

## **Plan Cours : PATHOLOGIE DES OUVRAGES GEOETECHNIQUE**

### **A. INTRODUCTION : PATHOLOGIE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUE**

1. Introduction générale :
2. Le modèle géotechnique :
3. Diagnostic Géotechnique

### **B. PATHOLOGIE : FONDATIONS SUPERFICIELLES**

- 1.** Rappel calcul de la capacité portante
- 2.** Pathologie des fondations superficielles

### **C. PATHOLOGIE : TASSEMENT FONDATIONS SUPERFICIELLES**

1. Caractéristiques des tassements
2. Notions de bulbe de contraintes
3. Désordres causés par les tassements
4. Pathologies causés par les tassements

### **D. PATHOLOGIE : FONDATION SUR SOL GONFLANTS**

1. Phénomène de gonflement des sols
2. Désordres des sols gonflants en présence de l'eau

### **E. PATHOLOGIE : DES FONDATIONS PROFONDES PAR PIEUX**

1. Introduction
2. Pathologies dues aux problèmes de l'étude géotechnique
3. Défauts dans la réalisation
4. L'agression par le sol environnant

### **F. PATHOLOGIE : GLISSEMENTS DE TERRAIN**

1. Introduction
2. Description des mouvements
3. Glissements d'instabilité superficielle
4. Facteurs d'instabilité des pentes

### **G. PATHOLOGIE: MURS DE SOUTÈNEMENT**

1. Généralités
2. Conditions de stabilité d'un mur de soutènement
3. Mode de rupture d'un mur de soutènement
3. Diagnostic
4. Facteurs de risques de désordres

## A. INTRODUCTION : PATHOLOGIE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUE

### 4. Introduction générale :

La pathologie des ouvrages géotechnique constitue les différents désordres qui sont observés dans ces ouvrages, notamment dans les ouvrages suivants :

- Fondations superficielle
- Fondations profondes
- Murs de soutènement
- Talus ou pente

Pour éviter ces désordres un ensemble de règles doivent être observées

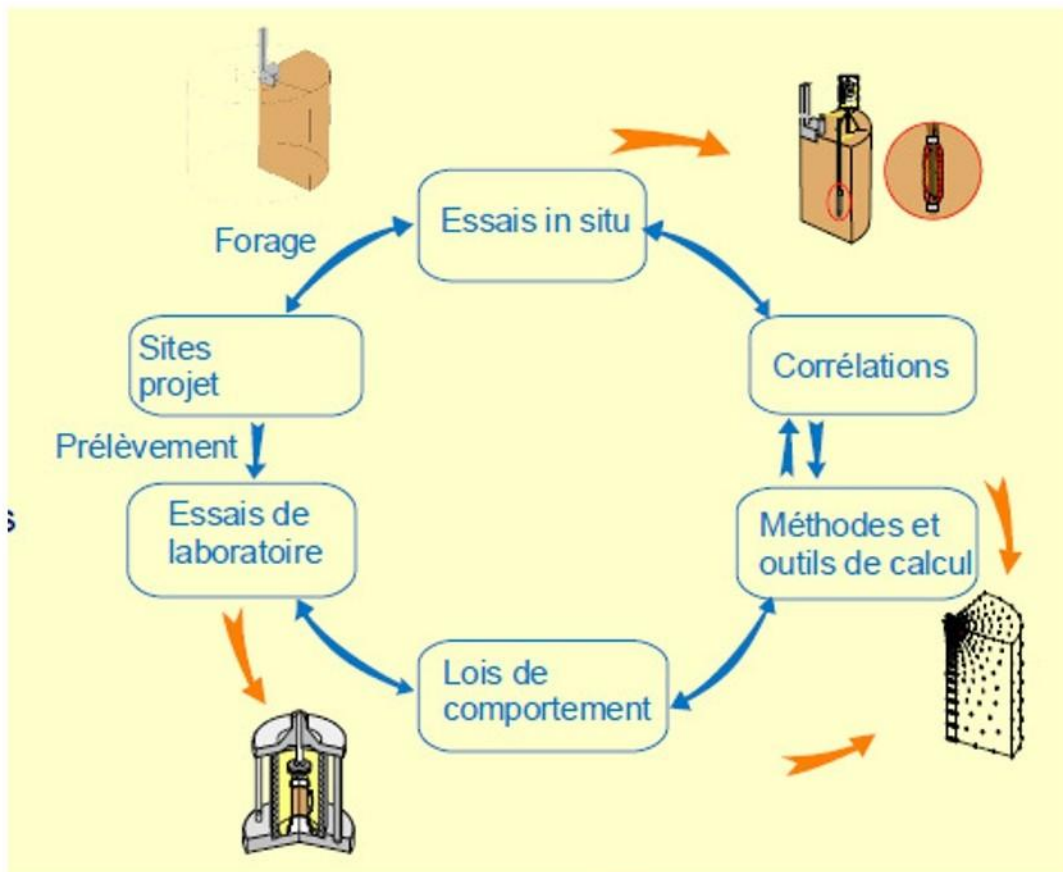
- Etablir un modèle géotechnique
- Etude de dimensionnement rigoureuse
- Un suivi d'exécution permanent

Les désordres sont :

- Observées in situ sur la base d'un diagnostic fiable
- Etudiés et leurs causes déterminées à partir d'une analyse technique rigoureuse

### 5. Le modèle géotechnique :

- détermination de l'état initial du sous sol et de son comportement futur
- synthétise la représentation que se fait le géotechnicien avant l'ouvrage :
  - des horizons rencontrés, de leur géologie,
  - de leurs agencements géométriques et
  - de leurs propriétés mécaniques



Schémas général : Etude géotechnique

### Le prédimensionnement

- a pour but d'établir, à partir de méthodes de calculs reconnues, la faisabilité géotechnique d'un ouvrage, avec les ordres de grandeur,

### Etude géotechnique de projet

- notes techniques sur les méthodes d'exécution retenues
- notes de calculs de dimensionnement niveau projet

### Supervision géotechnique d'exécution

- Avis sur l'étude géotechnique d'exécution
- Interventions ponctuelles sur le chantier
- Avis sur le contexte géotechnique observé par l'entrepreneur
- Avis sur le comportement observé de l'ouvrage et des avoisinants concernés
- Avis sur l'adaptation ou l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur

## 6. Diagnostic Géotechnique

- définition, après enquête documentaire, réalisation ou suivi, exploitation d'un programme spécifique d'investigations
- validation des données géotechniques nécessaires au diagnostic
- étude géotechnique de projet et/ou d'exécution, suivi et supervision à faire si le diagnostic conduit à réaliser des travaux

Chaque étape d'investigations géotechniques :

- l'exécution du programme de sondages, essais et mesures en place ou en laboratoire défini dans le cadre de la mission d'ingénierie géotechnique correspondante

## B. PATHOLOGIE : FONDATIONS SUPERFICIELLES

### 1. Rappel calcul de la capacité portante

#### 1.1 Méthodes de calcul de la capacité portante

2 types de méthodes sont utilisés

- Méthode plastique basée sur les résultats des essais de laboratoire : cohésion  $C$  et angle de frottement
- Méthode basée sur les résultats des essais des essais in situ: pression limite  $p_l$  du pressiomètre ou la résistance de pointe  $q_c$  du pénétromètre statique

#### 1.2 Calcul de la capacité portante par la méthode plastique

La capacité portante de la fondation s'exprime alors par la relation suivante :

$$q_l = S_\gamma \cdot \left( \frac{1}{2} \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma(\varphi) \right) + S_q \cdot (q + \gamma_2 \cdot D) \cdot N_q(\varphi) + S_c \cdot C \cdot N_c(\varphi)$$

