

1. Généralités

Un ouvrage de soutènement est une construction qui permet de retenir un massif de sol en place ou de sol rapporté. On distingue généralement trois grandes catégories :

- **les murs de soutènement** (mur poids en maçonnerie ou en béton, mur en béton armé avec semelle, murs à contrefort, murs cellulaires,...). La stabilité est assurée par le poids de l'ouvrage et parfois en partie, par le poids du remblai derrière le mur. Ces ouvrages font l'objet d'une **justification à la rupture**.



- **les écrans plans de soutènement** (rideaux de palplanches, paroi moulé, paroi berlinoise, ...). Ce type de soutènement est d'épaisseur relativement mince et sa résistance à la flexion joue un rôle prédominant dans sa stabilité. Celle-ci est assurée par l'encastrement de l'écran dans le sol et, éventuellement, par des tirants d'ancrage ou par des butons. Ces ouvrages font l'objet d'une **justification en contraintes/déformations**.

- **les systèmes de soutènement composites** (murs en sol cloué, terre armée, murs renforcé par géotextiles ou géogrilles,...) Ces ouvrages dont le dimensionnement peut se rapprocher des murs poids, sont pour certains relativement souples et peuvent tolérer des déformations importantes. Ces soutènements font l'objet de méthodes de calculs spécifiques (Clouterre, normes, cahier des charges particuliers, ...)



2. Les problématiques et éléments à considérer

Caractéristiques des sols et de l'eau

- nature et épaisseur des formations. Conduire également des sondages en partie arrière des écrans de soutènement dans le cas d'ancrages ou d'hétérogénéités des sols.
- résistance à la rupture et déformabilité horizontale et verticale des différentes **formations à soutenir et sous l'assise de l'ouvrage**. Vérification du continuum mécanique (absence de karsts, de niveaux de dissolutions naturelles, ...).
- résistance de cisaillement des sols (cohésion et angle de frottement, intrinsèques et/ou résiduels), masse volumique, paramètres de frottement latéral des fondations profondes et des ancrages éventuels.
- paramètres spécifiques (retrait, gonflement, liquéfaction, agressivité)

- conditions hydrogéologiques, circulation des eaux souterraines, perméabilité des sols, analyse chimique de l'eau (agressivité)

Ouvrages avoisinants – phasages de travaux – Suivi des déplacements

La réalisation d'un soutènement peut avoir des incidences importantes (tassements/déplacements des sols et fondations riveraines, vibrations, modifications hydrogéologiques, abaissement de nappe, barrage aux écoulements, phénomènes de Renard et de Boullance, ...). Le choix des techniques et des phasages est à adapter aux sols et à l'environnement (Z.I.G) qui doit faire l'objet d'un examen détaillé. Dans certains cas, un suivi du comportement des ouvrages en phases travaux devra s'imposer (c.f. Méthode observationnelle).

Rappel : Les méthodes de calculs **aux Etats Limites**, ne fournissent aucun renseignement sur les déplacements au voisinage des ouvrages. La méthode de calcul **aux modules de réaction** pour les rideaux et parois se limite à l'étude de l'écran proprement dit et ne permet pas d'analyser les tassements en surface, ni d'étudier l'influence de la construction du soutènement sur les structures voisines.

3. Les investigations (à adapter en fonction des terrains et du projet)

Profondeurs d'investigations selon recommandations U.S.G : 4 critères simultanés

- 6 mètres sous la base de la fondation	- 3 fois la largeur de la fondation si superficielle ou semi profond - 10 fois la largeur de la fondation si profonde	- 2 mètres sous le toit de l'horizon peu compressible si remblaiement	- au minimum jusqu'au niveau le plus bas des ancrages
---	--	---	---

Reconnaissance géologique et prélèvements	- examen des affleurements, - sondages de reconnaissance (pelle mécanique, tarière mécanique, carottage,...), - sondages destructifs enregistrés, diagraphie
Essais mécaniques in situ	- pressiomètre, pénétromètre, SPT - phicomètre, scissomètre
hydrogéologie	- pose et suivi de tubes piézométriques, prélèvement d'échantillons, mesures de perméabilité, essais de pompage, ...
laboratoire	- classification des sols : w_{nat} , granulométrie, limites d'Atterberg, valeur de Bleu,
	- essais de retrait et de gonflement
	- paramètres de déformabilité (amplitude et durée) : essais oedométriques avec mesure de c_v .
	- analyses physico-chimiques sols et eau
	- paramètres de résistance au cisaillement : scissomètre, essais de cisaillement rectilignes, essais triaxiaux