

Chapitre IV : Méthodes de confortement :

Introduction :

Les confortements des talus au glissement sont l'ensemble des méthodes qui servent à stabiliser la masse de terrain instable.

Le choix de la méthode de confortement varie d'une part avec les caractéristiques et l'état de chaque site comme le type des sols, les conditions de drainage et les surcharges, et d'autre part avec le coût économique (quand il existe plusieurs solutions de confortement), l'accessibilité du site, La période de l'année choisie pour l'exécution des travaux, la cinématique du glissement, Les conditions de sécurité vis-à-vis de l'environnement et notamment les risques de désordre en phase de travaux, les délais impartis à la réalisation du confortement, qui dépendent de la gravité du phénomène et de l'urgence des travaux, La pérennité du système retenu et les possibilités d'entretien et de réparation et les moyens en matériel et la technicité des entreprises locales.

Méthodes de confortement des talus:

D'une manière générale, les méthodes de confortement peuvent être groupées en quatre groupes:

- Drainage.

- Modifications géométriques (Déchargement, Reprofilage et Substitution);

- Renforcement ;

1) Drainage:

Comme on le sait tous, l'eau est à l'origine de la majorité des glissements de terrain. Par conséquent, l'abaissement du niveau des eaux souterraines et la réduction de la pression des pores sont des moyens logiques d'améliorer la stabilité.

En outre, l'implantation d'un dispositif de drainage est souvent moins coûteuse que les autres méthodes de stabilisation. En conséquence, le drainage est souvent une méthode, qui est soit utilisée seule ou conjointement avec d'autres méthodes.

Le drainage assure la stabilité de la pente pour deux raisons:

- Il réduit la pression interstitielle dans le sol, et ainsi d'augmenter la résistance de cisaillement du terrain.

- Il réduit les forces motrices de la pression de l'eau dans les fissures.

Les types de drainages les plus couramment utilisés sont:

1.1) Collecte et canalisation des eaux de surface :

L'objectif est de limiter les infiltrations dans le massif en mouvement. Les eaux peuvent provenir de zones de sources, d'un défaut d'étanchéité sur un réseau ou un bassin de stockage à l'amont ou plus simplement des précipitations et des eaux de ruissellement. En effet, les

eaux de surface ont tendance à s'infiltrer dans les fissures, à stagner dans les zones de faible pente et aggravent ainsi une instabilité amorcée.
 Les dispositifs de Collecte et canalisation des eaux de surface sont d'usage courant en génie civil, comme les fossés et caniveaux.

1.2) Massifs drainants:

Les masques drainants sont des ouvrages en matériaux granulaires grossiers mis en place en parement de talus ; leur rôle est d'annuler la pression interstitielle dans la portion correspondante de terrain, mais leurs caractéristiques très frottantes apportent également un gain de stabilité. Les éperons drainants sont des sortes de masques discontinus ; s'il est inutile ou difficile de réaliser un masque, on se contente de faire des saignées remplies de matériau drainant régulièrement espacées.

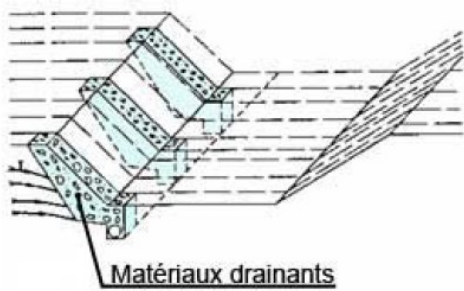


Figure (IV .1) éperon drainant

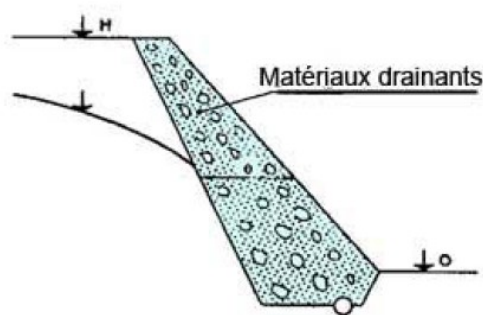


Figure (IV .2) masque drainant

1.3) Tranchées drainantes :