Avec :

$S_\gamma, S_c, S_q$  : coefficients de forme de la fondation

$q_l$  : contrainte de rupture (capacité portante par unité de surface),

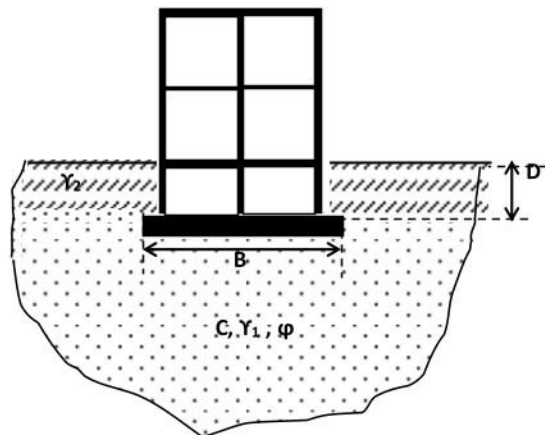
$\gamma_1$  : poids volumique du sol sous la base de la fondation,

$\gamma_2$  : poids volumique du sol latéralement à la fondation,

$q$  : surcharge verticale latérale à la fondation,

$C$  : cohésion du sol sous la base de la fondation,

$N_\gamma(\varphi), N_c(\varphi)$  et  $N_q(\varphi)$  : facteurs de portance



#### a) Expression des facteurs de portance : $N_\gamma(\varphi)$ , $N_q(\varphi)$ et $N_c(\varphi)$

Expression:  $N_\gamma (\varphi)$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left[ K_p \frac{\cos\left(\frac{\pi - \varphi}{4}\right)}{\cos^2\left(\frac{\pi + \varphi}{4}\right)} - \text{tg}\left(\frac{\pi + \varphi}{4}\right) \right]$$

$K_p$  est obtenue à partir des tables de butée de Caquot et Kérisel pour :

Expression:  $N_q (\varphi)$

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi'}{2}\right)$$

Expression:  $N_c (\varphi)$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cos \varphi'$$

b) Coefficients de forme:  $S_\gamma, S_c, S_q$

**Tableau:** Coefficients de forme. Valeurs de Terzaghi.  
(Conditions non drainées et drainées)

Fondation	Rectangulaires ou carrées ( $\frac{B}{L} = 1$ )		Circulaires
$S_\gamma (1)$	$1 - 0,2 \frac{B}{L}$	0,8	0,6
$S_c$	$1 + 0,2 \frac{B}{L}$	1,2	1,3
$S_q$	1	1	1
(1) Conditions drainées, seulement			

Tableau: Coefficients de forme. Projet d'Eurocode 7-1

Fondations	Conditions non drainées		Conditions drainées	
	Rectangulaires	Carrées ou circulaires (B/L = 1)	Rectangulaires	Carrées ou circulaires (B/L = 1)
S <sub>γ</sub>			$1 - 0,3 \frac{B}{L}$	0,7
S <sub>c</sub>	$1 + 0,2 \frac{B}{L}$	1,2	$\frac{(1 + \frac{B}{L} \sin \varphi') N_q - 1}{N_q - 1}$	$\frac{(1 + \sin \varphi') N_q - 1}{N_q - 1}$
S <sub>q</sub>	1	1	$1 + \frac{B}{L} \sin \varphi'$	$1 + \sin \varphi'$

### 1.3 Expression de la capacité portante à court terme et à long terme

Le comportement d'un sol fin saturé diffère suivant que les excès de pression interstitielle (surpression) provoquée par l'application des charges ont eu ou non le temps de se dissiper. Le calcul se fait à court terme et à long terme

#### a) Calcul à court terme: sols fins saturés

- on utilise les contraintes totales et les caractéristiques non drainées du sol

$$\varphi = 0 \rightarrow N_\gamma(\varphi) = 0, N_c(\varphi) = 0 \rightarrow q_t = \gamma_{sat} \cdot D + (\pi + 2) \cdot C_u$$

#### b) Calcul à long terme: sols granulaire ou pulvérulent

- on utilise les contraintes effectives et les caractéristiques drainées du sol

$$q_t = S_\gamma \cdot \left( \frac{1}{2} \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma(\varphi') \right) + S_q \cdot (q + \gamma_2 \cdot D) \cdot N_q(\varphi') + S_c \cdot C' \cdot N_c(\varphi')$$

## 2. Pathologie des fondations superficielles

Les diagnostics des désordres observés ont montré que les principales causes sur des pathologies des fondations sont les suivantes

- Mauvais compactage des remblais supports de fondations
- Venues d'eau dans terrains argileux Retrait gonflement du sol
- Associations de plusieurs types de fondations
- Exécution de travaux à proximité
- Causes externes : glissements de terrain

Ces différentes causes seront présentées dans les parties suivantes du cours

## C. PATHOLOGIE : TASSEMENT FONDATIONS SUPERFICIELLES

### 1. Caractéristiques des tassements

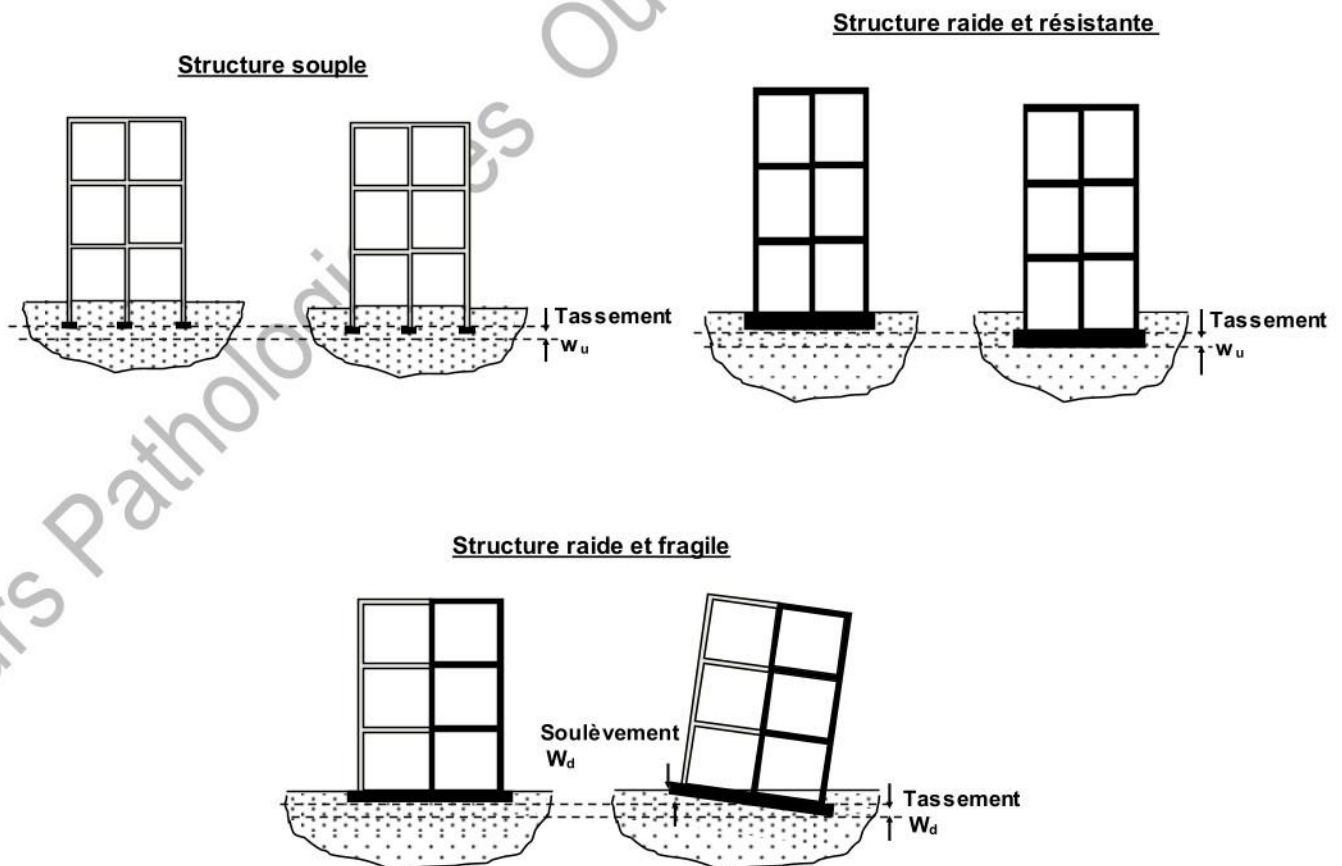
Le tassement est l'enfoncement d'une fondation dans le sol suite aux chargements qu'elle supporte. En fonction de la nature du terrain il peut atteindre sa limite dans quelques mois ou quelques années

