

CHAPITRE 01

DIFFERENTS TYPES DE MURS DE SOUTÈNEMENT

1-1 Introduction :

Le mur de soutènement est un mur vertical ou sub-vertical qui permet de contenir des terres (ou tout autre matériau granulaire ou pulvérulent) sur une surface réduite. La retenue des terres par un mur de soutènement répond à des besoins multiples : préserver les routes et chemins des éboulements et glissement de terrain, structurer une berge naturelle en un quai (ports maritimes et voies navigables), parer en soubassement les fondations d'édifices de grande hauteur ou de digues, créer des obstacles verticaux de grande hauteur (murs d'escarpe et glacis dans les fortifications), soutenir des fouilles et tranchées de chantier pour travailler à l'abri de l'eau (batardeau), établir des fondations ou créer des parkings souterrains, etc. On trouve des murs de soutènement en pierres sèches, en moellons, en pierres de taille, en briques, en béton armé, en acier, voire en même bois ou en polymère.

1-2 Historique :

Dans les premiers besoins générant le mur de soutènement se trouve la fabrication de terrasses sur des terrains pierreux en pente pour un usage agricole, terrasses bordées de murs bas en pierres crues (pierres brutes mises sur assise sans mortier et en opus peu élaboré) récupérées par l'érosion des sols : ces murs sont édifiés pour combattre celle-ci (par exemple en Ardèche). Puis on trouve la construction de terrasses recevant des édifices imposants. Ces murs furent dès l'antiquité des murs massifs constitués en maçonnerie soignée de blocs de pierres (dont l'exemple évocateur est celui des temples en gradins Incas).

Dans sa version initiale de l'époque moderne le mur poids en béton qui succéda au milieu du XX^e siècle à la maçonnerie par appareillage du génie militaire ou civil, se compose d'un voile (mur mince) et d'une semelle. (Cette semelle varie en largeur suivant plusieurs facteurs dont

la surcharge sur la partie supérieure, le poids volumique et la qualité des sols de fondation, la pente du talus naturel du matériau retenu par le mur).

Depuis quelques décennies, les parois préfabriquées se sont largement substituées aux murs en béton coulé sur place et aux murs en maçonnerie appareillée, parce qu'elles sont meilleures, plus rapides et plus faciles à mettre en oeuvre, et plus favorables à l'environnement.

1-3 Principe du soutènement:

La principale considération dans le dimensionnement des soutènements, quelque soit leur type, est la correcte estimation de la *poussée des terres* ou du matériau retenu par cette paroi. Dans leur état naturel, les terres tendent à se conformer en un tas pyramidal conique à la façon d'un tas de sable présentant une pente de talus naturel. L'interposition d'un écran de soutènement dans un massif de terre se substitue à la partie manquante à la base et reçoit une partie du poids des terres restantes en une composante biaise de poussée qui tend à faire basculer et en même temps glisser le mur de soutènement disposé. Pour combattre cette poussée des terres, le mur peut être constitué de différentes façons.

- Opposer un poids supérieur à la partie remplacée en contrebalancement de la poussée tels sont les murs-poids
 - Être ancré dans un corps mort fournissant une inertie ou ancré plus loin dans le sol à proximité qui ne fait pas partie de l'ensemble susceptible de glissement ou a une meilleure composition afin que la poussée soit contenue, éviter le glissement et annuler le moment de basculement: ce sont les parois ancrées
 - Résister au basculement par une semelle insérée sous les terres, semelle de surface de base en rapport avec la hauteur fournissant le moment de renversement.
 - Réduire la poussée par un épaulement des terres retenues entre deux contreforts murs à redans
- Les murs de soutènement, quelque soit leur type, doivent en principe être drainés, car la pression de l'eau retenue derrière un mur sans interstices d'évacuation augmente d'autant la poussée sur l'ouvrage et modifie la "consistance" du matériau en le fluidifiant ce qui apporte une transmission de poussée d'une partie plus importante, la friction (phénomène de s'agripper) en résistance au glissement ayant partiellement disparu, la pente naturelle du tas diminue.

1-4 Différents types de murs de soutènement :

La notion « d'écran de soutènement » couvre l'ensemble des structures servant à retenir un massif de sol autour d'une excavation à l'aide d'éléments de matériaux résistants à la poussée des terres. Dans la définition de l'Eurocode (EC 7-1, 2004), un « ouvrage de soutènement » retient des terrains (sols, roches ou remblais) et/ou de l'eau.

L'effort de poussée exercé par le massif de terre retenu peut être repris de diverses manières. Trois modes principaux peuvent être distingués :

- Cas où la poussée est reprise par le poids de l'ouvrage de soutènement ;
- Cas où la poussée est reprise par encastrement de l'ouvrage de soutènement ;
- Cas où la poussée est reprise par des ancrages.

1-4-1 Cas où la poussée est reprise par le poids de l'ouvrage de soutènement :

Dans ce type d'ouvrage on trouve :

1-4-1-1 Des murs en béton ou en maçonnerie :

Ces ouvrages rigides ne supportent pas des tassements différentiels supérieurs à $2-3^{\circ}/^{\circ}$. Les gabions ("sacs" de grillage remplis de gros cailloux) peuvent être assimilés à des murs, mais supportent eux des déformations importantes

1-4-1-2 Des ouvrages cellulaires :

Sont très variés et le type le plus ancien est le mur caisson en éléments préfabriqués. Dans les travaux maritimes, par exemple, on utilise pour la construction des quais de grands batardeaux cellulaires en palplanches métalliques ou de grands caissons en béton armé. Dans un ouvrage cellulaire, la cellule est remplie de sol et l'ensemble forme un ouvrage qui peut être, dans certains cas, très souple.

1-4-1-3 Le mur en terre armée :

Il s'agit d'une méthode de soutènement assez récente (1963) développée par Henri Vidal, qui consiste à utiliser le sol, et non un mur en béton pour assurer la stabilité d'un versant. Le concept est de renforcer le sol par l'ajout d'armatures qui solliciteront un frottement entre elles et les cailloux du remblai. Un massif en terre armée est constitué de trois composants :

- Un remblai granulaire compacté en couches peu épaisses.
- Les armatures disposées en lit dans le remblai qui peuvent être de deux natures :
 - 1- Les métalliques qui sont jusqu'à maintenant les plus répandues et des armatures en
 - 2- Géosynthétique qui ne présentent pas de problème de corrosion et qui tendent à remplacer les premières.
- Un parement, faisant le lien entre les armatures et assurant l'esthétique du mur, il est généralement réalisé en éléments de béton préfabriqué faciles à assembler, en pneus ou autres éléments récupérés destinés à être couverts de végétaux. L'ensemble forme un massif stable assurant la retenue de la poussée du sol en place.

