

Chapitre 4

Classification des ouvrages de soutènement

4.1 Introduction

Un mur de soutènement est conçu pour soutenir un massif de sol et assurer la stabilité d'un éventuel ouvrage sus-jacent à ce sol. On distingue le mur en déblai, qui soutient un sol excavé (talus en déblai), d'un mur en remblai, soutenant un sol artificiel construit par couches compactées. Le mur de soutènement est largement rencontré en génie civil, avec des formes, dimensions et matériaux très variées. Les accidents de murs ont souvent des conséquences néfastes sur les ouvrages, et il importe de mener sérieusement l'étude d'un projet de mur de soutènement.

Ce chapitre est consacré à la classification des murs de soutènement ainsi que leur modes d'installation dans le sol.

4.2 Différents types d'ouvrages de soutènement

Il existe plusieurs classifications des murs, les plus courantes sont basées sur le mode de fonctionnement du mur, la rigidité du système mur/sol, le matériau du mur, ou enfin la durée de fonctionnement du mur [10] [15] [16].

4.2.1 Classification des ouvrages de soutènement d'après le mode de reprise de la poussée

L'effort de poussée exercé par le massif de terre retenu peut être repris de diverses manières. Trois modes principaux peuvent être distingués [10] [15] :

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

a) Cas où la poussée est reprise par le poids de l'ouvrage de soutènement

– Le type d'ouvrage le plus classique et le plus ancien est le mur poids *en béton* ou *en maçonnerie*. Ce sont des ouvrages rigides qui ne peuvent supporter sans dommages des tassements différentiels supérieurs à quelques pour-mille (figure 4.1a).

– Les *murs en Terre Armée*, dans lesquels le sol est renforcé par des inclusions souples résistant à la traction, sont des ouvrages souples qui supportent les tassements différentiels du sol de fondation (figure 4.1b).

– Les *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 (figure 4.1c).

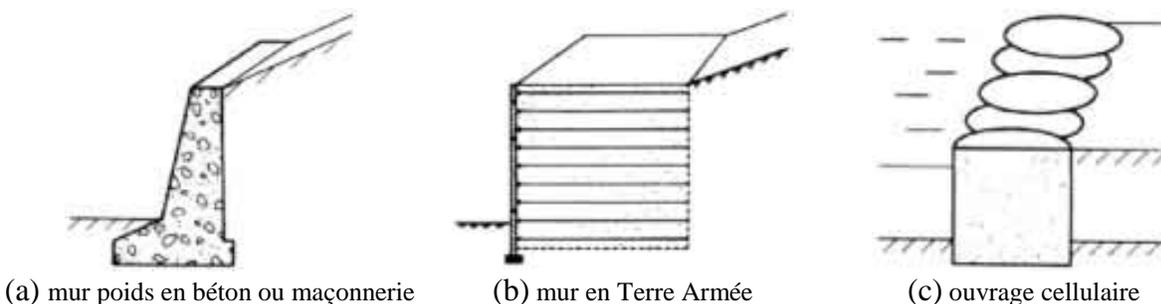


Figure 4.1 Type d'ouvrages de soutènement - poussée reprise par le poids de l'ouvrage

b) Cas où la poussée est reprise par encastrement de l'ouvrage de soutènement dans le sol de fondation

Parmi les ouvrages de ce type, on citera :

– le *mur cantilever en béton armé* qui, doté d'une base élargie et encastree à la partie supérieure du sol de fondation, fonctionne en faisant participer à l'action de soutènement une partie du poids du remblai. Les murs cantilever en béton armé sont également des ouvrages rigides (figure 4.2a).

– les murs en *parois moulées*, technique qui consiste à construire un mur au sein du sol en place, avant toute excavation, par bétonnage d'une tranchée remplie de boue pour en assurer la stabilité. Cette technique est particulièrement utilisée pour les travaux sous la nappe, en zones

urbaine et portuaire. Une paroi moulée fonctionne par encastrement total ou partiel dans le sol de fondation (figure 4.2b).

– les *rideaux de palplanches*, encastrés dans le sol de fondation : ce sont des ouvrages de soutènement flexibles, où l'interaction structure-remblai a une influence prépondérante sur le comportement de l'ouvrage (figure 4.2c).