Quand la fondation s'enfoncement dans le sol:

- de façon égale : tassement uniforme.
- de façon inégale : tassement différentiel.

Le tassement peut être :

- uniforme ( $w_u$ ) ou différentiel  $w_d$  modérés : supporté pour fondations souples
- différentiel  $w_d$  modérés non supporté pour fondations raides
- si  $w_u$  et  $w_d$  élevés : ils sont nuisibles





## 2.Expression générale des tassements

Le tassement  $w$  dans un sol homogène s'exprime par:

$$w = t \cdot s_f \cdot \frac{V}{2(1-\mu^2)EA}$$

$$\text{si } \sigma = \frac{V}{A} \rightarrow w = t \cdot s_f \cdot \frac{\sigma}{2(1-\mu^2)E}$$

$t$ : coefficient du terrain,  
 $s_f$ : coefficient de forme de la semelle,  
 $V$ : charge appliquée sur la semelle,  
 $\mu$ : coefficient de Poisson,  
 $E$ : module d'Young,  
 $A$ : section de la fondation

A noter que:

- Pour un même sol
  - 2 semelles de même profondeur tassent proportionnellement à  $V$  ou inversement proportionnel à  $A$
- Sous la même charge verticale  $V$ 
  - 2 semelles: de même profondeur et même section tassent en fonction de leur forme de la semelle ( $s_f$ ).
- Pour des fondations de même forme sous la condition d'une même contrainte du sol, les tassements seront différentiels sous les semelles de charges différentes.

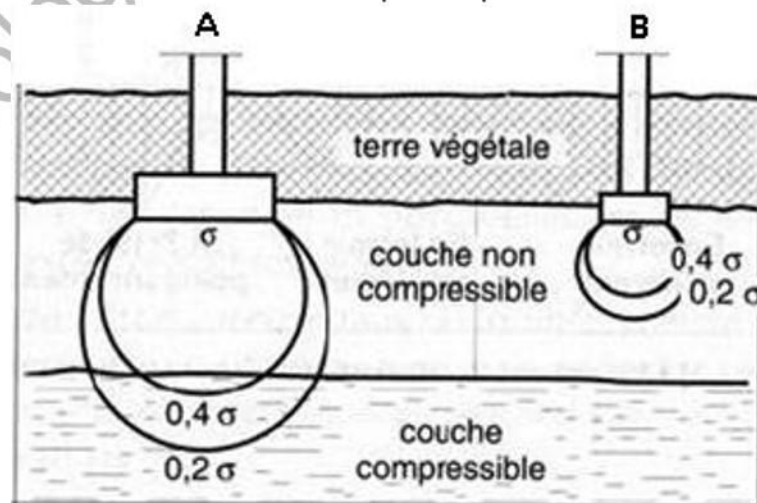
## 3.Notions de bulbe de contraintes

Le bulbe de contrainte représente l'influence de la contrainte sous la fondation en fonction de la profondeur.

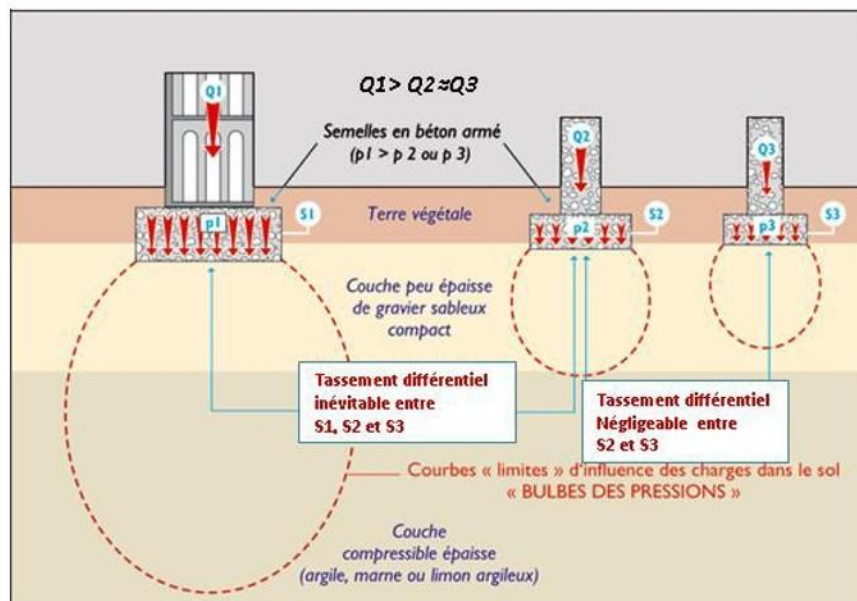
Il influence directement les tassements.

Plus cette contrainte est grande :

- plus son influence est profonde
- et les tassements deviennent plus importants



**Bulbe de contraintes sous 2 fondations voisines**



Bulbe de contraintes sous 3 fondations voisines

#### 4. Désordres causés par les tassements

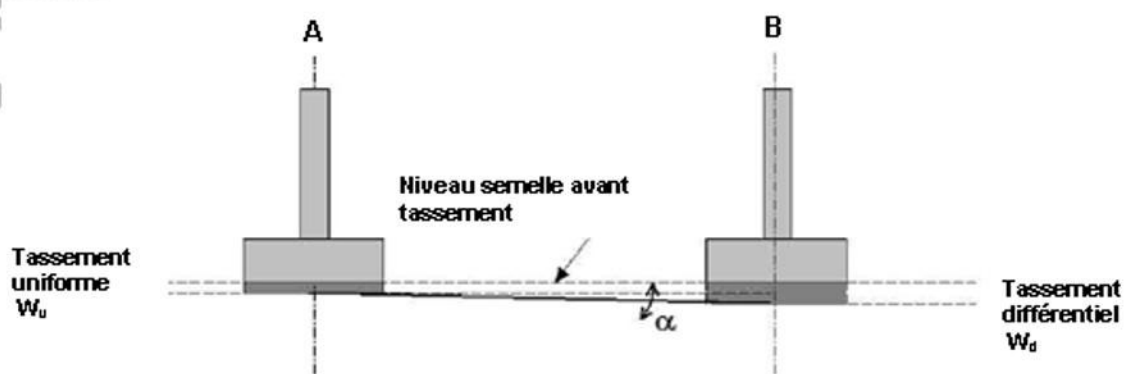
Le tassement d'une fondation doit être limité à la valeur du tassement admissible pour éviter:

- le basculement ou l'effondrement de la construction
- La fissuration de la fondation ou la structure

Les structures fondées sur semelles superficielles en béton armé dans les sols déformables peuvent subir des mouvements susceptibles d'engendrer des dommages importants suite aux tassements différentiels qu'elles subissent, qui peuvent mettre en danger l'ouvrage et le conduire à la ruine

Dans ce type de sol, on observe en général 2 types de des tassements:

- les tassements uniformes : moins dangereux
- Les tassements différentiels qui sont plus nuisibles : à titre d'exemple, un tassement différentiel de 1 cm. entre deux points d'appui distants de 5 m. suffit à provoquer la fissuration.