*Avantages et limitations de la Terre Armée :

Les avantages de la technique de la Terre Armée sont les suivantes :

- 1- Rapidité d'exécution ;
- 2- Murs souples pouvant supporter sans dommage des tassements différentiels importants ;
- 3- Construction ne nécessitant qu'un matériel très léger ;
- 4- Coût compétitif. La principale limitation à l'utilisation de cette technique est la qualité du remblai, qui doit être frottant.

1-4-2 Cas ou la poussée reprise par l'encastrement :

La poussée peut être reprise par l'encastrement de l'ouvrage dans le sol de fondation. On trouve dans ce type d'ouvrages :

1-4-2-1 Les murs cantilevers :

(dont la base élargie est encastrée dans le sol de fondation). Ces murs "fonctionnent" sous l'effet du poids du remblai. Un mur cantilever peut d'ailleurs être considéré comme un ouvrage poids si l'on y inclut le poids du remblai compris entre le mur et la verticale I passant

par l'extrémité arrière de la semelle figure 1-1. Les murs cantilevers en béton armé sont également des ouvrages rigides.

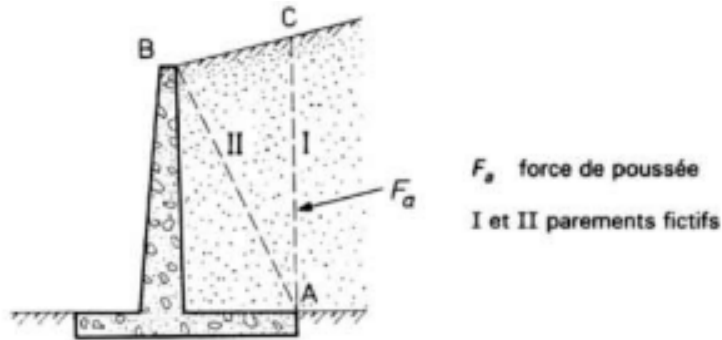


Figure 1-1 : Mur cantilever en béton armé

1-4-2-2 Les parois moulées :

La technique de la paroi moulée est largement utilisée dans les milieux urbains, elle permet d'atteindre des profondeurs de l'ordre de 100 mètres. Une paroi moulée fonctionne par encastrement total ou partiel dans le sol de fondation où les déformations liées aux interactions sol - structure doivent être soigneusement analysées, afin de s'assurer que les déplacements horizontaux et verticaux du sol ne risquent pas d'endommager les constructions existant à proximité.

Type /soutènement	parois moulées
Domaines d'emploi	Soutènement permanent
- Nature de terrain - Conditions hydrau	- Adaptable à tous les terrains sauf roches - Possibilité de travailler dans la nappe
Avantages	- Pas de décompression des terrains, pas de limitation en profondeur - Possibilité d'intégrer le soutènement dans la structure définitive. - Permet de réaliser la couverture avant les gros travaux
Inconvénients	- Nécessite une plate forme de travail horizontale - Matériel lourd. - Raccordement des radiers. - Ne permet pas une étanchéité extérieure.

1-4-2-3 les rideaux de palplanches :

Les rideaux de palplanches sont constitués de palplanches métalliques en général, emboîtées les unes dans les autres et battues dans le sol de fondation, pour former un écran vertical, le plus souvent rectiligne, servant de soutènement à un massif de sol.

Les rideaux de palplanches peuvent constituer des ouvrages provisoires ou définitifs. Leur caractéristique essentielle est que le soutènement ainsi formé est souple, ce qui nécessite une méthode spécifique de dimensionnement.

Les pressions exercées par le massif de terre à retenir peuvent être équilibrées par les forces de butée mobilisées dans la partie en fiche, si la hauteur hors fiche est faible.

Outre les sécurités classiques vis-à-vis d'une rupture de l'ouvrage par renversement ou grand glissement, la méthode consiste à vérifier que les déformations du rideau restent en tout point admissibles, c'est-à-dire que la contrainte maximale dans une palplanche ne dépasse pas le niveau de contrainte admissible pour l'acier,.

Les rideaux de palplanches ce sont des ouvrages de soutènement flexibles, où l'interaction structure-remblai a une influence prépondérante sur le comportement de l'ouvrage.

