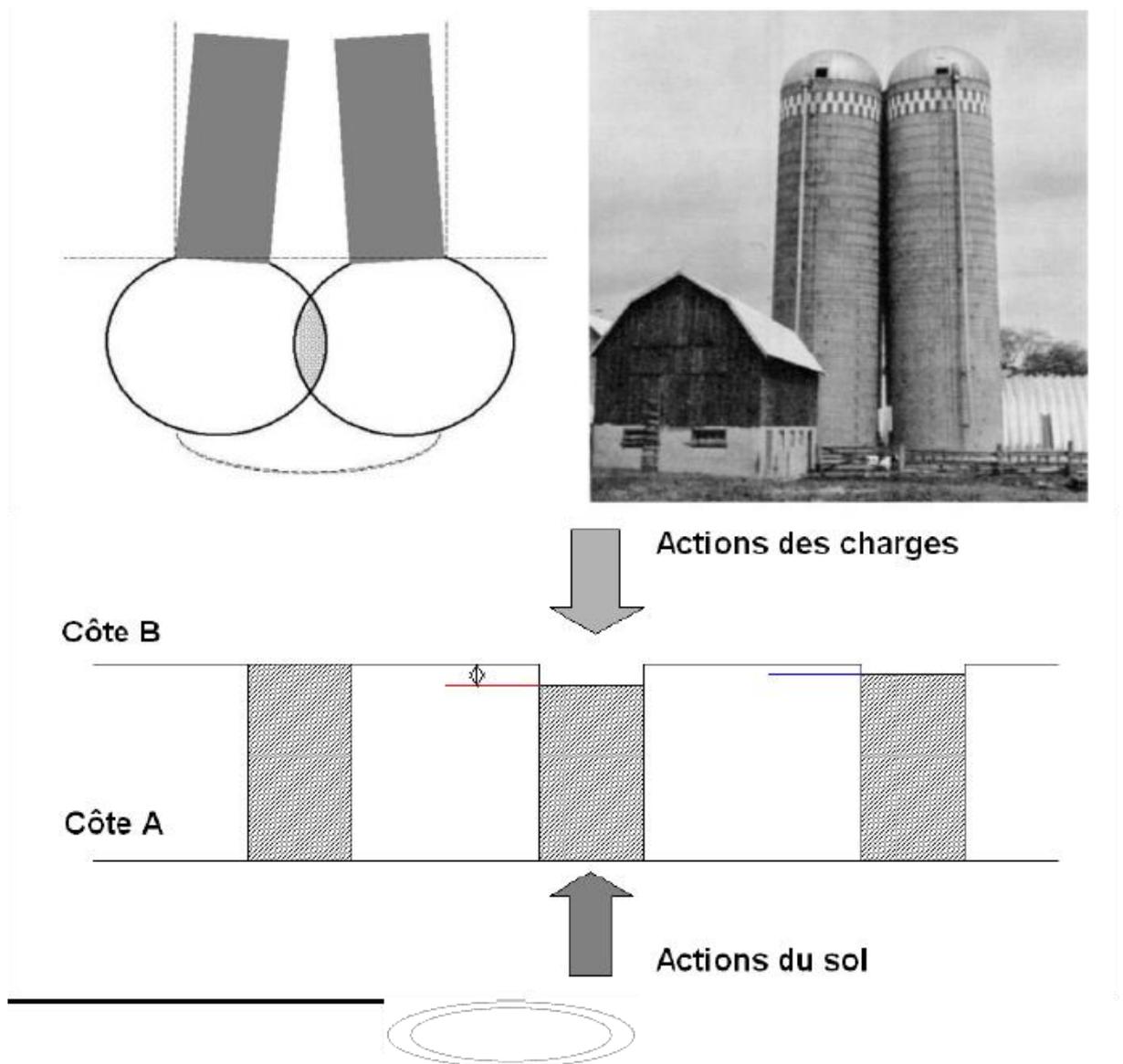
Ce phénomène est toujours causé par un excès de charge verticale, mais ce qui est important est aussi la rapidité de chargement : une trop grande rapidité de chargement ne permet pas à l'eau présente dans le sol de s'évacuer sous le poids appliqué et ceci favorise le phénomène de la rupture. De ce fait, certaines structures sont particulièrement sensibles à ce phénomène (typiquement et les silos)

IV-3 Formes des contraintes dans le sol sous la fondation

Le bulbe des pressions est aussi un élément de la théorie de la fondation à connaître, et à ne pas confondre avec le cercle de cisaillement. Lorsque la fondation est à l'équilibre, il existe, sous son assise et dans l'environnement proche, des zones d'égale contrainte. Immédiatement sous la base, la contrainte (homogène à une pression) est celle calculée lors du dimensionnement de la fondation. Plus on va profond. Plus la contrainte diminue. Cependant, la diminution suit un diagramme en forme de bulbe



La figure ci-dessus illustre la conséquence d'une zone subissant la compression de deux fondations trop rapprochées. La notion de bulbe de pression dans le sol nous permet alors de comprendre qu'une fondation, selon ses dimensions et dispositions, peut influencer sur une fondation voisine, et éventuellement créer des désordres à cause d'une surcompression du sol qui entraîne des tassements



V- Origine des tassements

Le sol est un matériau comme les autres, il a aussi une limite élastique, et une certaine aptitude à la plasticité. Ceci nous permet de donner des explications du phénomène des tassements.

Le sol porteur se déforme sous l'action d'une charge. Il y'a une différence de niveau, un tassement par rapport au niveau initial. Si lorsque les charges sont élevées, le sol revient à son niveau initial au bout d'un certain temps, on parle de tassement élastique

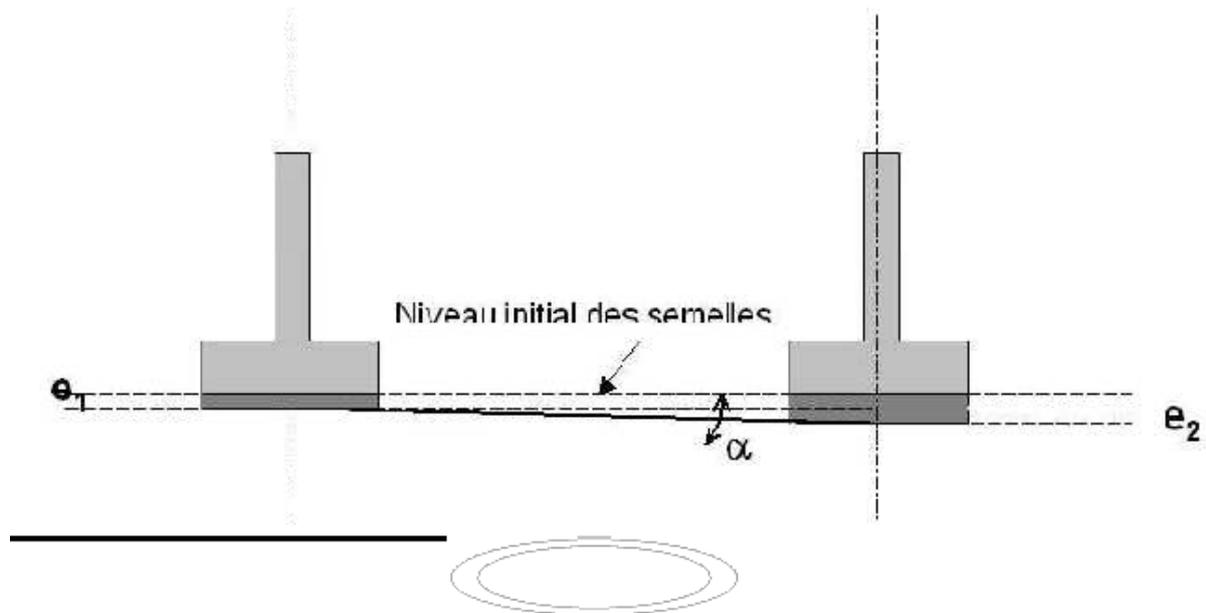
S'il reste un tassement résiduel après levée des charges, on parle de tassements plastiques.