Les tassements entraînent principalement des dommages:

- Sur la fondation : renversement, éclatement et fissures du béton
- Sur la structure : fissures de cisaillement en diagonale ou fissures de traction horizontales et verticales sur les murs extérieurs.

2 conditions doivent être réunies pour déclencher la fissuration :

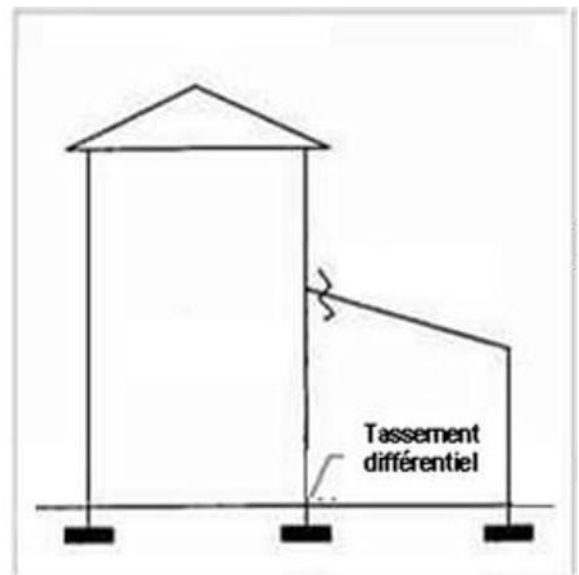
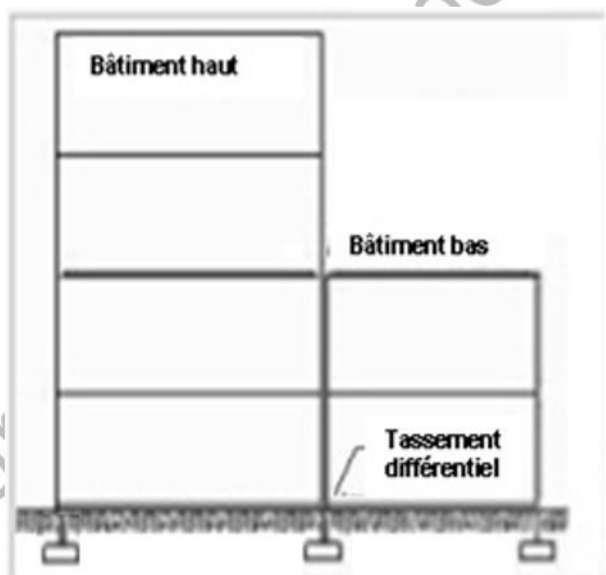
- un sol compressible sous le niveau d'assise des fondations ;
- des charges irrégulièrement réparties aux fondations.

Les autres causes de tassements différentiels peuvent être :

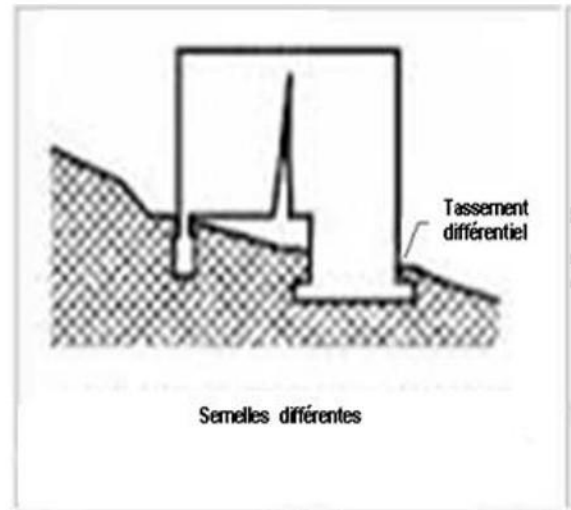
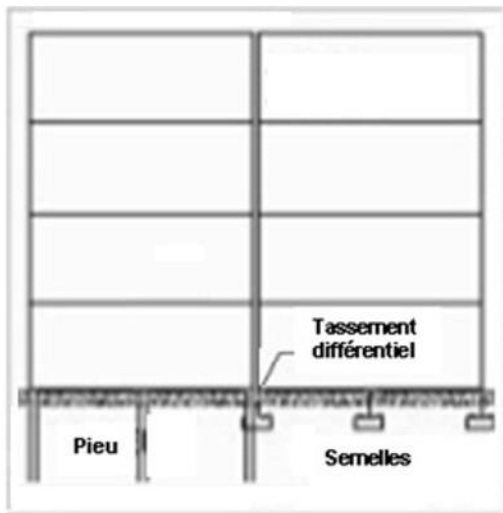
- Implantation d'une structure sur des types de fondations différents
- Les fondations de structures voisines de poids différent
- l'implantation des fondations sur un sol hétérogène, constitué des inclusions rocheuses (points durs) et de zones compressibles (points faibles, tourbes, vases, etc....)
- Modification de l'environnement autour de la fondation : apport remblais récent d'âge différent, apport de surcharges supplémentaires sur la fondation ou la structure

## 5. Pathologies causés par les tassements

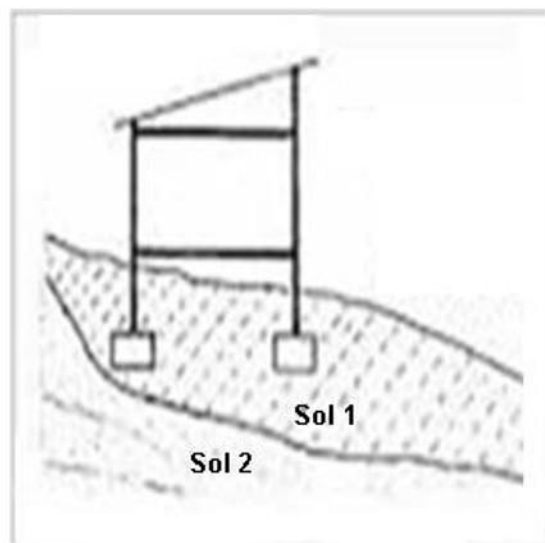
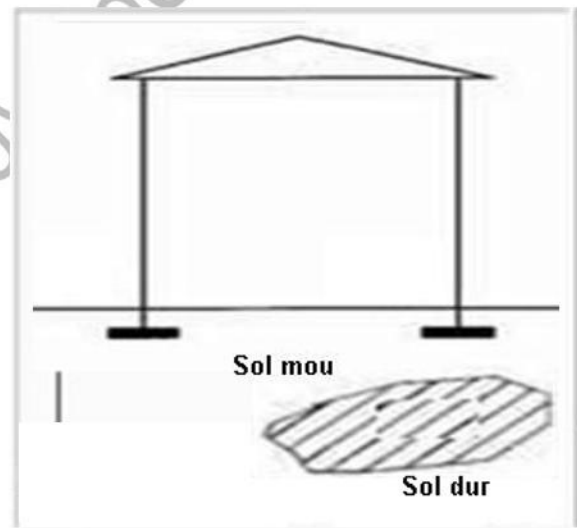
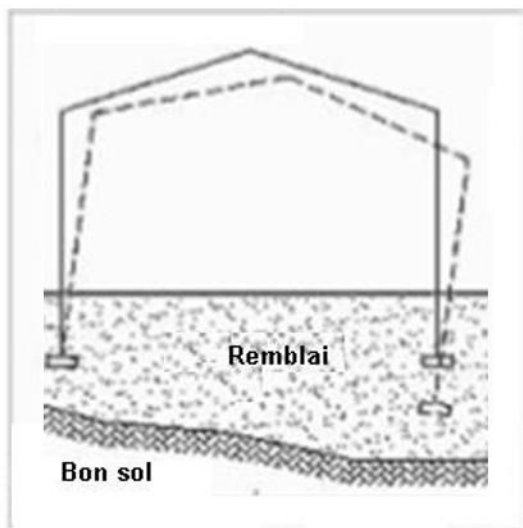
### 5.1 Structures sur fondations de types différents