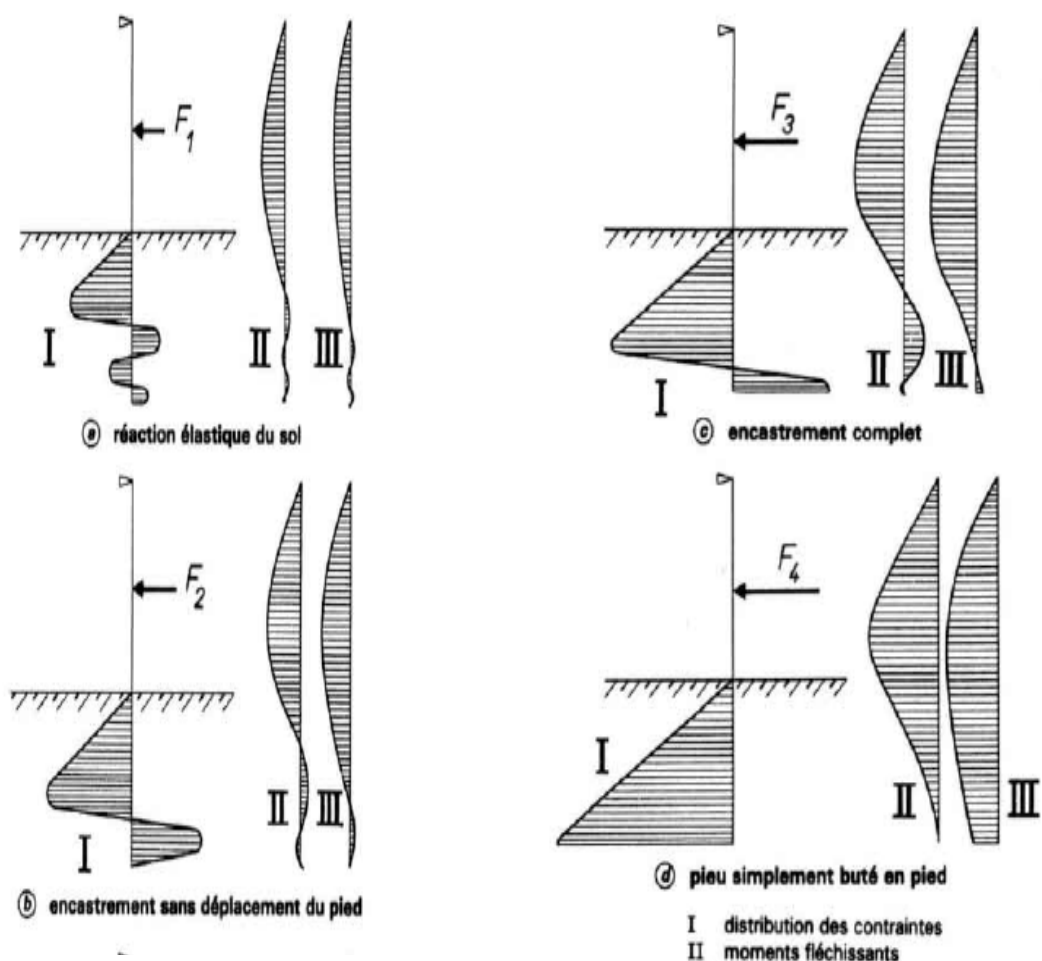


Figure 1-2 – Comportement d'un rideau ancré en tête, soumis à une force horizontale croissante

Type /soutènement	Rideaux de palplanches
domaines d'emploi	Soutènement Provisoire ou permanent
- Nature de terrain - Conditions hydrau	- Terrains meubles
Avantages	- Pas de décompression des terrains - Ecran semi-étanche.
Inconvénients	- Nuisances pour les riverains (bruit-vibrations) - Limitation de battage : terrain dur vestiges d'ouvrage souterrains. - En règle générale palplanches non récupérables.

1-4-3 Cas ou la poussée est reprise par des ancrages :

Dans les deux cas cités précédemment (poussée reprise par le poids ou l'encastrement), il est possible d'utiliser des tirants pour reprendre une partie de la poussée des terres. Les tirants sont très fréquents dans le cas des parois, pour limiter la profondeur à encastrent et reprendre provisoirement la poussée des terres. Après excavation les efforts seront repris par les planchers disposés entre les parois et souvent les tirants seront désactivés. Les ouvrages ancrés rencontrés sont donc :

- les murs ancrés ;

Le principe consiste à réduire les forces actives du glissement et à accroître les contraintes normales effectives sur la surface de rupture.

- les parois moulées ancrées; Dans le cas où les pressions exercées par le massif de terre à retenir ne peuvent être équilibrées par les forces de butée mobilisées dans la partie en fiche, si la hauteur hors fiche est importante. On a souvent recours à un système d'ancrage en tête au moyen de tirants.

- les palplanches ancrées; Dans le cas où les pressions exercées par le massif de terre à retenir ne peuvent être équilibrées par les forces de butée mobilisées dans la partie en fiche, si la hauteur hors fiche est importante. On a souvent recours à un système d'ancrage en tête au moyen de tirants.

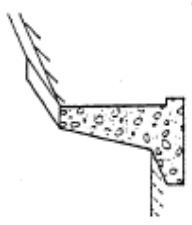
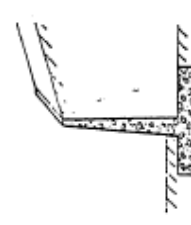
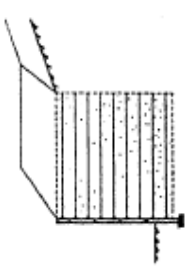
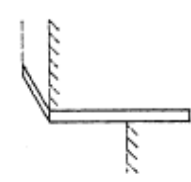
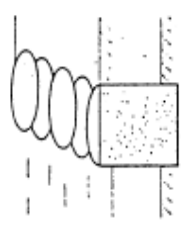

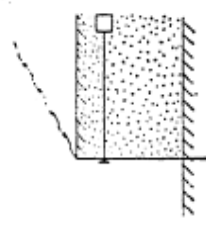
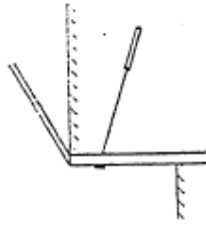
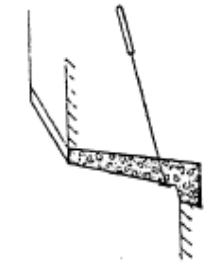
<i>Classification des ouvrages de soutènement d'après le mode de reprise de la poussée.</i>	
Mode de reprise de la poussée	Ouvrages de soutènement
Poids de l'ouvrage	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Mur poids en béton ou maçonnerie</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Mur cantilever en béton armé</p> </div> </div>
Encastrement	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Mur en terre armée</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Paroi moulée</p> </div> </div>
Ancrage	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Ouvrage cellulaire</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Rideau de palplanches</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Rideau ancré</p> </div> </div>
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Paroi moulée ancrée</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Mur en béton, ancré</p> </div> </div>

Figure 1-3- Différents types de soutènements (d'après Schlosser)

1-5 Modes de rupture des ouvrages de soutènement selon l'EUROCODE 7:

1-5-1 Stabilité d'ensemble:

Les principes de la section 9 eurocod 7 doivent être appliqués de façon appropriée afin de démontrer qu'il ne se produira pas d'instabilité d'ensemble et que les déformations correspondantes sont suffisamment petites.