V-1 Pathologies liées aux tassements

Le tassement désigne l'enfoncement graduel que subit une structure à mesure que le sol sous les fondations se consolide sous l'action des charges. La durée d'un tassement peut prendre plusieurs mois voire plusieurs années. On doit concevoir les fondations de façon à ce que le tassement demeure minime et soit uniforme

V-2 les tassements différentiels

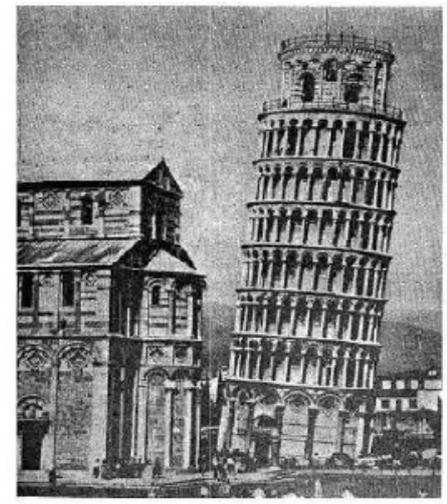
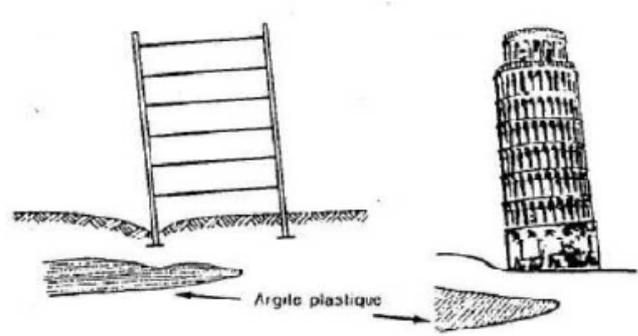
Quand on parle de tassement différentiel, on désigne le mouvement relatif de différentes parties de la structure qui résulte d'une consolidation inégale du sol d'appui. Cela peut parfois entraîner la ruine de l'ouvrage



Le tassement différentiel peut être responsable de dégradation pouvant mener jusqu'à la ruine d'une construction. Le fonctionnement est le suivant : en fonction de la construction du sol d'assise, des différences de comportement peuvent apparaître sous des semelles, de sorte que le tassement absolu e_1 soit dépassé par une semelle. Le tassement de la semelle 2 dépasse le tassement absolu prévu de l'ensemble du sol sous les semelles du bâtiment. Il en résulte un tassement $e_2 = e_1$ appelé Tassement différentiel avec une déflexion angulaire α

Mouvement	Le tassement doit être limité pour assurer:	Tassement maximal
<i>Tassement total</i>	le drainage	15 à 30 cm
	la facilité d'accès	30 à 60 cm
	une certaine uniformité du tassement	
	* murs en maçonnerie	2 à 5 cm
	* poutres	5 à 10 cm
	* silos, cheminées, radiers	8 à 30 cm
<i>Renversement</i>	la stabilité des cheminées et des tours	0,004 fois B
	la circulation des engins	0,01 fois L
	la stabilité des empilages de marchandises	0,01 fois L
	le fonctionnement des machines	
	* métiers à tisser	0,003 fois L
	* turbo générateurs	0,0002 fois L
	le fonctionnement des grues sur rail	0,003 fois L
	l'écoulement des eaux dans les étages	0,01 à 0,02 L
<i>Tassement</i>	la sécurité à l'égard des fissurations	
	* grands murs de briques	0,0005 à 0,001 fois L
	* poutres en béton armé	0,0025 à 0,004 fois L
	* voiles en béton armé	0,003 fois L
	* poutres continues en acier	0,002 fois L
	* poutres sur appuis simples en acier	0,005 fois L
<i>B désigne ici le diamètre ou la largeur de la base d'un édifice très élancé L désigne ici la distance entre deux points soumis au tassement différentiel</i>		
Sources: Tassements admissibles, 1956, Londres, Polshin, Tokas, Skempton, Mac Donald.		

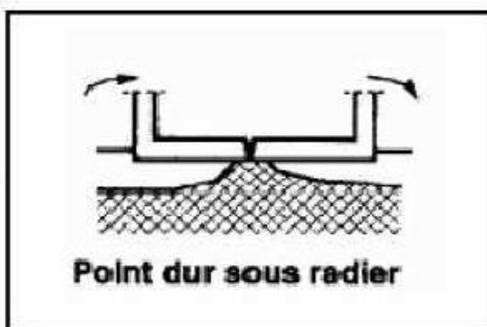
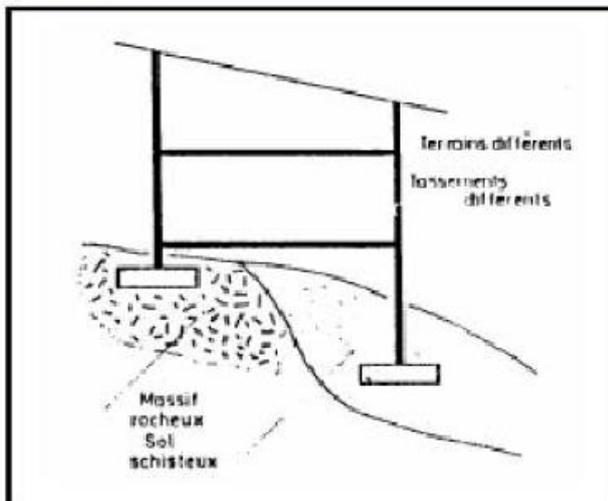
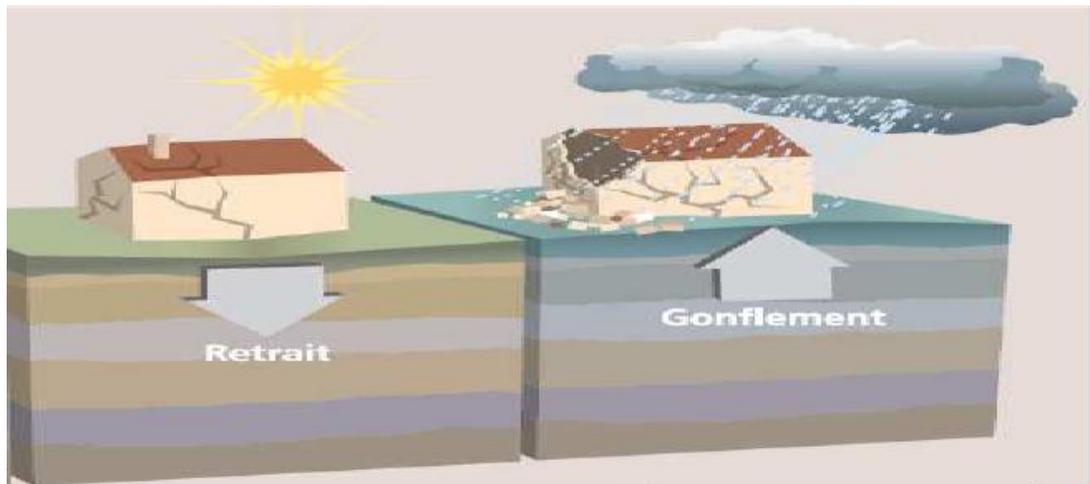
u
d p
e