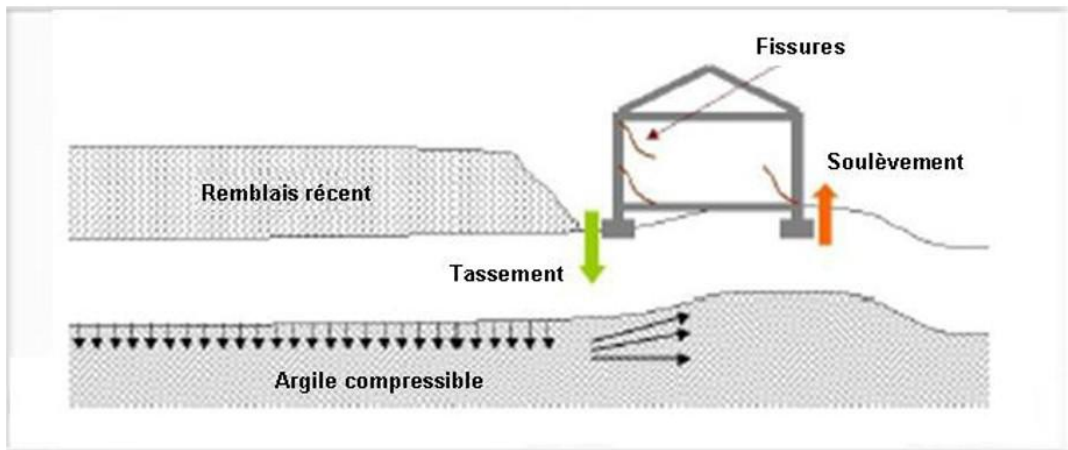
## 5.2 Structures sur fondations de types différents



## 5.3 Fondations sur un sol hétérogène



### 5.4 Modification de l'environnement autour de la fondation



Cours Pathologie des Ouvrages Géotechnique

## D. PATHOLOGIE : FONDATION SUR SOL GONFLANTS

### 1. Phénomène de gonflement

- Sol gonflant= sol argileux sensible à l'eau
- Caractérisé par sa pression de gonflement
- pression de gonflement tirée des essais de laboratoire

Les argiles dites "gonflantes" sont dangereuses pour les fondations :

- tassements en période de sécheresse,
- soulèvements quand l'eau revient.

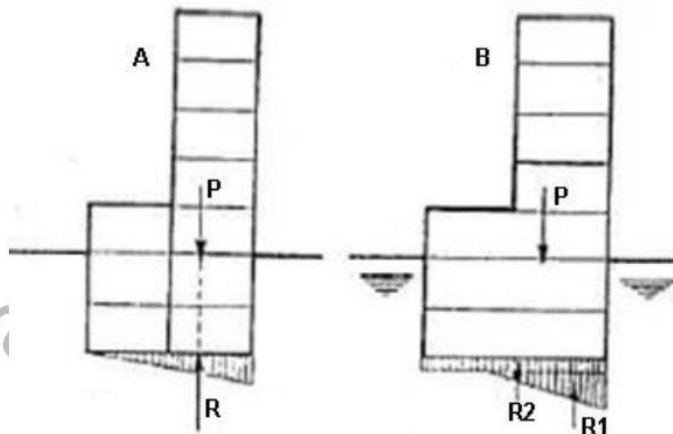
### 2. Désordres des sols gonflants en présence de l'eau

#### 2.1 mouvements du sol

Ces mouvements du sol ne sont pas uniformes sous les fondations. Des efforts différentiels importants apparaissent

- entre le centre de la fondation
- et ses bords

Les réactions du sol causées par les mouvements de tassement et soulèvement sont différentes

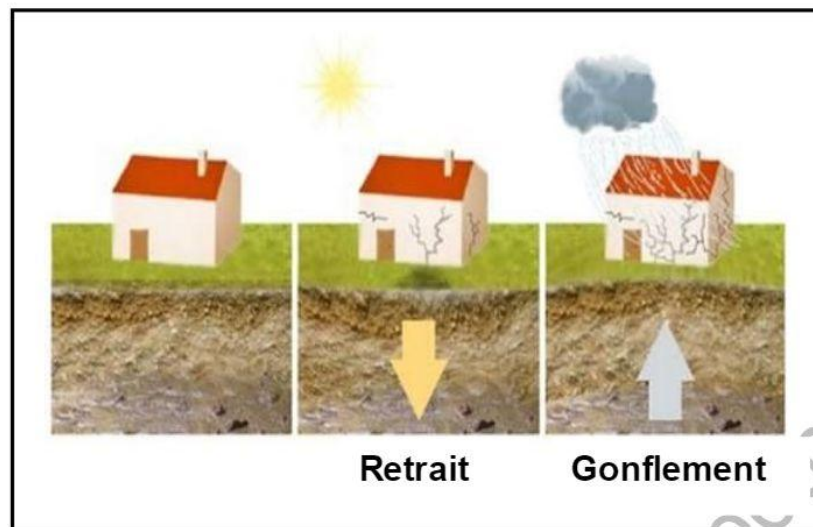


Cette alternance de mouvement provoque :

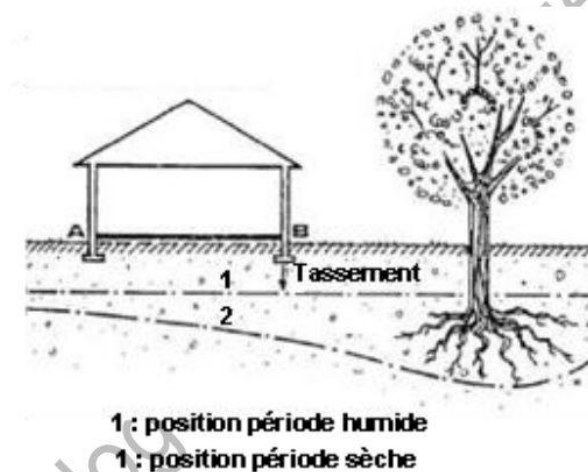
- des tassements
- de soulèvements

qui causent des fissures importantes dans les murs et la structure.

Ces fissures peuvent atteindre dans les murs une ouverture de l'ordre de 30 à 40 mm.



Ce processus peut être aggravé par la présence de végétaux au voisinage de la fondation, à cause de la succion des eaux qu'ils provoquent.



## 2.2 Sources d'humidité

Les 3 sources principales sont :

- Fuites de canalisation
- les eaux de ruissellement
- la remontée de nappe phréatique.