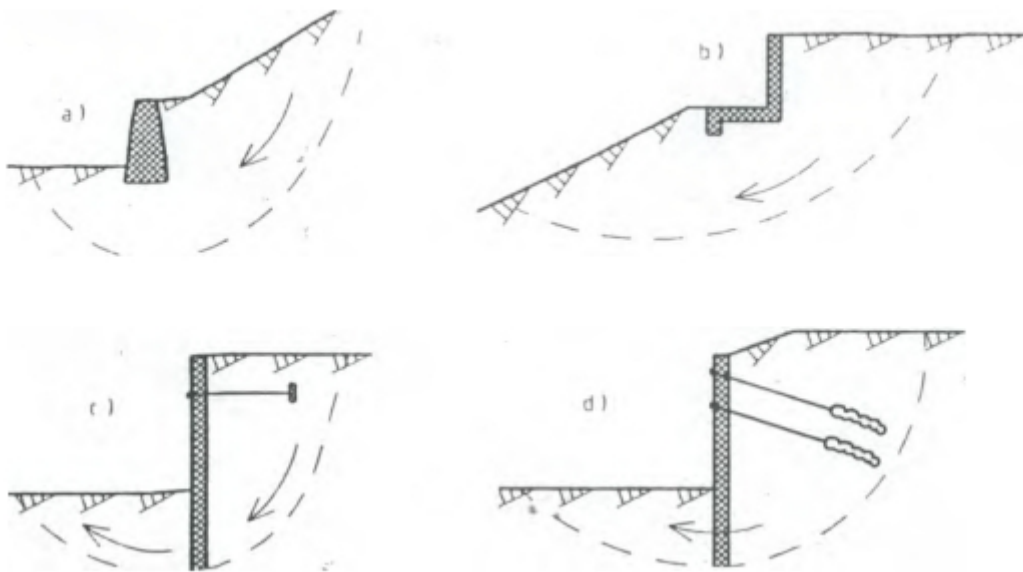


Figure 1-4 - Mode de rupture pour la stabilité d'ensemble des ouvrages de soutènement

1-5-2 Rupture du sol de fondation des murs-poids :

Les principes de la section 6 eurocod 7 doivent être appliqués de façon appropriée afin de démontrer que l'on est suffisamment loin des conditions de rupture du sol de fondation et que les déformations correspondantes seront suffisamment petites. Aussi bien le défaut de capacité portante que le glissement du mur doit être considéré.

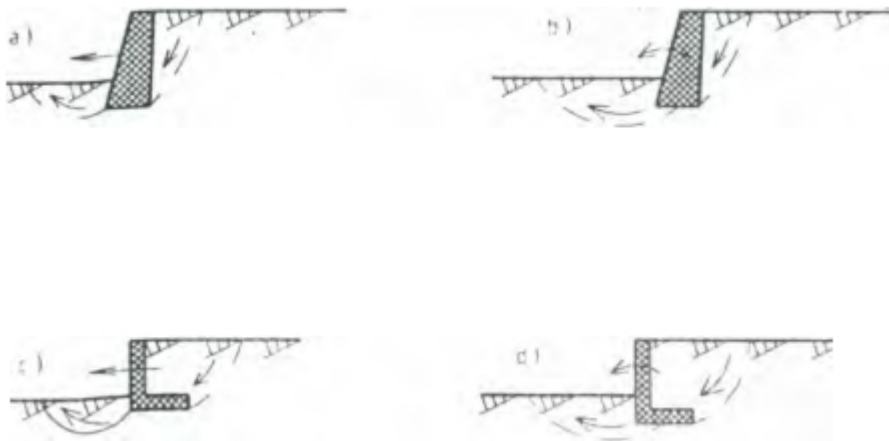


Figure 1-5- Rupture du sol de fondation des murs poids

1-5-3 Rupture rotationnelle des murs encastrés :

Il doit être démontré par des calculs d'équilibre que les murs (parois et rideaux) doivent être encastrés suffisamment dans le sol pour éviter une rupture rotationnelle.

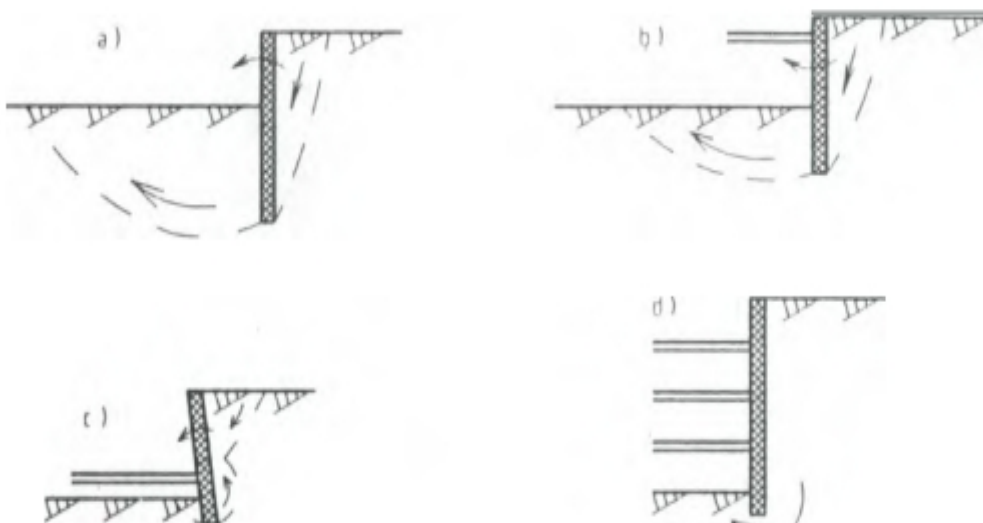


Figure 1-6 -Ruptures rotationnelles des murs encastrés

1-5-4 Rupture verticale des murs encastrés :

Il doit être démontré que l'équilibre vertical peut être obtenu en utilisant les résistances au cisaillement de calcul des sols et les forces de calcul verticales exercées sur le mur.

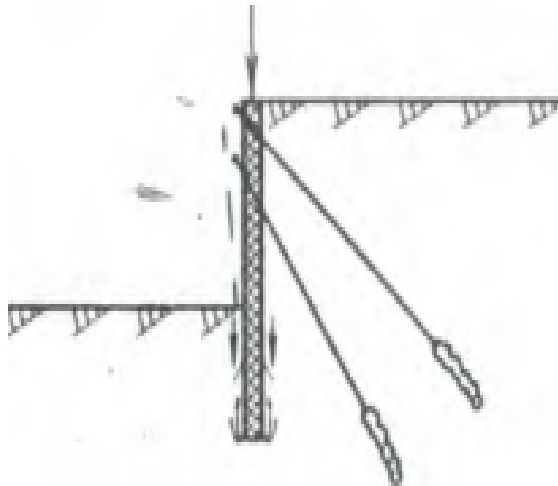


Figure 1-7 - Rupture verticale des murs encastrés

1-5-5 Rupture par des éléments de structure des murs de soutènement :

Les ouvrages de soutènement et leurs éléments de structure porteur tels que les ancrages et les butons doivent être vérifiés vis-à-vis de la ruptures des éléments de structure. Il doit être démontré que l'équilibre peut être atteint sans excéder les résistances de calcul du mur et des éléments de structure porteurs tels que les butons et les ancrages.