VI- Cause des pathologies des fondations

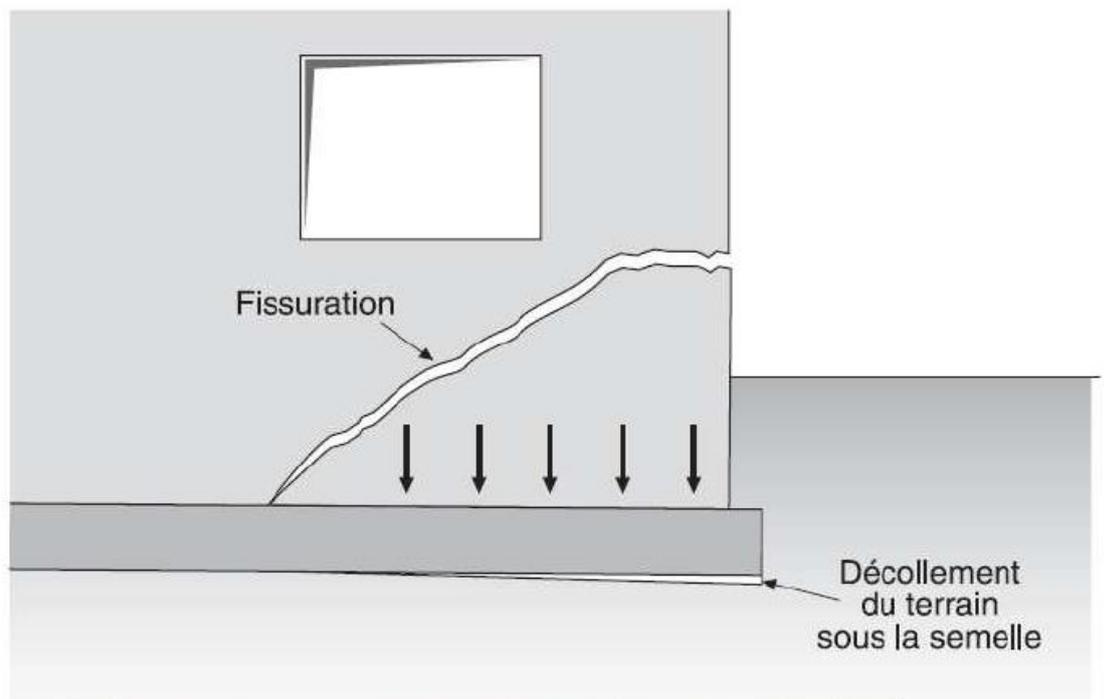
VI-1 Une reconnaissance incomplète et donc souvent un sol mal adapté

- Profondeur insuffisante des fondations
- Présence de cavités non détectées
- Nappe d'eau insoupçonnée
- Agressivité de l'eau
- Point dur sous un radier
- Terrain d'assise non homogène ou peu résistant et très compressible
- Sol compressible d'épaisseur variable sous radier
- Sols différents sous un même bâtiment



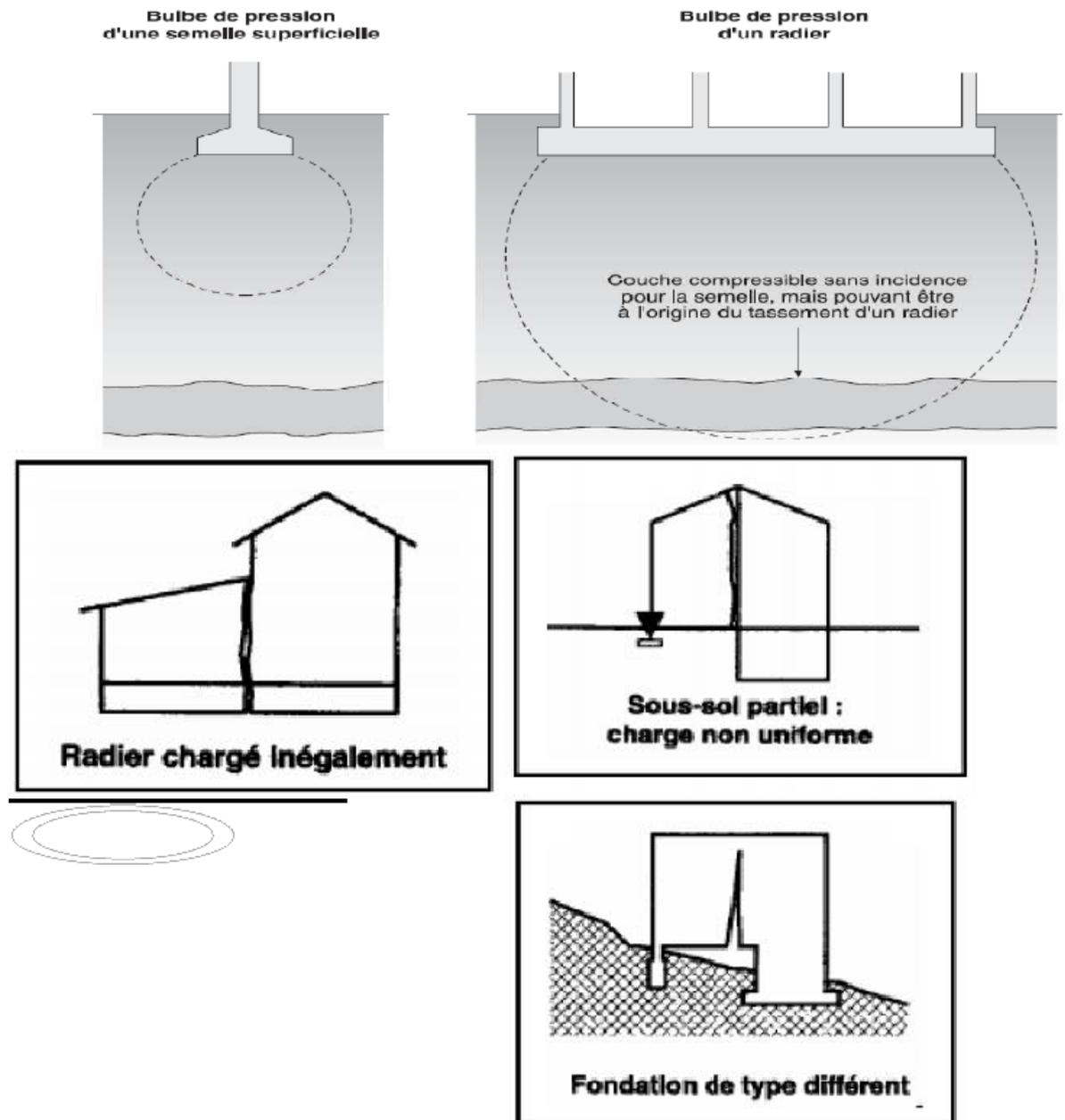
VI-2- les pathologies dus aux sols gonflant

- Il se manifeste dans le sol argileux et est lié aux variations en eau du terrain. Lors des périodes de sécheresse. Le manque d'eau entraîne un tassement irrégulier du sol en surface : on parle de retrait. A l'inverse, un nouvel apport d'eau dans ces terrains produit un phénomène de gonflement.
- Les sols de fondation argileux se rétractent progressivement de l'extérieur vers l'intérieur de l'ouvrage. Jusqu'à se décoller de la sous-face des semelles : il en résulte un porte-à-faux de la fondation qui tassant de façon différentielle, provoque des fissures dans la structure. S'ensuivent des désordres progressifs conduisant parfois à la ruine de l'ouvrage.