## 2.3 Solutions préconisées

Pour éviter tout danger de ces eaux sur la fondation il faut :

- réaliser un drainage pour évacuer les eaux
- protéger la fondation un "cuvelage"

## E. PATHOLOGIE : DES FONDATIONS PROFONDES PAR PIEUX

### 3.Introduction

Dans les terrains de mauvaise qualité en surface, on a recours aux fondations profondes pour reporter les charges de la fondation sur les couches de sol présentant de bonnes caractéristiques.

On considère seulement le cas des pieux seulement.

Les désordres que peuvent subir les pieux sont dus à la rupture par dépassement:

- de la capacité portante
- du tassement admissible Rupture

Ils peuvent être causées par :

- Des problèmes liés à l'étude géotechnique
- Défauts de réalisation
- Agression des eaux souterraines

### 4.Pathologies dues aux problèmes de l'étude géotechnique

Lors du 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

- Absence d'étude géotechnique ou étude incomplète
- Mauvaise interprétation des essais géotechniques

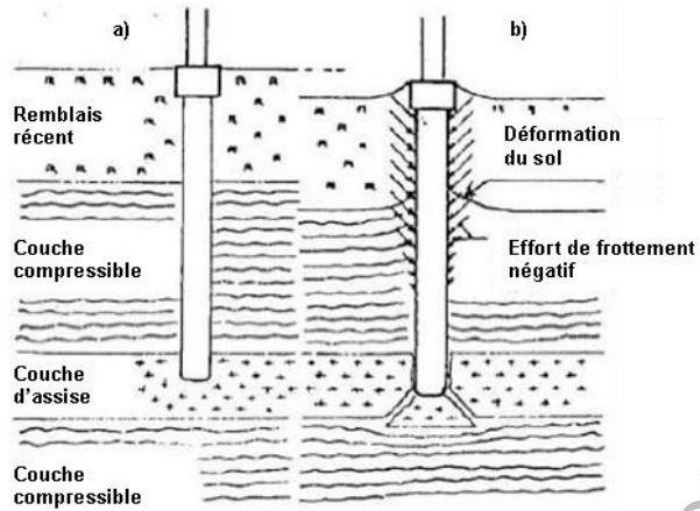
Ce qui se traduit par une méconnaissance de certains effets très importants qui peuvent conduire à la ruine du pieu. Ce sont :

- Frottement négatif
- Efforts latéraux
- Effet de groupe

#### 4.1 Frottement négatif

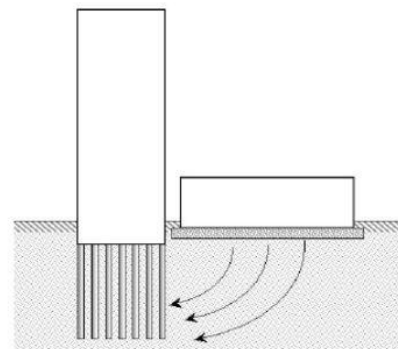
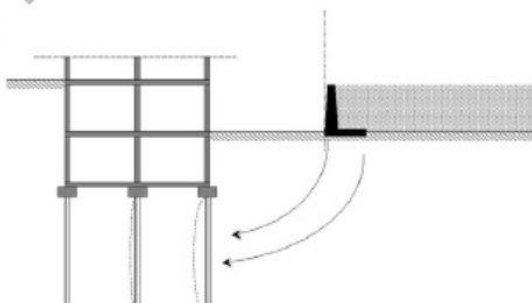
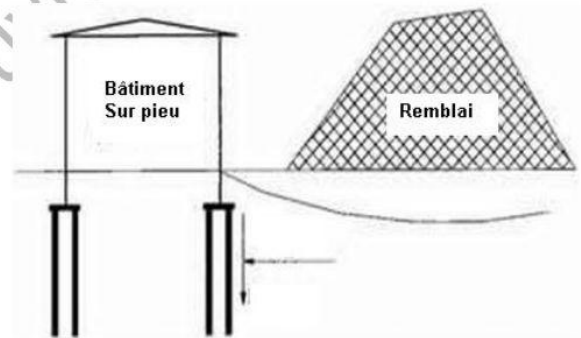
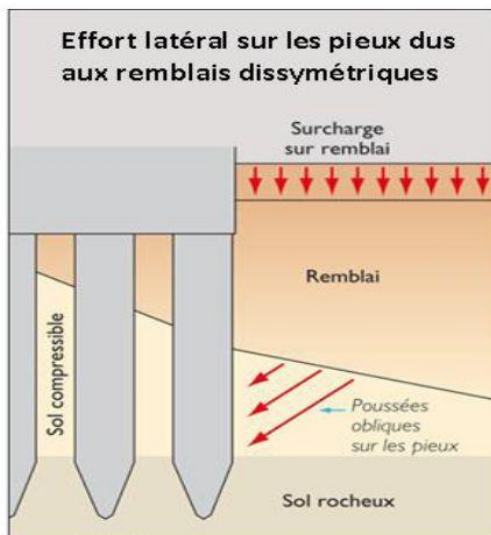
Non prise compte du frottement négatifs dans les sols compressibles : suite à la déformation des couches compressibles inférieures, la consolidation du sol inverse le sens du frottement latéral. Au lieu d'être vers le haut (positif) la résultante des forces de frottement latéral sera vers le bas (sens négatif). Ce qui représente une charge supplémentaires qui s'ajoute aux charges appliquées





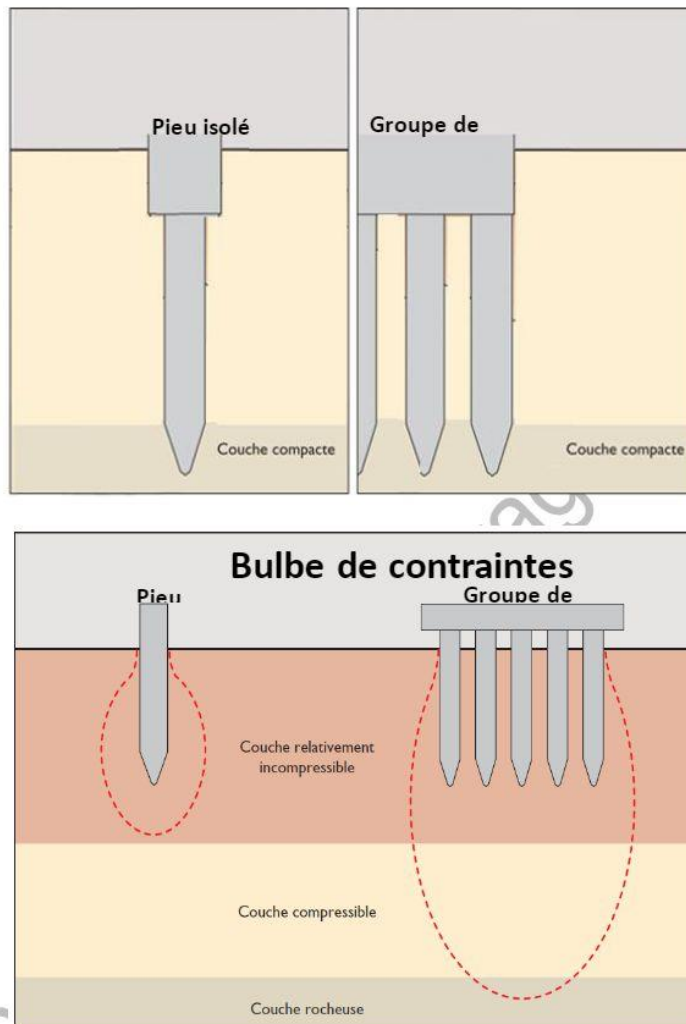
### 4.2 Efforts latéraux

Non prise en compte des efforts latéraux du fluage des couches molles dissymétriques



### 4.3 Effet de groupe

Non prise en compte de l'effet de groupe dans le calcul : pour un même sol l'interaction des charges entre groupe de pieux et pieux est différente. La capacité portante du groupe de pieux est plus faible que la somme de la capacité portante de chaque pieu. Ce qui peut provoquer des tassements important. Le bulbe de contraintes de chaque pieu ne doit pas recouper les bulbes des pieux voisins



### 5. Défaits dans la réalisation

- Pieux battus : rupture lors du battage, recépage ou du terrassement
- Pieux coulé sur place : mauvais bétonnage, ferrailage très dense gênant le coulage, remonté du tube

### 6. L'agression par le sol environnant

- Circulation de l'eau souterraine: rupture lors du battage, recépage ou du terrassement
- Agression chimique par les sulfates

## F. PATHOLOGIE : GLISSEMENTS DE TERRAIN

### 1. Introduction

On distingue:

- les glissements de masse,
- les glissements localisés,
- les glissements supposés,
- les instabilités superficielles.