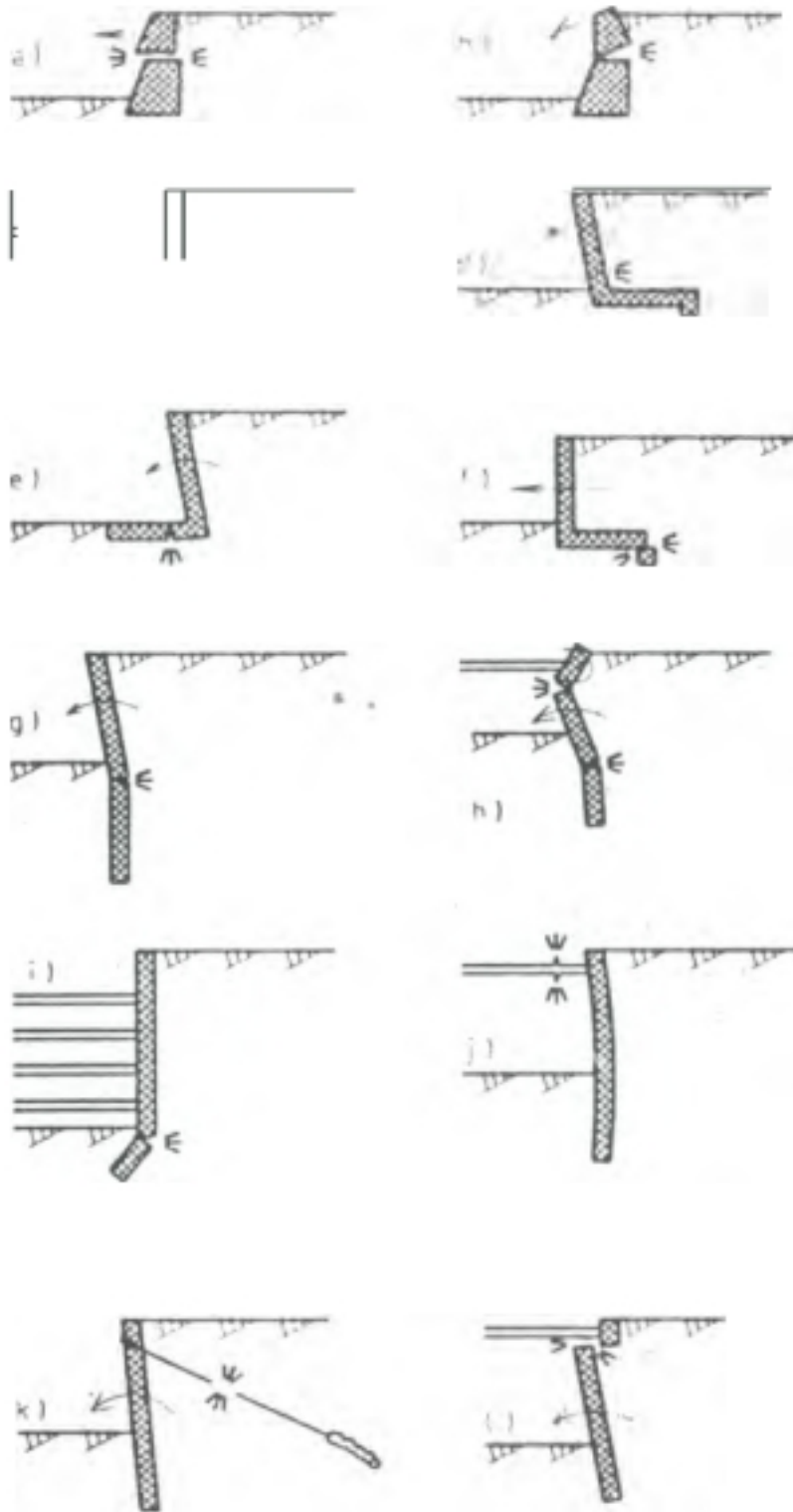


Figure 1-8 - Rupture par des éléments de structure des murs de soutènement.

1-5-6 Rupture par arrachement des ancrages :

Il doit être démontré que l'équilibre peut être obtenu sans rupture par arrachement des ancrages.

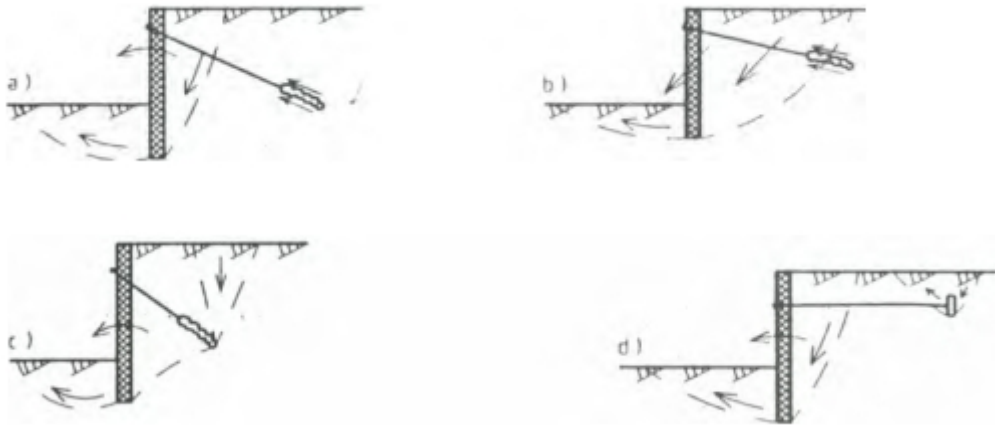


Figure 1-9 - Rupture par arrachement des ancrages

1-6 Distribution des pressions appliquées à l'ouvrage de soutènement par les terres soutenues :

1-6-1 Ouvrages de soutènement flexible :

Tschebotarioff et Brown [1948], puis Rowe [1952, 1961] et Masrouri [1986] prolongèrent l'étude expérimentale faite par Stroyer [1935]. En procédant également à des essais sur modèles réduits d'écrans souples. Les travaux de Tschebotarioff permirent de mettre en évidence que les redistributions de poussée par effet de voûte n'apparaissent que pour des écrans mis en fiche sur toute leur hauteur, ancrés rigidement en tête (à une plate-forme, en l'occurrence), puis dragués figure 1-10 et que de telles redistributions de poussée n'ont pas lieu d'être considérées pour des écrans remblayés ou ancrés à l'aide de tirants présentant une relative souplesse.