VI-3 Les pathologies dues aux erreurs de calculs ou de conception

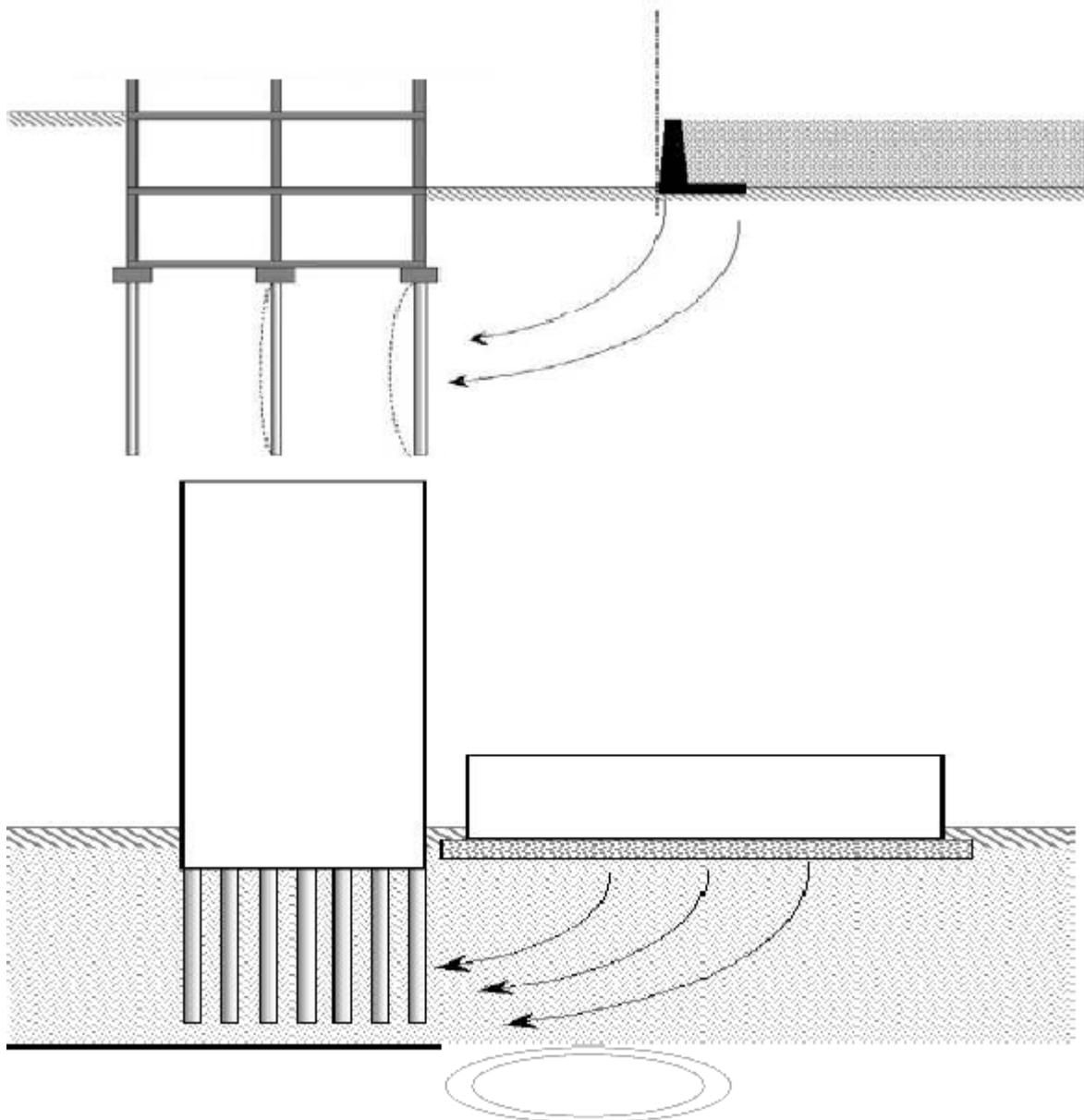
- Fondations inadaptées ou mal calculées
- Fondations différentes sous un même ouvrage
- Radier chargé inégalement
- Fondations sur un remblai récent non stabilisé
- Chargement dissymétrique de l'ouvrage



VI-4 les pathologies dues à une cause extérieure

- Vibrations importantes lors du battage des pieux d'une construction voisine
- Pieux pouvant être endommagés par les charges apportées par une fondation superficielle à proximité
- Une modification des conditions existantes

L'exemple suivant illustre le cas d'une construction mitoyenne, avec un changement de fonction de l'espace attenant qui crée une surcompression du sol et donc des poussées latérales sur les pieux (le remblai équilibré par le mur poids est destiné à la création d'un terre-plein de stockage)

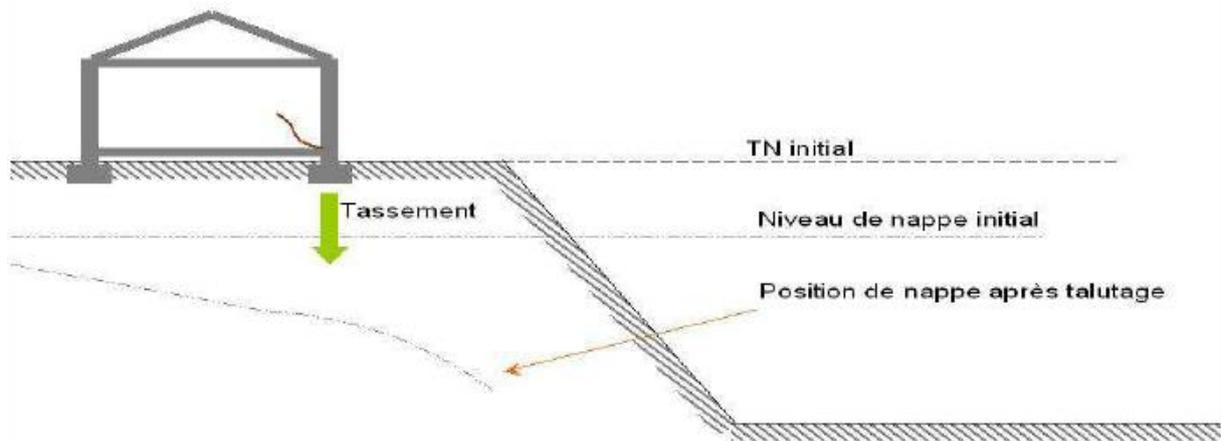


L'exemple ci-dessous est le cas de l'extension d'un bâtiment avec un parti de fondation différent. Le bâtiment de gauche est fondé sur pieu, celui de droite sur radier. Le radier comprimé le sol et influe sur des pieux. Dans ce cas la poussée des terres peut mener à la rupture des pieux.