Les tranchées drainantes, dont une coupe type est présentée sur la figure (IV .3), sont des ouvrages couramment utilisés pour rabattre le niveau de la nappe. Elles sont implantées sur le site de façon à venir recouper les filets d'eau (lignes de courant dans un horizon homogène, couche aquifère, venues d'eau ponctuelles, etc.). Le choix de l'implantation (dans le sens de la plus grande pente ou dans un sens parallèle aux lignes de niveau), de la profondeur et de l'espacement des tranchées dépend des résultats de l'étude hydrogéologique et conditionne l'efficacité du drainage.

Elles peuvent être réalisées de plusieurs façons, soit à la pelle mécanique, à la trancheuse ou à la haveuse de paroi, qui donnent des dimensions de la paroi propre à chaque méthode.

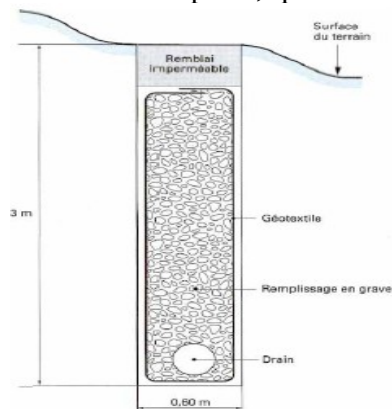


Figure (IV .3) -coupe type d'une tranchée drainante

1.4) Drains subhorizontaux :

Lorsque les contraintes d'accessibilité du site ou les conditions de circulation interdisent la réalisation de tranchées, la réalisation de drains subhorizontaux peut permettre de diminuer les pressions interstitielles et de décharger des aquifères localisés.

La technique consiste à réaliser de nombreux forages avec une faible pente sur l'horizontale (2 à 5°) et à y placer des tubes crépinés.

Ces tubes sont généralement en PVC (50 à 80 mm de diamètre), parfois en acier lorsque de grandes déformations sont susceptibles de se produire. Un dispositif de captage des eaux recueillies dans les drains avec un exutoire adapté complète l'ensemble.

Cette technique s'emploie dans de nombreuses configurations de glissement et dans de nombreuses formations géologiques. Cependant, les terrains très peu perméables s'y prêtent mal ; en effet, le rayon d'action des drains est dans ce cas très faible. Les drains subhorizontaux permettent en particulier de drainer des couches et des poches aquifères, éventuellement en charge, et des circulations d'eau localisées (dans des fractures, dans des couches de faible épaisseur).

Le bon fonctionnement des drains nécessite :

- une protection contre le gel à la sortie des drains ;
- une lutte contre le colmatage (utilisation de jets d'eau sous pression, d'acide oxalique pour dissoudre des dépôts calcaires, etc.)

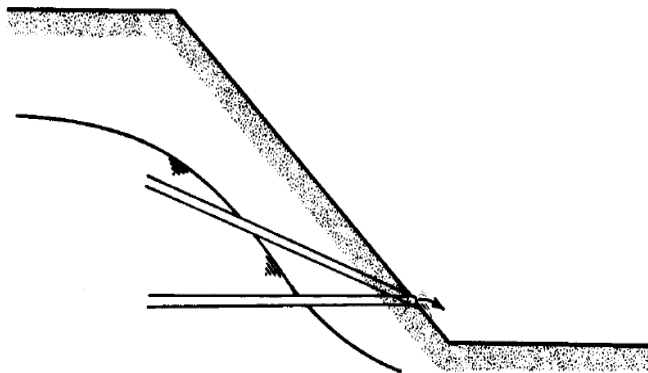


Figure (IV .4) : Drains subhorizontaux.