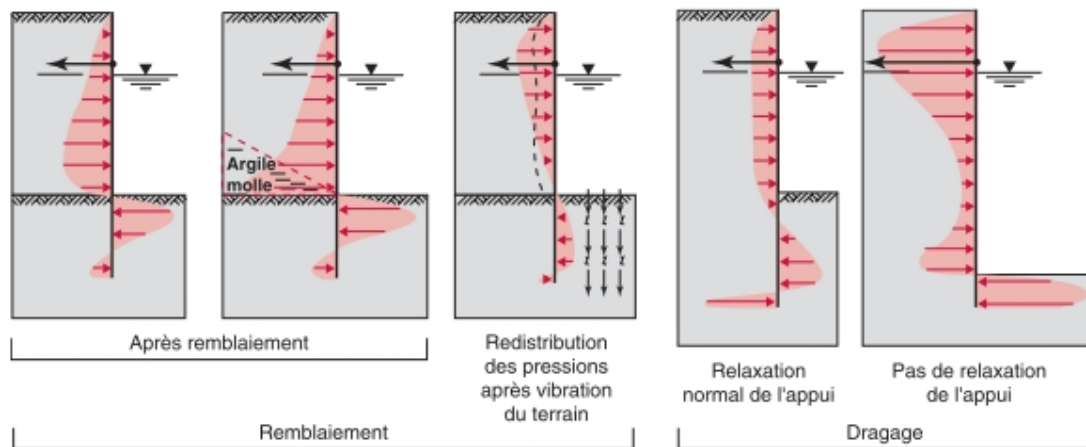


Figure 1-10- Distributions de pressions trouvées à l'issue de différentes procédures de construction [D'après Tschebotarioff et Brown, 1948].

1-6-1-1 Influence du mode de chargement :

Dans le cas d'un rideau souple, si le point de butonnage ou d'ancrage reste fixe, la distribution de la pression des terres est fonction du mode de chargement du rideau :

- * Avant tout terrassement ou dragage elle est triangulaire ($\delta = 0$) ;
- * Si le rideau est sollicité par excavation, cette répartition n'est pas conforme aux théories classiques, et n'a pas une allure triangulaire. Elle augmente au voisinage du point d'ancrage, et elle diminue vers le milieu de la hauteur libre de l'écran (l'effet de voûte, Rowe 1952). La déflexion du rideau dans sa partie centrale engendre des contraintes de cisaillement horizontales dans le massif ;
- * Si le rideau est sollicité par surcharge surfacique : La répartition des contraintes horizontales issues de la surcharge est présentée sur la figure 1-11. Ce diagramme se superpose au diagramme de poussée issu du poids des terres soit dans sa forme brute, soit dans une forme trapézoïdale simplifiée.

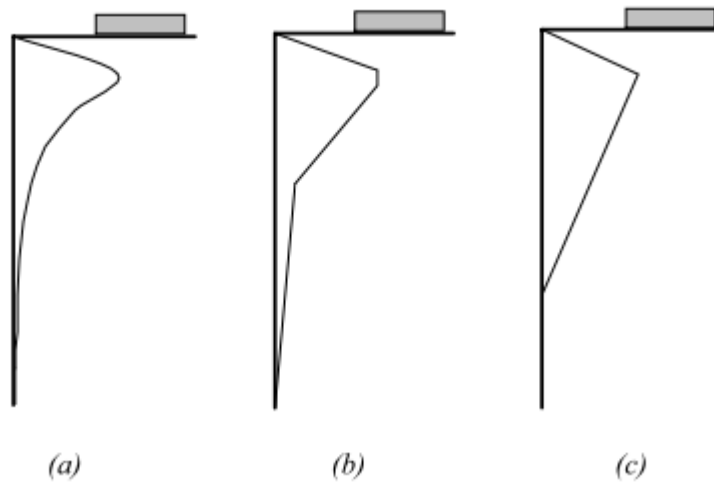


Figure 1-11- Répartition des contraintes horizontales dues à une surcharge surfacique d'après la théorie élastique de Boussinesq

- (a) répartition théorique
- (b) (c) diagrammes équivalents

1-6-1-2 Influence de longueur de fiche:

Pour un écran de soutènement ancré en tête par une nappe de tirants, Blum analyse, pour différentes longueurs de fiche, les distributions des pressions sur l'ouvrage, des moments fléchissants et des déplacements horizontaux de l'ouvrage. Cette analyse est essentiellement qualitative et repose sur l'interdépendance de ces distributions (la déformée de l'écran présente un point d'inflexion pour les points de moments nuls, de même que la courbe des moments pour les points de pressions nulles ; la pression mobilisée est liée au déplacement latéral de l'écran). Cette analyse permet à Blum d'observer que les ouvrages qui présentent une fiche courte seront simplement butés par le sol et que l'augmentation de la fiche conduite à la mobilisation d'un encastrement dans le sol figure 1-12.