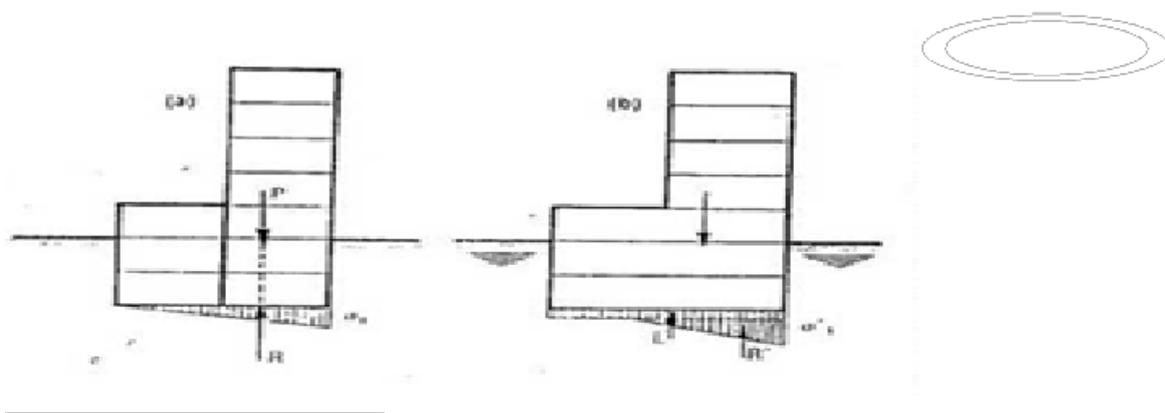
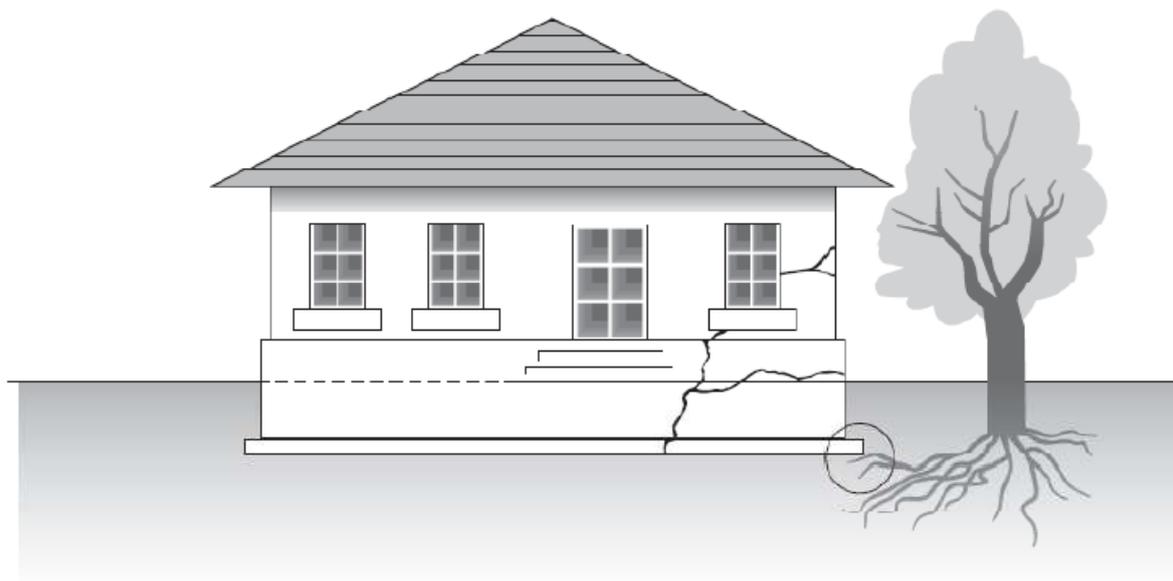
VI-5 Pathologies liées à la modification de l'environnement

Les modifications de l'environnement immédiat d'une construction peuvent avoir des conséquences sur ses fondations, conséquences pouvant parfois aller jusqu'à la ruine

Dans l'exemple suivant, la création d'une route à proximité d'une construction a nécessité la modification du terrain naturel, et la création d'un talus. Ainsi, la nappe phréatique a été détournée de son cheminement initial, et sa variation décomprimé le sol sous une partie de la construction existante. Il va y avoir tassement et apparition d fissures (modification de l'équilibre hydrique du site par le talutage)



Dans la figure suivante, la charge globale P est excentrée. Dans (a) la réaction du sol se trouve sur la verticale. Par contre, lors d'une remontée de nappe phréatique, la résultante des forces du sol sera encore plus excentrée (la résultante de la pression hydrostatique et centrée). La construction peut donc prendre un faux aplomb, et le risque de sinistre, voire de ruine, est réel..

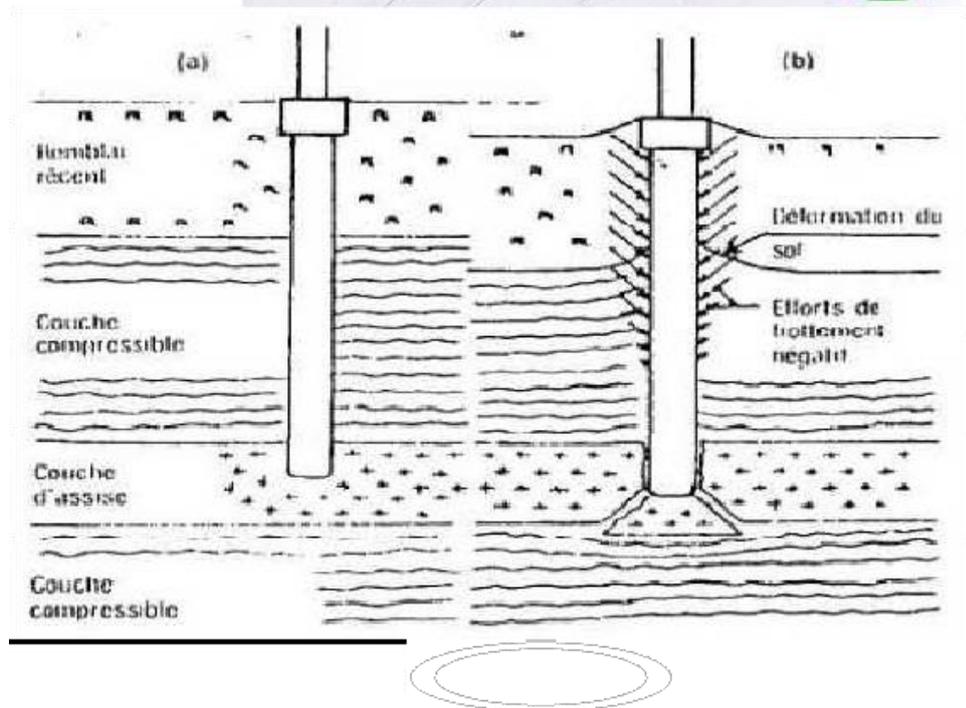
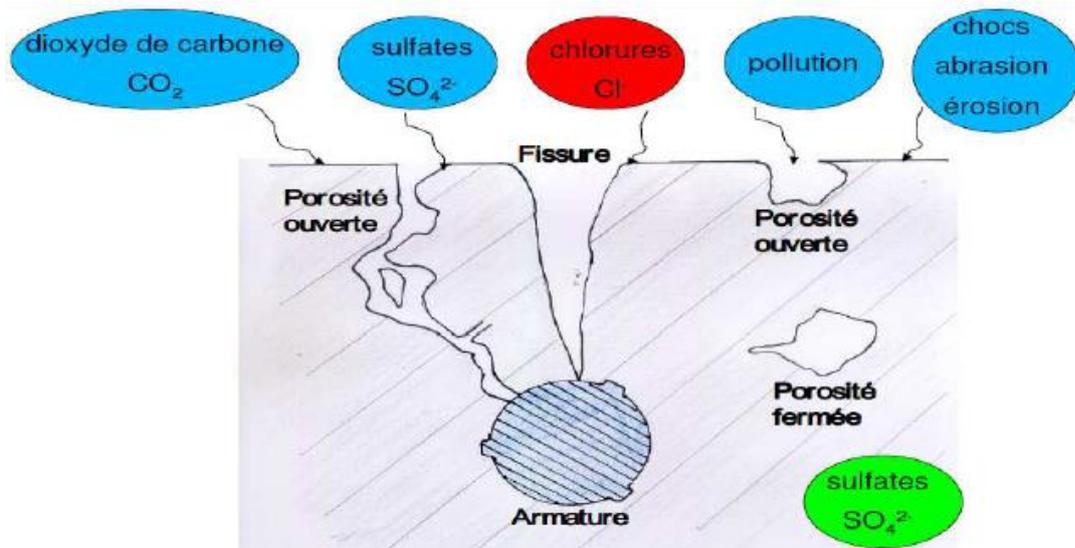