Figure(IV.5) : Colmatage d'un drain

1.5) Drains verticaux, puits et galeries drainantes :

Les techniques de drains et puits verticaux sont peu fréquemment utilisées pour la stabilisation des glissements de terrain, sans doute en raison des difficultés d'évacuation des eaux drainées : gravitairement en profondeur vers des couches plus perméables ou vers le haut par pompage ou siphonage.

Le transfert d'eau en profondeur est une opération risquée, qui doit être réservée aux cas où l'écoulement de surface est bien connu et où l'aquifère profond est drainant, et présente un exutoire franc. Dans le cas contraire, cela peut conduire à une aggravation de l'instabilité.

Les puits et drains verticaux permettent de couper un aquifère comme le ferait une tranchée drainante sans être limitée en profondeur.

Les galeries drainantes (Figure (IV .5)) ont en général des sections modestes (hauteur 1.80 à 2.00 m, largeur 1 à 2 m) afin de permettre le contrôle et la maintenance des ouvrages.

La base de la galerie est positionnée à une profondeur légèrement inférieure à celle du niveau moyen des eaux souterraines, tandis que son sommet intercepte ce niveau.

Dans certains cas, un réseau de drains subhorizontaux peut être foré à partir de la galerie pour rendre le drainage plus efficace. Les galeries drainantes peuvent soit être laissées vides, soit être remplies avec du matériel drainant.

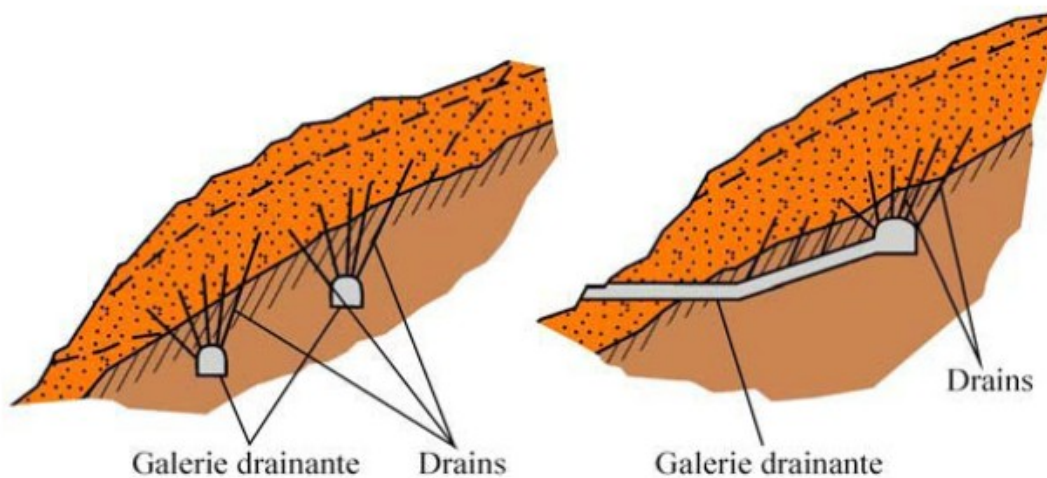


Figure (IV .6): Galerie drainante

2) Modifications géométriques:

La pente du talus et la présence des sols de mauvaises caractéristiques sont les principaux facteurs dans la mobilisation du glissement de terrain.

Pour cela, la modification géométrique et morphologique s'impose en premier lieu, elle peut être envisagée par plusieurs méthodes selon la nature du problème; parmi ces méthodes on cite:

2.1) Butée de pied :

Le chargement en pied (ouvrage de butée, également appelé banquette dans certaines configurations) agit de deux manières : d'une part, il équilibre les forces motrices et, d'autre part, il permet de contenir les déplacements de la masse instable.

Le dimensionnement d'une butée de pied se fait par un calcul de stabilité au « grand glissement » de la pente instable en tenant compte de la modification géométrique envisagée. On recherche généralement une amélioration de la sécurité $\Delta F/F_0$ de 20 à 30%.