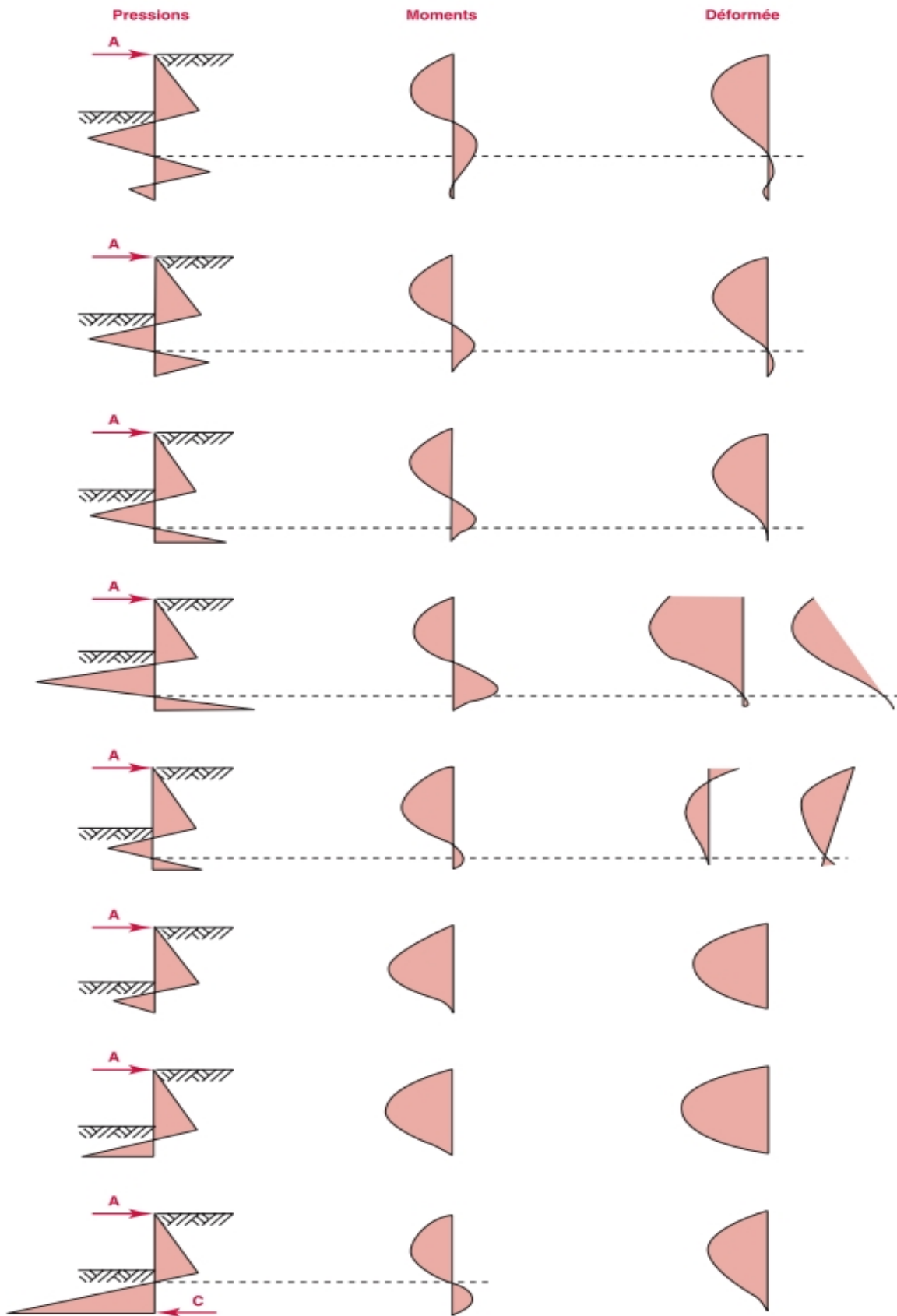


Figure 1-12- Influence de la longueur de la fiche sur les pressions sur l'écran, les moments fléchissants auxquels il est soumis et sa déformée (d'après Blum, 1931).

1-6-2 Ouvrages de soutènement rigide :

L'analyse de la cinématique de ces fouilles butonnées, complétée par une série d'expériences menées sur un mur en semi-grandeur soumis à des mouvements de différentes natures, permit à Terzaghi [1934, 1936a] de mettre en relation la distribution des pressions sur les soutènements avec la cinématique générale de l'ouvrage figure 1-13.

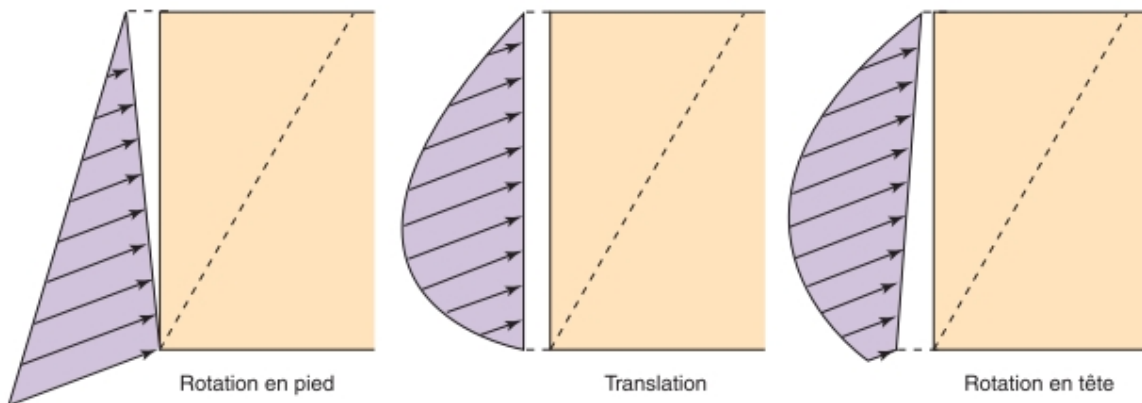


Figure 1-13- Dépendance du diagramme des pressions appliquées par le sol à la cinématique de l'écran d'après Terzaghi, in Ohde, 1938

Les résultats obtenus concernent principalement la distribution des pressions appliquées à l'écran pour les trois cinématiques de l'écran : translation, rotation par rapport au pied et rotation par rapport à la tête.

Concernant le mouvement de translation, Sherif et al. [1982], ainsi que Fang et al. [1997], ont montré que la répartition des pressions au cours du mouvement de l'écran restait sensiblement triangulaire. Ce résultat est nuancé par Fang et Ishibashi [1986], pour qui la distribution de pression s'écarte légèrement de la distribution triangulaire, les pressions étant un peu plus fortes qu'attendues avec cette distribution en partie supérieure de l'écran et un peu plus faibles dans la partie inférieure de l'écran.