VI-6 Pathologie due au Frottement négatif

Lors d'un dimensionnement du pieu, la nature des couches n'a pas été suffisamment appréciée. La présence d'une couche compressible sous le remblai récent n'a pas été considérée de façon suffisante

VI-7 Pathologie des fondations par les milieux qui les enrobent

Comme les fondations sont des éléments à la plus part du temps réalisés par du béton armé dont celui-ci est l'objet des différentes attaques (chlorures, sulfates, eaux...) qui une partie des sous-sols

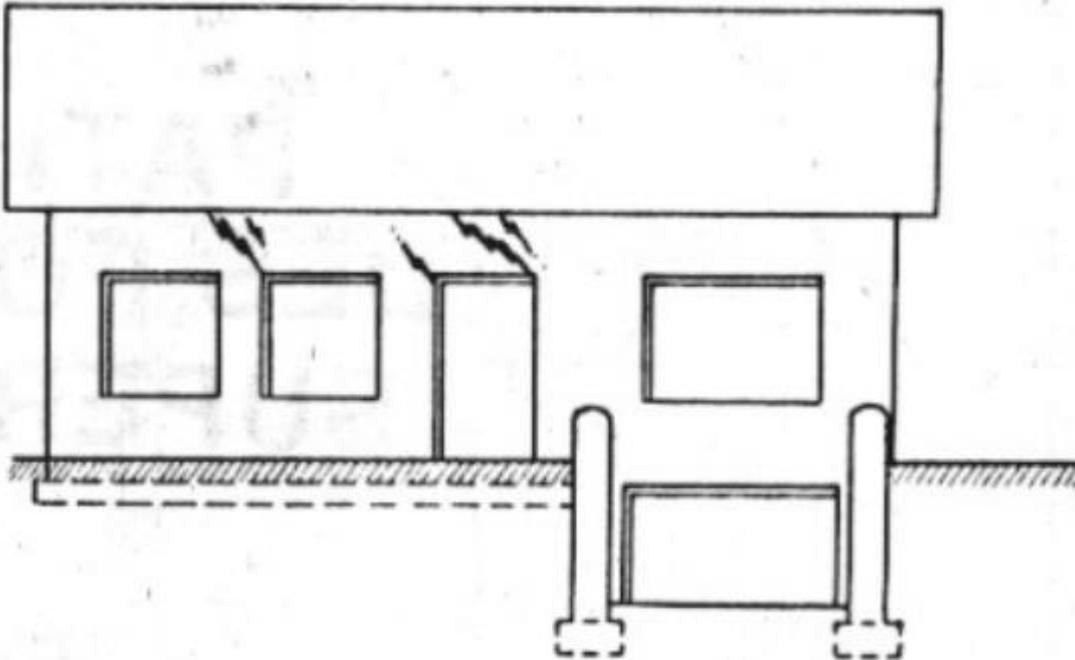


VII- Conséquences des pathologies de fondation

➤ Charge et tassement en terrain homogène.

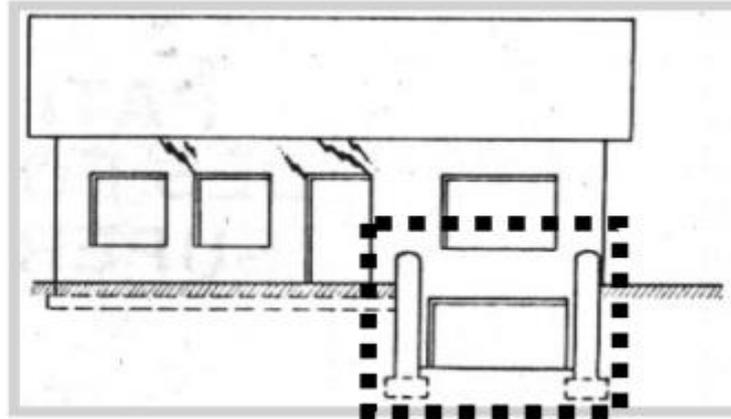
Il est généralement difficile de suivre le tracé des fissures dans une maçonnerie de moellons. Cependant la dislocation montrait un cisaillement d'allure verticale, causé par un tassement différentiel entre les piliers et les bâtiments, ceux-ci ayant tassé davantage. Le phénomène fut expliqué -malheureusement trop tard- par le calcul des tassements respectifs des arcades très légères et des bâtiments.

D'autre part sous charges égales, deux semelles identiques tassent différemment si leur profondeur d'enfouissement est différente. La semelle moins profonde tasse relativement plus. Méconnaître ce fait pour les constructions mal chaînées est la cause de fréquents désordres.



L'allure des désordres montrait un léger basculement de la partie sous-sol, qui avait tendance à tasser plus que l'autre.

En effet, d'un côté, les semelles étaient enfouies à environ 60 cm tandis que de l'autre, elles étaient à quelques 3 mètres sous le sol. Le terme de profondeur a produit son effet.



➤ Les méfaits de l'eau

Si un ouvrage a été construit en méconnaissance du niveau des plus hautes eaux :

- celles-ci peuvent envahir les sous-sols, en démolissant les dallages trop imperméables par effet de sous pression,
- elles imprègnent le sol de fondation, détériorant parfois sa force portante et provoquent ainsi des tassements anarchiques. Aussi, l'eau de pluie ruisselle sur les pentes et s'infiltré plus ou moins lentement suivant la perméabilité des couches superficielles. On lutte efficacement contre les eaux de ruissellement par un circuit de drainage, à la condition qu'il fonctionne tant tout au long de son parcours qu'à son exutoire