Il est nécessaire de réaliser un ancrage dans les formations sous-jacentes en place. La stabilité au grand glissement suppose deux vérifications :

- L'ouvrage de butée doit limiter les risques de reprise du glissement en amont.
- L'ouvrage de butée ne doit pas déclencher d'autres glissements, par exemple à l'aval.

Il est à noter que les ouvrages de butée ainsi dimensionnés, en plus de leur action gravitaire, peuvent assurer un drainage du massif.

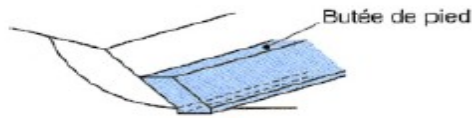


Figure (IV .7) : Réalisation d'une butée de pied (par plots)

2.2) Allègement en tête :

L'allègement en tête du glissement consiste à venir terrasser le matériau dans la partie supérieure .Il en résulte une diminution du poids moteur et par conséquent une augmentation du coefficient de sécurité. La méthode de dimensionnement consiste en un calcul de stabilité le long de la surface de rupture déclarée en prenant en compte la modification de la géométrie en tête. Le déchargement par terrassement du sommet de la masse glissée, tel qu'il apparaît sur la figure, peut créer des risques de régression des désordres vers l'amont à court ou long terme.

Comme dans le cas des butées de pied, l'amélioration de la sécurité recherchée $\Delta F/F_0$ sera de 20%.En général, cet objectif n'est obtenu qu'avec des volumes de terrassement importants. De ce fait le déchargement en tête est une action rarement suffisante pour obtenir le gain de sécurité souhaité. Une action complémentaire (drainage, recharge en pied, par exemple) devra généralement être recherchée.

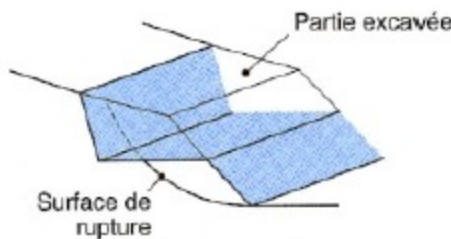


Figure (IV.8) :Allègement en tête

2.3) Purge :

Les techniques de terrassement s'accompagnent fréquemment de purges du matériau déplacé par le glissement. Cette solution est généralement limitée aux glissements de taille modeste. On peut, dans certains cas, purger l'ensemble du matériau glissé, à condition que la surface mise à nu soit stable.

2.4) Reprofilage:

Il consiste en un adoucissement de la pente moyenne. Ce type de traitement est particulièrement bien adapté aux talus de déblais, et il est de pratique courante. Notons que l'exécution de risbermes a l'avantage d'améliorer la stabilité par rapport à une pente unique et de créer des voies d'accès pour l'entretien ou des travaux complémentaires. L'adoucissement de la pente est généralement mal adapté aux versants naturels instables car il met en jeu des volumes de sol très importants.

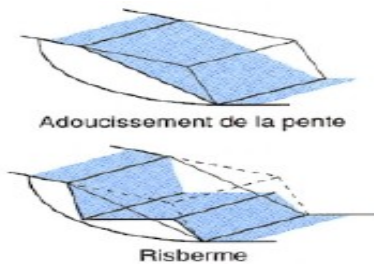


Figure (IV .9) : Reprofilage

2.5) Substitution totale ou partielle :

La substitution totale consiste à venir purger l'ensemble des matériaux glissés ou susceptibles de glisser, et à les remplacer par un matériau de meilleure qualité. Cela permet de reconstituer le profil du talus initial.

Il importe de vérifier la stabilité au cours des phases de travaux et celle du talus définitif dans lequel on prend en compte les caractéristiques du matériau de substitution et du matériau en place.