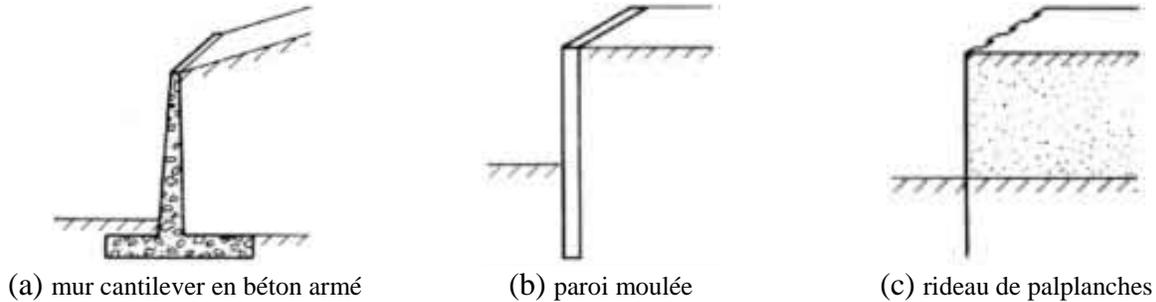


Figure 4.2 Type d'ouvrages de soutènement - poussée reprise par encastrement

c) Cas où la poussée est reprise en totalité ou en partie par des ancrages

Dans les ouvrages de soutènement en déblai, l'effort de poussée est fréquemment repris en partie ou en totalité par des ancrages.

C'est le cas notamment des rideaux des parois moulées et des parois berlinoises. À la différence d'une paroi moulée, une *paroi berlinoise* est réalisée à partir de poteaux placés préalablement dans le sol en place. Au fur et à mesure de l'excavation, on vient placer entre les poteaux des éléments de soutènement soit préfabriqués (poutres, plaques), soit coulés en place, et l'on reprend la poussée des terres par des ancrages précontraints fixés sur les poteaux. Il existe également des techniques d'ouvrages en déblai où la poussée des terres est totalement reprise par des ancrages précontraints. C'est le cas des murs épinglés construits par excavations successives de 2 m de hauteur environ, avec coulage d'éléments verticaux en béton armé et mise en place d'ancrages précontraints (figure 4.3).

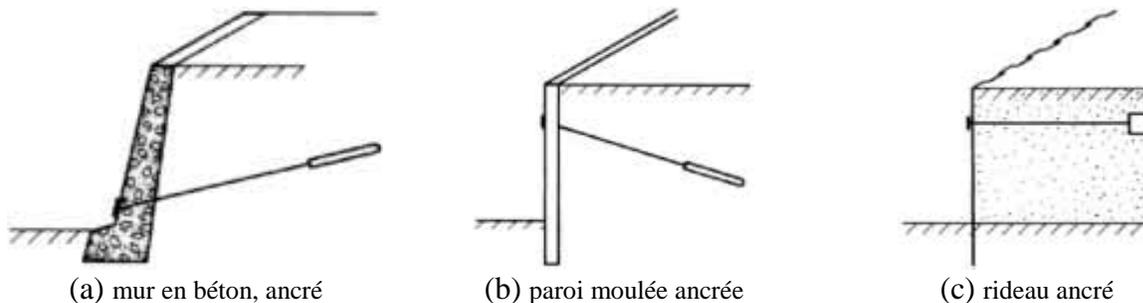


Figure 4.3 Type d'ouvrages de soutènement - poussée reprise par ancrage

4.2.2 Classification des ouvrages de soutènement d'après la rigidité du système mur/sol

Un autre critère de classification des murs est la rigidité du système mur/sol. on distingue ainsi [10] [16] :

- *Mur rigide*. Un écran soutenant un volume de sol est dit rigide si la surface de contact sol/mur reste plane après chargement. Les murs courants en béton armé (cantilever, contrefort, etc) sont considérés pratiquement comme rigides (figure 4.4).

Un mur rigide est dit *fixe* s'il n'effectue ni translation ni rotation. On cite à titre d'exemple, le passage supérieur à cadre fermé (PSCF), le voile du sous-sol d'un bâtiment, le bajoyer d'une écluse (canal en U). Le remblai derrière le mur se trouve en état de repos, dit état K_0 .

En cas de déplacement et/ou de rotation, le mur rigide est dit *non fixe* et les pressions agissant sur le mur dépendent du sens et de l'amplitude des déplacement du mur. À cette catégorie, appartiennent les murs supportant les voies ferroviaires, les murs de déblais routiers, les coulées de ponts ...etc.