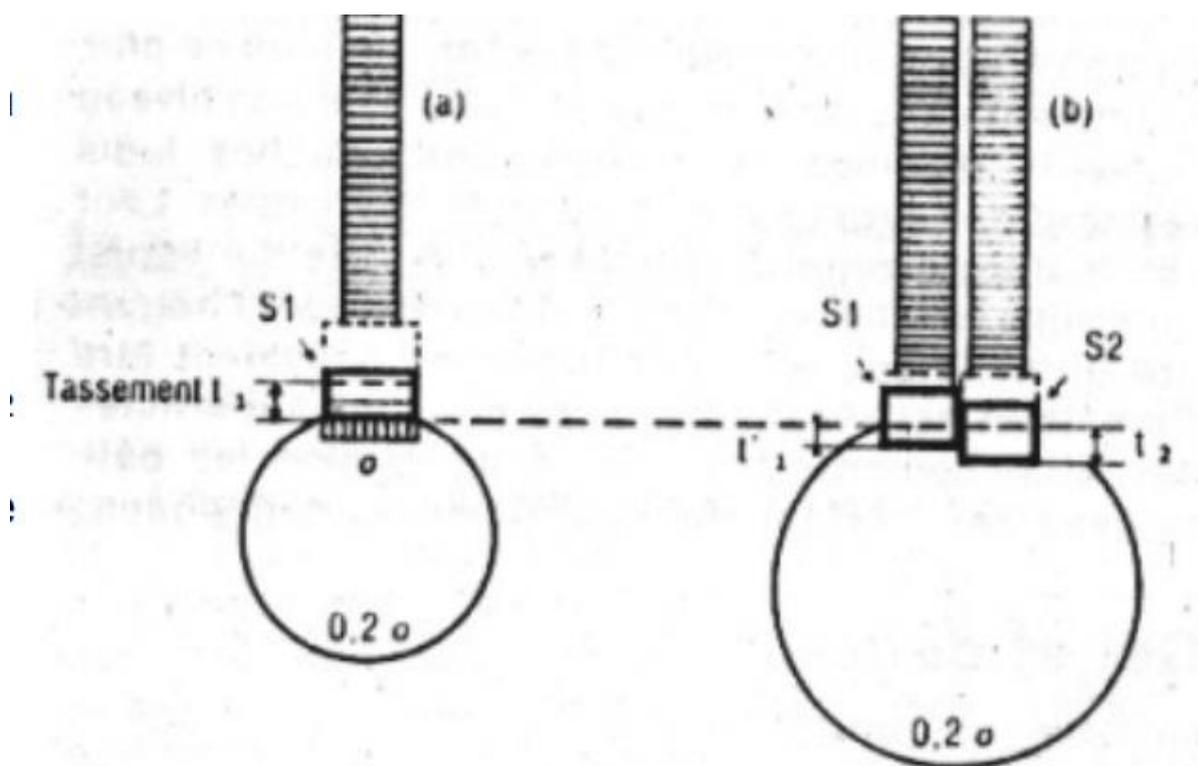
Parmi les autres méfaits des eaux de ruissellement et non des moindres, citons pour mémoire les glissements de terrain et le déversement des murs de soutènement.

Les fuites d'eau des réseaux d'alimentation en eau potable (A.E.P) et d'assainissement peuvent être des causes d'affouillement et d'imprégnation en permanence du sol de fondation provoquant la perte de la force portante et tassements. Dès lors, la canalisation est souvent entraînée dans le mouvement ; elles s'ouvrent et fuit davantage et personne n'est plus capable de dire si le sol a tassé à cause de la fuite ou si la canalisation s'est rompue par suite de tassement. Les argiles ont la propriété de pouvoir renfermer des quantités d'eau appréciables qui ont pour effet de modifier leur force portante, mais aussi pour certaines de les faire gonfler. La dessiccation produit l'effet inverse et peuvent conduire à un tassement.

➤ Modification de l'équilibre du sol

La semelle d'un bâtiment nouveau fait tasser sa voisine par interférence des deux bulbes de pression. Le sol se comporte, en effet, comme sous une semelle unique plus large et plus chargée et même à contraintes égales, le tassement croît avec la largeur.

La première semelle S1 tasse de t_1 sous le poids de son mur. Au cours du chargement de la semelle S2, celle-ci subit un tassement t_2 inférieur à t_1 ; mais S1 subit un supplément de tassement t'_2 .



➤ Agression des fondations

Les fondations sont en contact de milieux pouvant être agressif à leur égard ; ils doivent être conçus en conséquence.

- le plus répandu des agents responsables d'agression est le sulfate de calcium (Ca SO_4). Il provient généralement de la dissolution de gypse naturel et véhiculé vers la fondation par les eaux de ruissellement. Le sulfate de calcium se combine avec la célite (C 3A) présente dans le ciment pour former le sel de Candlot. La formation de ce composé s'accompagne d'un fort taux de gonflement qui fait éclater le béton.

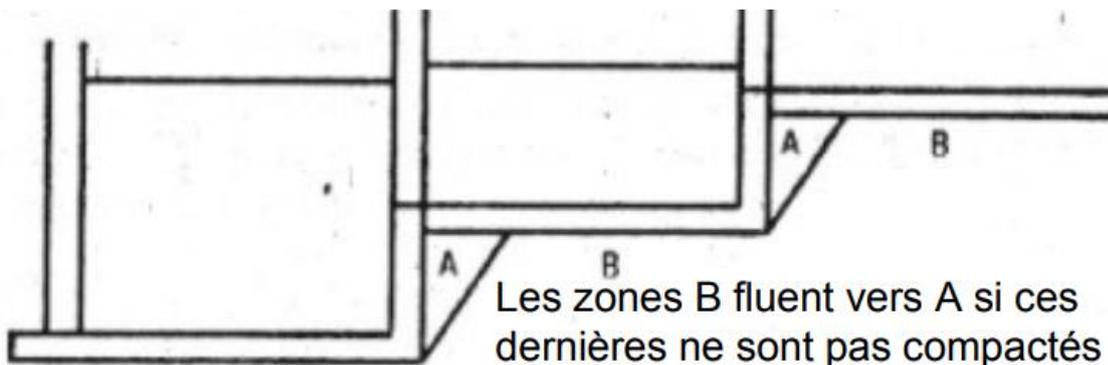
- l'eau de mer et notamment les eaux chlorées attaquant la chaux libre au sein de Ciment Portland Artificiel (CPA) ainsi que les armatures dont elles accélèrent la corrosion.

Les eaux pures (eaux de pluie, de fonte des neiges,...) tendent à dissoudre la chaux libre en rendant le béton poreux engendrant la réduction de ses qualités mécaniques,

- les eaux thermales chargées d'acide carbonique, les eaux résiduaires des sucreries et généralement les déchets acides dans le cas de la proximité d'une zone industrielle, attaquent lentement la basicité du ciment portland durci. On voit bien l'intérêt de connaître le milieu dans lequel se trouve la fondation. En cas de doute, il est prudent d'utiliser des matériaux résistants aux eaux agressives : • Granulats siliceux ou de calcaire dur, • Ciments non basiques (riches en laitier ou prise mer,...)

➤ Erreurs d'exécution

- une détérioration du fond de fouille : l'utilisation de gros engins de terrassement possédant des godets à dents grattent souvent la surface du fond de fouille ; il faut par conséquent la recompacter. Aussi, une exposition trop prolongée du fond de fouille aux intempéries, le ramollit en surface et implique soit une sur profondeur soit un recompactage
- une mauvaise implantation des repères induisant des excentremets supérieurs
- un mauvais positionnement des armatures soit en les posant sans cale sur le béton de propreté qui est un béton médiocre et poreux. L'acier se trouve ainsi sans protection contre l'humidité plus ou moins agressive du sol ; soit en inversant le ferrailage.
- le béton des semelles doit être compact et correctement dosé pour ne pas devenir, par sa porosité, le siège de cheminements d'eau qui dissoudraient progressivement les constituants de son ciment durci
- un mauvais bétonnage ; coulées de terre se retrouvant prisonnières dans la semelle qui en détruisent la résistance à cet endroit
- un mauvais remblaiement en radier échelonné pouvant engendrer le fluage des zones en place. Les remblais A doivent être pleins et compactés



VIII- Traitement et techniques de mis en œuvre des pathologies

En cas de **sol gonflant**, il faut prendre les dispositions suivantes :

- Etancher les alentours de la construction.

- Adopter des couches tampons de sol stable.

- Eviter de faire circuler les canalisations sous la construction.

- Adopter une structure souple dans son ensemble et rigide par blocs avec oies joints ne dépassant pas 15 m.

-Les désordres dus à la **portance du sol** sont très rares au Maroc, grâce à la nature consistante des sols. Pour les ouvrages où la descente de charge est importante, il y'a en général une étude géotechnique, ce qui nous permet de ne pas aller a des charges excessives. Toutefois, on a recensé quelques cas pathologiques sur des sols mous, dans la région de Tanger.