La substitution de matériaux glissés suppose que l'on connaisse le volume de matériaux concerné, que l'on excave plus profondément que la surface de rupture, et que l'on réalise des redans afin d'assurer un bon accrochage entre le substratum et le sol d'apport.

La tenue des talus provisoires de la purge dépend des conditions de terrassement, de la météorologie, des hétérogénéités locales.

En cas de risque, il est préférable de travailler par plots de faible largeur et de ne pas maintenir de fouilles ouvertes pendant une longue période.

Des substitutions partielles sont souvent employées, sous forme de bèches ou de contreforts discontinus (figure (IV .9)). Le coefficient de sécurité de la pente ainsi traitée peut être estimé en prenant la moyenne pondérée des coefficients de sécurité de la pente avec et sans substitution.

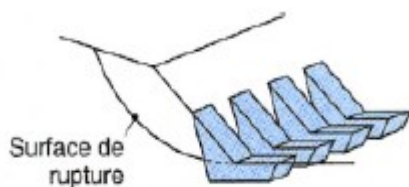


Figure (IV .10) : Substitution partielle

3) Renforcement :

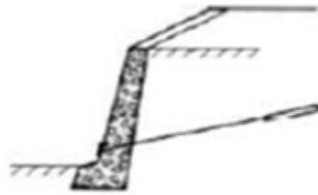
3.1) Organes résistants en pied:

Cette méthode consiste à stabiliser la masse du sol par l'installation d'un organe résistant dans la partie avale du talus, prenant en compte le contour du cercle de glissement pour assurer que cet organe ne soit pas emporté par le glissement.

On trouve dans cette catégorie deux types d'ouvrages, les ouvrages de soutènement rigides et les ouvrages de soutènement souples.

a. Les ouvrages de soutènement rigides:

Les **ouvrages rigides** ne sont pas déformables par le terrain, du fait de leur inertie. Lors de leur dimensionnement, il doit prendre en compte le déplacement du terrain. Lorsque l'ouvrage est couronné, les efforts de poussée sont appliqués, il est fixe. L'effort limite de butée du sol est pris en compte (la déformation est nulle).



vis-à-vis des efforts qui lui sont appliqués, en prenant en compte un effet de surcharge par les masses en mouvement. Le dimensionnement doit prendre en compte les glissements de terrain, le dimensionnement doit être fait vis-à-vis des efforts qui lui sont appliqués, en prenant en compte un effet de surcharge par les masses en mouvement.

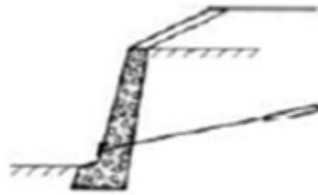
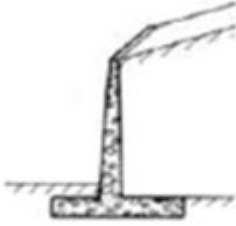
<p>Mur poids en béton ou en maçonnerie Reprise de l'effort de poussée par le poids de l'ouvrage</p>	<p>Mur en béton, ancré Généralement en déblai en site terrestre hors nappe.</p>	
<p>Mur cantilever en béton armé Reprise de l'effort de poussée par encastrement</p>	<p>-Ouvrage en remblai Comme en déblai et généralement hors d'eau, -Culée de pont.</p>	 <p>Mur cantilever en béton armé</p>
<p>Mur en béton ancré Reprise de l'effort de poussée par ancrage</p>	<p>-Ouvrage de soutènement en déblai, -Ouvrage de stabilisation, -Poutre ancrées pouvant être utilisées pour assurer la stabilité de l'ouvrage réalisé en remblai.</p>	

Figure (IV .11) : Classification des ouvrages de soutènement d'après le mode de reprise de la poussée.

b. Ouvrages de soutènements souples:

Les **ouvrages souples** sont des structures obtenues à partir de gabions, de murs cellulaires, ou de sol renforcé par fils, par armatures synthétiques ou métalliques, par nappes de géotextiles, par grilles métalliques ou synthétiques.