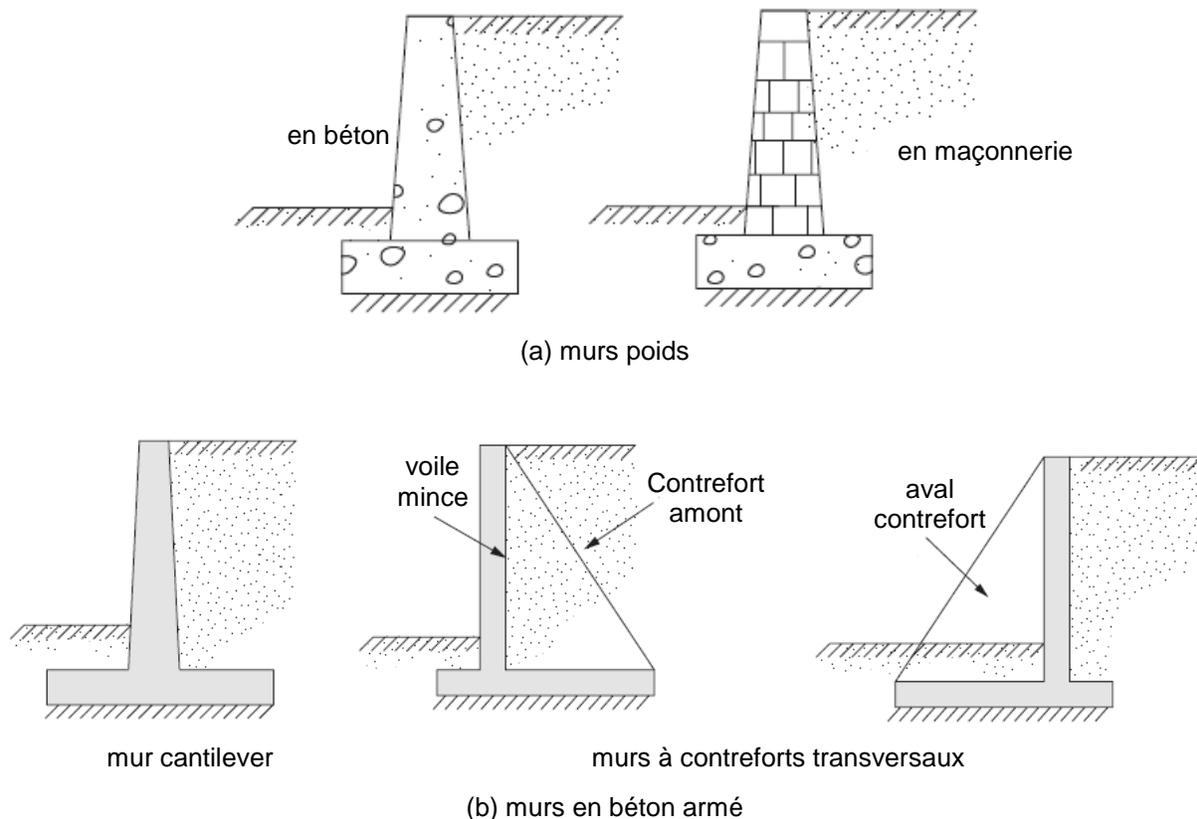


Figure 4.4 Types des murs de soutènement rigides

- *Mur flexible*. Un mur est dit flexible si la surface de contact sol/mur est déformable. Les ouvrages de soutènement flexibles ont la possibilité de fléchir sous les efforts provenant du sol. À cette catégorie, appartiennent les parois moulées, les batardeaux, les fouilles blindées et les rideaux de palplanches.

Les rideaux de palplanches sont des soutènements plans relativement souples installés dans le sol par battage ou fonçage. Ils sont largement utilisés dans les génies maritime et civil, tels que les quais portuaires, les bajoyers d'écluse, ainsi que dans le soutènement des fouilles et remblais. Les rideaux sont constitués en bois, en béton préfabriqué ou le plus souvent en acier. Il s'agit alors de profilés jointifs pouvant couvrir une largeur importante du terrain à soutenir. Les plus utilisés de ces profilés sont illustrés à la figure 4.5.

On distingue les rideaux auto-stables (sans ancrage), des rideaux ancrés au sol par une ou plusieurs nappes de tirants d'ancrage. Ces derniers reprennent une part des forces de poussées exercées par le terrain en amont (coté terre). Ils comportent en général une armature de tirant enfouie dans une gaine remplie de coulis, et un bulbe d'ancrage. Le tirant est scellé dans le rideau à l'aide d'une plaque (figure 4.6).