Pour les ouvrages pivotant à la tête, La répartition des pressions appliquées par le sol à l'écran pour cette cinématique d'ouvrage a été étudiée, toujours sur modèles réduits, par Fang et Ishibashi [1986]. Ils observent que, lors de la rotation de l'écran, partant de l'état « au repos », les efforts appliqués en tête de l'écran ont tendance à augmenter tandis qu'ils ont tendance à diminuer dans la partie inférieure. Ils mettent ainsi en évidence des répartitions de pression pour lesquelles, dans le quart supérieur du mur, la pression est largement supérieure à la pression des terres au repos, tandis que, dans la partie médiane, cette pression est proche de la

poussée théorique, et que, dans le quart inférieur, cette pression diminue jusqu'à prendre des valeurs proches de zéro en pied de mur.

Pour les ouvrages pivotant en pied, enfin, ils observent qu'au cours de la rotation du mur, les pressions diminuent moins vite dans la partie inférieure du mur que dans la partie supérieure. Ainsi, ils montrent que le mouvement du mur conduit à développer un état d'équilibre limite dans la partie supérieure du massif de sol (environ la moitié supérieure), tandis que, dans la moitié inférieure, l'état du sol reste intermédiaire entre l'état de poussée et l'état au repos.

Ainsi, les ouvrages de type poids, chargés par remblaiement du sol, ont tendance à tourner par rapport à leur base, autorisant une forte décompression latérale du sol à la surface du terrain soutenu, décompression latérale qui diminue avec la profondeur jusqu'à une valeur nulle à la base du mur.

Pour Terzaghi, cette cinématique permet une déformation relativement homogène au sein du prisme de sol soutenu par l'ouvrage, qui se trouve ainsi amené à un état d'équilibre de poussée. Pour des ouvrages qui se déplacent en translation, cinématique proche de celle observée pour les fouilles blindées, ou pour des ouvrages qui pivotent par rapport à un point situé en tête, la décompression latérale du sol en arrière de l'écran n'est pas homogène et présente des valeurs plus fortes à la base de l'écran qu'en partie supérieure. Pour Terzaghi, ce schéma de déformation du massif conduit à des distributions de pression sur l'écran qui ne sont plus triangulaires. En effet, dans le cas où le déplacement de l'écran dans sa partie supérieure n'est pas suffisant pour autoriser, à ce niveau, la décompression latérale de la masse de sol intéressée par la mobilisation de la poussée, on assiste à l'apparition d'un « effet de voûte » qui a pour conséquence d'augmenter les efforts de poussée dans la partie supérieure de l'écran et de les réduire dans la partie inférieure.

1-7 Résistance au cisaillement du sol :

La résistance au cisaillement du sol est l'un des paramètres les plus importants dans l'étude de la stabilité d'un ouvrage de soutènement. En dehors des sols pulvérulents où seul intervient l'angle de frottement interne φ , les sols comportant une partie notable de fines ont une résistance au cisaillement dépendant à la fois de leur état de saturation et de la rapidité de la sollicitation de cisaillement.

Pour un sol fin saturé, la résistance à court terme est caractérisée par la seule cohésion non drainée c_u , l'angle de frottement étant alors nul ($\varphi_u = 0$). Par contre, la résistance effective ou à long terme est caractérisée par deux paramètres : c' la cohésion effective et φ' l'angle de frottement interne effectif (Cf. Article Résistance au cisaillement [C 216] dans cette rubrique).

Pour le calcul des efforts de poussée ou de butée d'un sol non saturé on prendra généralement la résistance effective (c' , φ') mesurée sur le sol saturé.

Dans le cas d'un sol fin saturé (limon, argile), il sera parfois nécessaire de faire deux calculs, l'un à court terme correspondant aux conditions juste après la construction, l'autre à long terme correspondant aux conditions dans lesquelles les surpressions interstitielles se sont dissipées, soit quelques semaines à quelques mois après la construction. C'est le cas des parois exécutées dans le sol en place avec excavation. Cependant l'expérience montre que c'est le calcul à long terme et en contraintes effectives (c' , φ') qui est le plus défavorable, aussi se contente-t-on souvent de ce seul calcul. Il convient d'être prudent sur la prise en compte de la cohésion effective c' dans le cas des sols saturés. On la néglige souvent dans le calcul de la poussée considérant qu'elle peut être facilement détruite sous l'effet, notamment, des déplacements de l'ouvrage.

1-8 Conclusion :

Cette rapide étude bibliographique montre les difficultés aussi bien théoriques qu'expérimentales de détermination de comportement des soutènements semi flexibles et flexibles par contre la détermination de comportement des soutènements rigides est moins complexe

Le soutènement comprend non seulement l'écran lui-même mais aussi un système d'appuis. Dans le cas général, les appuis sont constitués, d'une part, par le sol dans la partie en fiche de l'écran et, d'autre part, par des ancrages vers l'arrière ou des butons devant l'écran.

Les rideaux de palplanches et les parois moulées ont des comportements analogues lorsqu'ils jouent le rôle d'écran de soutènement et sont de ce fait justiciables des mêmes méthodes de calcul.

Dans tous les cas, trois facteurs doivent être pris en considération pour la modélisation

- les caractéristiques du sol,
- les caractéristiques de l'écran,
- les caractéristiques de la surcharge.

L'importance relative de ces trois facteurs sur les pressions exercées sur l'écran reste cependant à préciser.

Le choix du soutènement n'est pas seulement lié aux exigences du terrain, mais aussi au souci de protection du personnel travaillant sur chantier.

L'objet de cette partie est de présenter les règles essentielles de conception générale des ouvrages de soutènement. Il est à noter que la première partie qui décrit les principaux types d'ouvrages présente aussi certaines dispositions les concernant.

En tout état de cause, il est important de noter qu'il y a lieu en règle générale d'associer au plus tôt dans la conception d'un ouvrage les principaux intervenants, et notamment :

- Le bureau d'études ;
- Le conseil en géotechnique ;
- L'architecte et le paysagiste ;
- Le coordonnateur de sécurité ;
- Le futur exploitant.

Cette étude bibliographique restreinte témoigne de la complexité des problèmes de soutènement. La complexité de l'interaction sol-structure dans le fonctionnement des ouvrages de soutènement fait qu'il n'existe pas aujourd'hui de consensus sur l'utilisation de ces règles, ni sur leur mise en œuvre. Il est constaté qu'il n'existe toujours pas de règlement algérien pour le dimensionnement des ouvrages de soutènement.