- En cas de **sol mou**, il faut traiter le terrain par :

- Colonnes en gros béton dans le but d'apporter une résistance mécanique supplémentaire au sol de fondation

- Pre

chargement avec éventuellement des drains pour accélérer les tassements.

- En cas de **Karst**, il faut faire un traitement par injection.

- En cas de **grottes artificielles**, la solution envisagée est un remplissage en gros béton au droit des appuis.

-Il faut éviter des exploitations souterraines si l'effondrement n'est pas encore terminé. Dans le cas contraire, il faut adopter une structure très souple dans l'ensemble.

-Il faut adopter, dans le cas d'une **falaise**, des moyens pour stabiliser la falaise, et s'éloigner au maximum de la crête.

-Dans certains **ouvrages de faible importance** et qui sont très dégradés, la solution destruction et remplacement par un autre ouvrage s'avère souvent la plus économique. Pour les solutions de réparation, deux cas se présentent :

- Si on juge qu'il n'y a plus d'évolution, on se contente de réparer les éléments touchés.

Dans le cas contraire, on peut agir à deux niveaux :

- + Au niveau du sol, en le rendant stable moyennant des solutions de soutènement ou de traitement (injection, drainage, soutènement).

- + Au niveau des fondations, par une reprise en sous-œuvre en les descendant à un niveau stable. Une solution par micropieux peut être très efficace.

Une fois la fondation stabilisée, on répare les dommages affectant la structure. Dans le cas où les mouvements sont répétitifs, cas du gonflement-retrait, on peut soit adopter l'une des solutions envisagées ci-dessous, soit adopter les dispositions constructives données relatives au sol gonflant, avec une rigidification supplémentaire de la structure.

FICHE DE DIAGNOSTIC ET SOLUTIONS CORRECTIVES

NOM DU DEFAUT	DEFINITION CAUSES PROBABLES	INDICE DE GRAVITE	MODES DE REPARATION POSSIBLE
ACIERS DENUDES	<p>Armatures apparente</p> <p><u>Causes probables :</u></p> <p>Disparition ou enrobage insuffisant du béton</p> <p>Attaque du béton</p> <p>Chocs mécaniques.</p> <p>Cloquage ou éclat de l'enduit et/ou de l'enrobage avec gonflement.</p> <p>Plusieurs armatures apparentes sur une faible longueur</p> <p>Plusieurs armatures apparentes à un ou plusieurs lits et apparaissant sur au moins quelques dizaines de centimètres de longueur.</p> <p>Perte de matière et diminution de section</p> <p>Plusieurs armatures appartenant à un ou plusieurs lits et</p>	<p>Défauts qui indiquent le début d'évolution.</p> <p>Défauts qui indiquent une évolution avancée pour des ouvrages, qui ne sont pas en contact avec des liquides.</p> <p>Défauts qui indiquent une évolution avancée pour des ouvrages, en contact avec des liquides.</p> <p>Défauts qui traduisent de façon très nette une modification du comportement de la structure et qui mettent en cause la durée de vie de l'ouvrage.</p> <p>Défauts qui traduisent de façon très nette une modification du comportement de la structure et qui mettent en cause la durée de vie de l'ouvrage.</p>	<p>Préparation des surfaces par sablage ou meulage : projection d'eau sous pression plus soufflage.</p> <p>Mise en place d'un joint souple.</p> <p>Rainurage.</p> <p>Mise en place d'un joint souple.</p> <p>Rainurage.</p> <p>Mise en place d'un joint souple.</p> <p>Rainurage.</p> <p>Reconstruction du joint.</p> <p>Mise en place d'un joint souple.</p> <p>Rainurage.</p> <p>Reconstruction du joint.</p> <p>Reconstitution du béton</p> <p>Mise en place d'un joint souple.</p>

	<p>apparaissant sur une grande longueur, de l'ordre du mètre avec fortes diminutions de section.</p> <p>Nappes d'armatures visibles avec diminution de section</p>		<p>Rainurage.</p> <p>Reconstruction du joint.</p> <p>Reconstitution du béton</p>
CASSURE	<p>Fissure ou éclatement important traversant de part en part de béton</p> <p>Elle est souvent accompagnée d'épaufrures et / ou de déformations</p> <p>Sur éléments non porteurs</p> <p>Sur éléments porteurs</p>	<p>Défauts qui traduisent de façon très nette une modification du comportement de la structure et qui mettent en cause la durée de vie de l'ouvrage.</p> <p>Idem</p>	<p>Préparation des surfaces par sablage ou meulage : projection d'eau sous pression plus soufflage.</p> <p>+</p> <p>Fissures profondes par injection</p> <p>Idem</p>
CORROSION ACIER	<p>Désintégration des armatures par électrolyse ou attaque chimique ;</p> <p>S'observe sur les aciers dénudés ou sur le béton d'après la couleur des efflorescences.</p> <p><u>Causes probables</u></p> <p>Prise en compte ou évaluation insuffisante de la notion de fissuration ;</p> <p>Acier dénudé, mauvaise étanchéité, enrobage insuffisante, erreurs de calculs.</p> <p><u>Conséquences :</u></p> <p>Fissures dues à la redistribution des</p>	<p>Défauts qui indiquent le début d'évolution</p> <p>Défauts qui indiquent une évolution avancée pour des ouvrages, qui ne sont pas en contact avec des liquides.</p> <p>Défauts qui traduisent de façon très nette une modification du comportement de la structure et qui mettent en cause la durée de vie de l'ouvrage.</p>	<p>Mise en place d'un joint souple.</p> <p>Rainurage.</p> <p>Idem</p> <p>Reconstitution du joint.</p> <p>Reconstitution du béton.</p>

	<p>efforts, épaufrures, et déformations des poutres, dalles, instabilité et rupture.</p> <p>En béton armé quelques armatures corrodées sur plusieurs dizaines de centimètres.</p> <p>Dans le cas du béton armé, corrosion réduisant la section résistante de plus de 20%</p>		
CORROSION BETON	<p>Modification du béton, s'observe par gonflement, pelade du béton, désagrégation des composants du béton (granulats, ciments etc.)</p> <p><u>Causes probables</u></p> <p>Action de l'eau ou d'ambiance agressive, formation de sels de candlot, effet du gel.</p> <p><u>Conséquences :</u></p> <p>Perte de résistance, risque de corrosion des aciers.</p> <p>On notera la profondeur visible de l'attaque et son étendue :</p> <ul style="list-style-type: none"> - En surface - En profondeur 	<p>Défauts qui indiquent une évolution avancée pour des ouvrages, qui ne sont pas en contact avec des liquides.</p> <p>Défauts qui traduisent de façon très nette une modification du comportement de la structure et qui mettent en cause la durée de vie de l'ouvrage.</p>	<p>Préparation des surfaces par sablage ou meulage : projection d'eau sous pression plus soufflage.</p> <p>Création d'un joint.</p> <p>Les joints de structure</p>
EFFLORESCENCE	<p>Tache blanche en surface du béton provenant de la carbonisation.</p>	<p>Défauts existants dès la naissance de l'ouvrage et sans conséquences importantes, autres qu'esthétiques.</p>	<p>Préparation des surfaces par sablage ou meulage : projection d'eau sous pression, plus soufflage et séchage par aérotherme ou autres.</p>

	<p><u>Causes probables :</u></p> <p>Mauvaise étanchéité de l'ouvrage</p> <p>La formation d'une pellicule d'efflorescence qui risque d'être évolutive</p>		
--	--	--	--