Les glissements localisés peuvent être actifs, inactifs ou à l'état d'équilibre limite.

### 2. Description des mouvements

#### 2.1 Glissements de masse

Il s'agit de mouvements rotationnels, Les surfaces de rupture sont en règle générale :

- circulaires (glissement simple),
- mais il peut arriver qu'elles soient non circulaires (glissement complexe).

Les grands mouvements constatés sont :

- soit des glissements « en escaliers »
- soit des glissements composés (masse glissée décomposée en une combinaison d'éléments plans et d'éléments courbes).

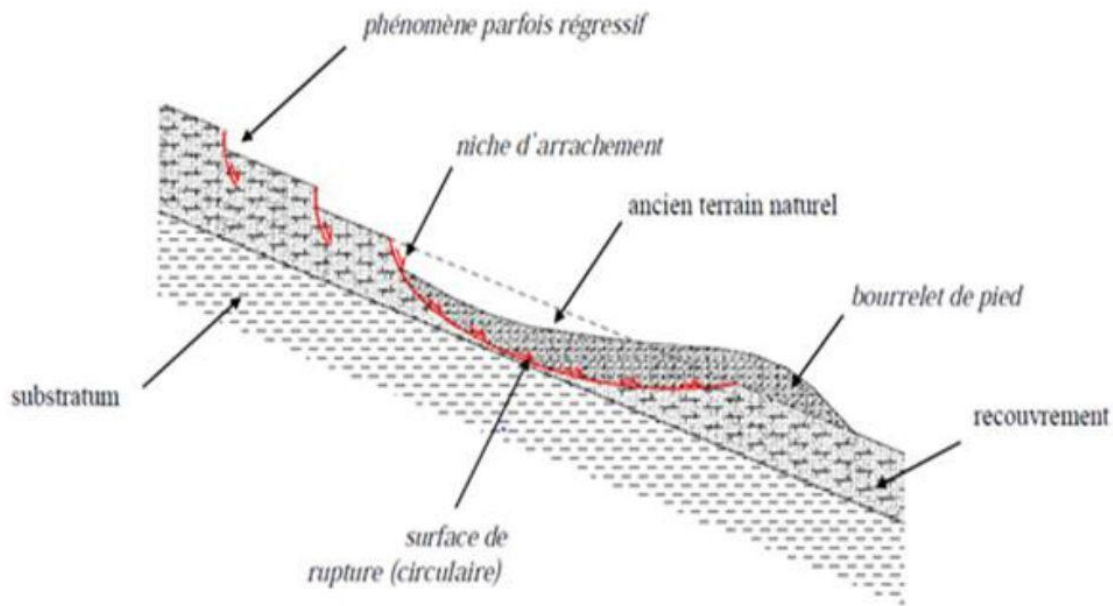
Les masses glissées peuvent être :

- Masses actives,
- Masses inactives ou à l'état d'équilibre limite.

#### 2.2 Glissements localisés

Les glissements localisés sont très répandus. Ils apparaissent sur des zones limitées, sous 2 formes :

- **Les loupes de glissement** : dans les pentes à domination argileuse sur substratum marneux. Les épaisseurs de terrain mises en mouvement sont de plusieurs mètres (inférieures à 10 mètres). Les surfaces de rupture sont généralement circulaires.
- **Les glissements plans** : dans les terrains fortement argileux (marnes altérées, colluvions très argileuses). Ces mouvements intéressent des tranches de terrains inférieures à deux mètres



## Pathologie des talus

### 3. Glissements d'instabilité superficielle

Les instabilités superficielles concernent uniquement les terrains de surface et plus particulièrement la couverture végétale. En règle générale, ces phénomènes sont provoqués par l'action érosive de l'eau.

Dans chaque cas, l'érosion de surface se manifeste respectivement sous la forme de coulées boueuses, (affouillement, effondrement ou glissement, etc.).

### 4. Facteurs d'instabilité des pentes

Les principaux facteurs dans la stabilité des pentes sont :

- la présence d'eau (nappe, circulations d'eau ponctuelles...),
- les caractéristiques mécaniques des terrains (cohésion, angle de frottement, densité),
- les caractéristiques géométriques du terrain (pente des versants, épaisseur du recouvrement notamment).
- L'action de l'homme

## 1.1 L'eau

L'eau est un facteur déterminant dans le glissement. Sa présence constitue un élément défavorable à la stabilité d'une pente, il peut provoquer :

- La chute des propriétés mécaniques du terrain
- le déclenchement des glissements (après de fortes précipitations par exemple)
- l'érosion mécanique (ruissellement des eaux de surface, érosion fluviale)
- actions chimiques (phénomène d'altération des terrains superficiels)

## 1.2 Les caractéristiques mécaniques des terrains

Elles sont liées à :

- la nature terrain (argiles, marnes...)
- l'histoire de leurs mouvements antérieurs
- la présence d'eau (l'eau pouvant faire chuter les caractéristiques des sols).

Plus ces caractéristiques sont faibles, plus les terrains sont vulnérables.

## 1.3 Les caractéristiques géométriques

L'épaisseur du recouvrement intervient dans la stabilité des pentes car :

- la masse des glissements constitue un élément moteur essentiel (mouvement gravitaire).
- pour un même matériau, plus l'épaisseur des terrains de couverture n'est importante, plus les conditions d'équilibre des versants sont précaires.

La pente est un facteur capital dans l'équilibre d'un versant.

- D'après l'observation des phénomènes d'instabilité sur site il apparaît que , plus elles sont élevées plus le versant est instable:

## 1.4 Facteurs dus à l'action de l'homme

L'action de l'homme peut perturber l'équilibre du milieu naturel. Les principales modifications pouvant déclenché un mouvement de terrain sont :

- le reprofilage des pentes ; remblaiement en tête = surcharge)
- le changement des conditions hydrogéologiques naturelles (perturbations des écoulements, apports d'eau par rejet,...).

## G.PATHOLOGIE: MURS DE SOUTÈNEMENT

### 1. Généralités

De nombreuses solutions techniques ont permis d'assurer cette fonction de soutènement, depuis les murs poids en maçonnerie et les murs en t<sub>e</sub> en béton armé, pour les plus simples, jusqu'à des solutions plus complexes comme les rideaux de palplanches, les massifs renforcés, les parois moulées ... Les principaux éléments de domaine d'emploi seront définis.

Les pathologies structurelles traduisent les dysfonctionnements des ouvrages qui présentent des insuffisances de résistance interne ou externe.

Les murs de soutènement sont des ouvrages géotechniques subissant l'effet des terrains adjacents et sollicitant les sols sur lesquels ils agissent et s'appuient. La bonne compréhension de ces phénomènes géotechniques est nécessaire pour appréhender le fonctionnement de ces ouvrages.