Ces ouvrages fonctionnent comme les massifs poids décrits ci-dessus. On les dimensionne en deux phases : vis-à-vis de la stabilité interne selon une méthode propre à chacune des techniques, et vis-à-vis de la stabilité externe ainsi que décrit précédemment.

Ces techniques, qui admettent les déformations du sol, sont utilisées nettement plus couramment que les murs rigides.

L'ouvrage a une fonction locale, il protège une route par exemple, mais il suit le mouvement et sa déformabilité lui permet de le faire sans grand dommage.

Ces techniques, qui supportent des déformations du sol, sont couramment utilisées pour traverser des zones à évolution lente, impossible à arrêter au vu de leurs dimensions. Les calculs sont menés pour vérifier la stabilité interne et on vérifie que la stabilité générale n'est pas trop perturbée par la présence de l'ouvrage. La stabilité locale est en général assurée par le caractère monolithique de l'ouvrage.



Quelques exemples de murs souples :

- **Gabions :**

Il s'agit des cages en treillis métalliques interconnectés contenant de la pierre pour former une structure monolithique et souple.

C'est une solution économique très employée, mais qui est limitée en hauteur à cause surtout de la stabilité interne des nappes.

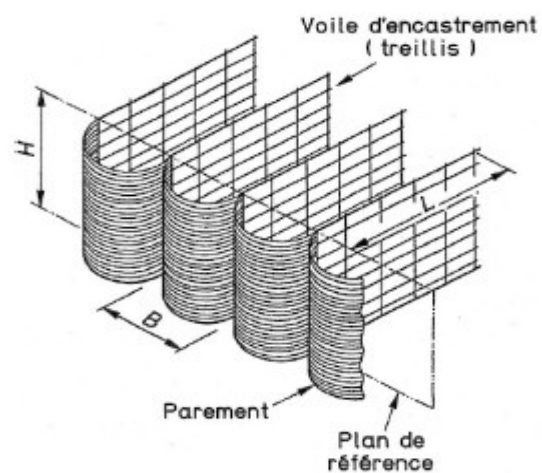
Figure(IV.12) : Gabion

- **Murs Tervoile :**

C'est une technique de renforcement par voiles ou treillis métalliques verticaux (procédé Tervoile®, figure 21).

Du fait de l'interaction continue entre les éléments de renforcement

et le sol, il y a un effet de renforcement du sol, mais à cause de la géométrie, le mur s'apparente aussi à un mur cellulaire. Le comportement est donc complexe et il convient de justifier ce type d'ouvrage comme un remblai renforcé quasi inextensible, mais aussi comme un mur de type cellulaire.



Figure(IV.13) : Procédé Tervoile de renforcement par voiles verticaux

- **Mur en Terre armée :**

Un ouvrage en terre armée comporte trois éléments principaux :

- Un parement mince constitué initialement de feuillets métalliques et actuellement de plaques de béton s'emboîtant les unes dans les autres appelées écailles ; ce parement repose sur une semelle de fondation continue ;
- Des armatures constituées de plats en acier galvanisé comportant souvent des crénelures pour améliorer leur frottement avec le matériau de remblai, ces armatures sont disposés à intervalles réguliers tant dans le sens longitudinal de l'ouvrage que dans le sens vertical
- Un massif de terre en remblai mis en œuvre par couches compactées.

La construction s'effectue en mettant le remblai par couches successives compactées avec pose de lits d'armature et des éléments du parement à l'avancement c'est-à-dire en progressant vers le haut.

Figure(IV.14) : Vue d'un mur de soutènement en terre armée

- **Mur renforcé par nappes de géotextiles :**

Sont constitués par des armatures, un parement et un massif en remblai.

-Les armatures formées de nappes en textile synthétique peuvent être des tissés, géogrilles ou des non-tissés. Ces produits sont désignés par le terme générique de géosynthétiques.