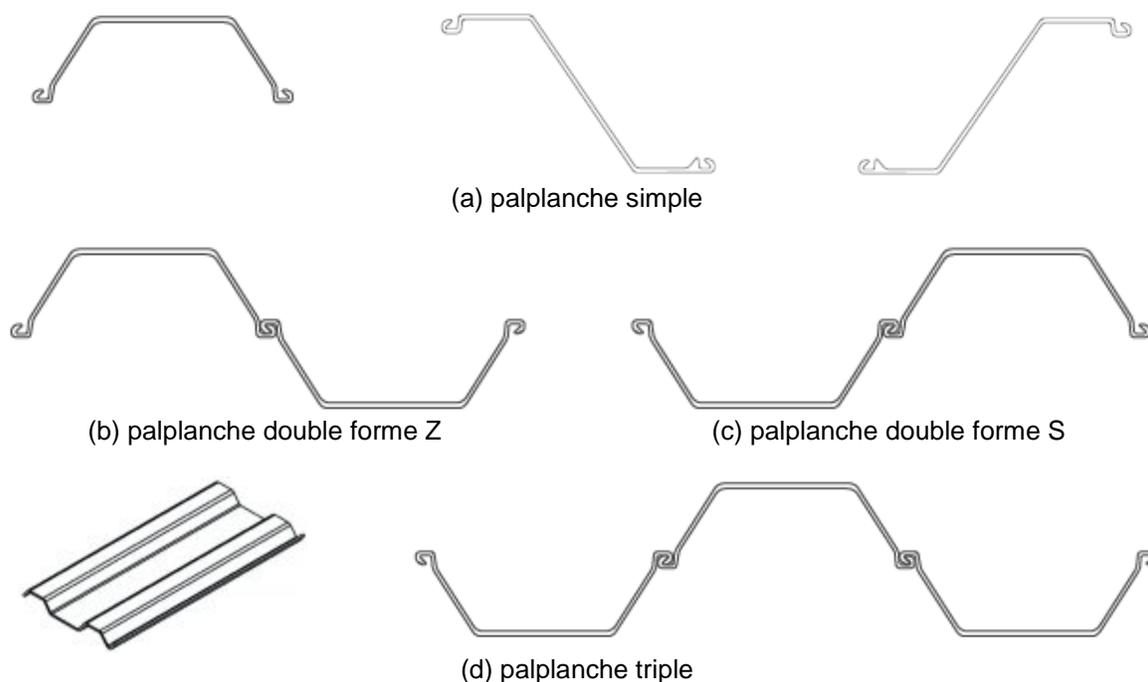


Figure 4.5 Profilés typiques des rideaux de palplanches

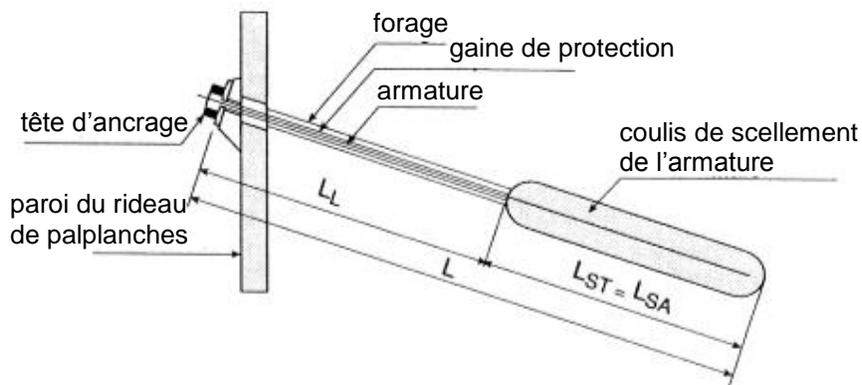


Figure 4.6 Schéma d'un tirant d'ancrage fixant le rideau de palplanches

4.2.3 Classification des ouvrages de soutènement d'après leur matériau constitutif

Vis-à-vis du matériau constitutif du mur, on distingue [10] :

- *Les murs en maçonnerie ordinaire* (moellons, béton armé ou non). Ce sont en général les murs massifs.
- *Les murs à enrochement*. Ils regroupent les murs à gabions et les murs massifs à enrochement.
- *Les murs en terre armée*. Le corps du mur est constitué de la terre compactée par couches et le parement du mur est souvent fermé d'écailles en béton ancrées dans des tiges métalliques.
- *Les murs en béton armé*. Ce sont souvent les murs auto-stables ou cantilevers, ainsi que les parois moulées,
- *Les murs métalliques*. On retrouve dans cette catégorie les rideaux de palplanches et les batardeaux.

4.2.4 Classification des ouvrages de soutènement d'après leur durée de fonctionnement

Un autre critère de classification de murs est leur durée de fonctionnement. On distingue ainsi les murs provisoires et les murs définitifs [10] [17].

Les murs provisoires sont réalisés pendant une phase limitée des travaux, en vue du blindage d'une fouille, étaie d'une paroi instable, ou soutènement des parois d'une fouille par des rideaux de palplanches récupérables en fin des travaux (figure 4.7).

Les murs définitifs sont réalisés pour une fonction de soutènement illimitée dans le temps, tels que les murs cantilevers, les gabions, les murs de quai, et les parois moulées.