### 2. Conditions de stabilité d'un mur de soutènement

Pour les murs poids son poids  $W$  doit équilibrer :

- La poussée des terres :  $P_a$
- La force sismique:  $F_a$
- Les charges accidentelles :  $Q$

La fondation doit supporter :

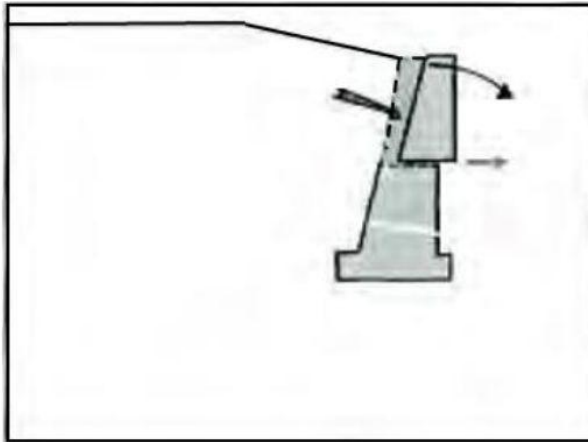
- L'ensemble de ces forces (capacité portante, non poinçonnement et non glissement)

La stabilité interne :

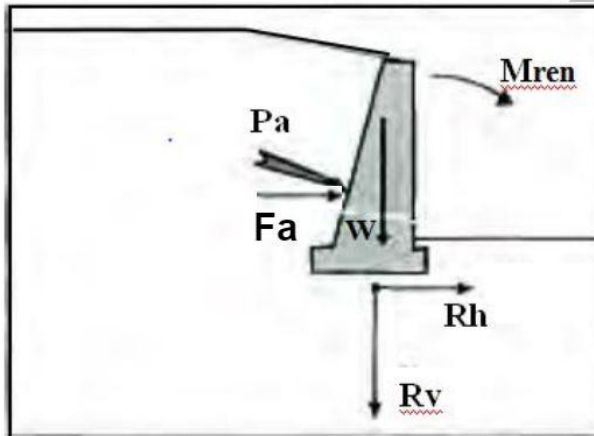
- Le mur doit rester un corps rigide

### 3. Mode de rupture d'un mur de soutènement

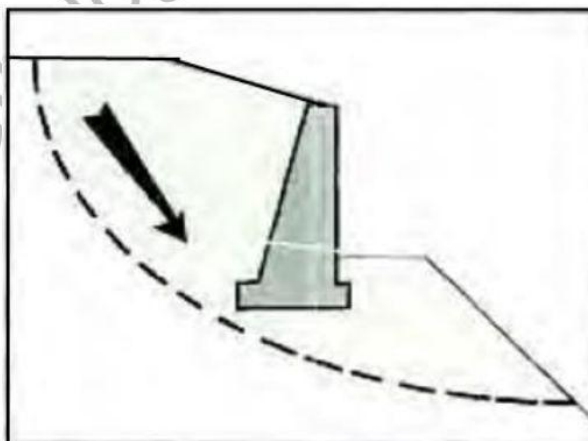
- 3 modes de ruptures



**Mode 1:**  
Stabilité interne



**Mode 2:**  
Stabilité externe  
locale



**Mode 3:**  
Stabilité externe  
d'ensemble

### 3. Diagnostic

Glissement et renversement du mur :

- Béton coffré devant le mur initialement en maçonnerie
- Pas de véritable fondation
- Drainage insuffisant
- Assainissement défavorable

Altération du béton,

- Initialement mal vibré, et subissant les circulations d'eau chargée de sel

### 4. Origines des désordres

#### 4.1 Mauvaise conception du mur

- Surcharges excessives à proximité de la tête de la paroi (écrans acoustiques, rapporté en tête d'ouvrage, par exemple).
- Excavation en pied de l'ouvrage (tranchée, ou élargissement de la voirie).
- Chocs de véhicules
- Érosion interne.
- Ambiance agressive : effet des sels de déverglaçage ou de la présence de sols pollués.
- Corrosion de l'acier ou dégradation du béton en raison de l'agressivité du milieu, d'un mauvais choix de matériau, ou d'une protection inefficace.

#### 4.2 Mauvaise exécution du mur

- Défauts d'exécution des tirants :
  - scellement mal réalisé,
  - liaison mal exécutée entre tirants et liernes ou tirants et poteaux (défaut de blocage des armatures des tirants),
  - défaut dans la protection des tirants.
- Défauts d'exécution du dispositif de drainage :
  - oubli ou choix d'un tapis géosynthétique aux caractéristiques inadaptées,
  - non exécution ou nombre insuffisant de barbacanes ou de drains subhorizontaux,
  - absence de filtres sur la partie crépinée des barbacanes,
  - non raccordement des dispositifs drainants à un exutoire.



### 4.3 Exploitation et environnement agressif

- Choix de structure inadapté au regard des conditions d'exécution (nappe ou sols sans cohésion à court terme).
- Sous-estimation des charges d'exploitation.
- Efforts parasites non pris en compte (efforts verticaux induits dans les poteaux par les tirants, par exemple, interaction avec d'autres structures).
- Mauvaise conception des liaisons panneaux-poteaux et tirants-poteaux.
- Dispositif de drainage mal conçu ou oublié.
- Mauvaise prise en compte de la corrosion.

### 5. Facteurs de risques de désordres

L'ouvrage, compte tenu de ses caractéristiques propres ou de celles de son environnement, peut être plus ou moins exposé à certains types de pathologie.

Les facteurs de risque sont pour l'essentiel les suivants :

#### 5.1 Site

ouvrage implanté sur pente, en limite de stabilité ;  
structure géologique défavorable ;  
ouvrage en zone sismique ;  
zone inondable ;  
ouvrage situé en zone de ravinement.

#### 5.2 Sol

sols agressifs (composition chimique, hétérogénéité, conductivité, pH, présence de sels solubles, de matières organiques ou de micro-organismes) ;  
sols évolutifs (tassements, déformation, évolution de la résistance) ;  
sols ayant pu conduire à des difficultés de mise en œuvre et à l'utilisation de moyens spécifiques pour la réalisation des poteaux ainsi que pour le forage et le scellement des tirants (blocs, éboulis, poche de dissolution).

#### 5.3 Eau

eaux agressives (eaux douces, eaux saumâtres, eaux séléniteuses, eaux magnésiennes) ;  
présence d'une nappe ou de niveaux aquifères (phénomène aggravé lorsque la nappe présente des fluctuations significatives)  
drainage insuffisant ou inexistant.

## 5.4 Conditions d'exploitations

utilisation importante de sels de déverglaçage ;  
présence de courants vagabonds (proximité de lignes SNCF notamment) ;  
sollicitations (surcharges en tête, chocs, etc.) ;  
ouverture de fouilles en pied d'ouvrage ;  
constructions rapprochées d'autres infrastructures en interaction avec le sous-sol (écrans anti-bruit, par exemple) ;  
présence de conduite d'assainissement dont les fuites peuvent entraîner des poussées hydrostatiques trop fortes,  
présence d'arbustes ou d'arbres à proximité immédiate de la tête ou du pied de l'ouvrage.

## Références

1. **Recommandations Technique pour l'inspection détaillée, le suivi et le diagnostic des ouvrages de soutènement en parois composites**. Techniques et méthode des laboratoires des ponts et chaussées. ISSN 1151-1516
2. **Fonctionnement et pathologie courantes des murs de soutènements** - COTITA ([www.cotita.fr](http://www.cotita.fr))
3. **Pathologie des Constructions**. F. Ghomari , Département Génie civil université de Tlemcen