-Le parement est destiné à assurer, entre autres, une protection des géotextiles vis-à-vis de la lumière, ces produits étant sensibles aux rayonnements ultraviolets.

Il existe différents procédés parmi lesquels on peut citer ceux où le parement est constitué d'éléments cellulaires en béton préfabriqués, remplis de sol et généralement végétalisables, et ceux où le géotextile est retourné en bordure : un parement indépendant est alors édifié pour protéger le géotextile.

-Le massif de terre en remblai est mis en œuvre

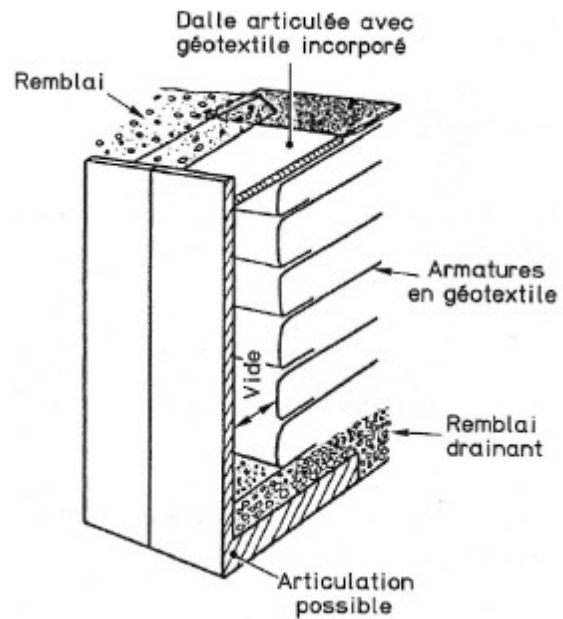


Figure (IV.15) Renforcement de remblai par géotextiles

3.2.1) Techniques de renforcement par inclusions :

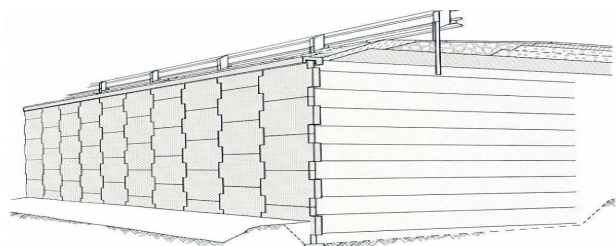
Le renforcement par inclusions a été largement employé durant les dernières années comme une technique de stabilisation des pentes instables. La raison en est qu'il est aisé et rapide à mettre en œuvre et qu'il n'affecte pas la géométrie du site. On distingue habituellement deux catégories d'inclusions, en fonction de l'inertie des armatures utilisées :

— les clous et micropieux, constitués d'une armature de faible inertie (barres ou profilés métalliques par exemple) et d'un coulis d'injection, et placés obliquement ou verticalement.

— les pieux et barrettes (fûts de béton armé, viroles en acier remplies de béton), qui sont des éléments de grande rigidité, mis en place verticalement.

3.2.1.1) Clous et micropieux

La stabilisation d'un glissement de terrain par clouage repose sur le principe suivant : la partie supérieure du massif en mouvement engendre une déformation des clous ; les efforts qui en résultent sont transmis par les clous au substratum, qui s'oppose alors au mouvement. L'efficacité du clouage réside dans la mobilisation d'efforts de traction et de cisaillement dans le clou. Pour que ces efforts stabilisateurs soient mobilisés, il est nécessaire qu'il se produise des déplacements relatifs sol/clou.



Par ailleurs, on ne peut pas stabiliser par cette technique des glissements de grande ampleur, qui nécessiteraient l'introduction d'efforts considérables.

Le dimensionnement d'un ouvrage de confortement par clouage se fera en justifiant une sécurité suffisante vis-à-vis des risques de rupture, qui se situent :

- dans le clou (barre ou tube d'acier) par traction et /ou cisaillement;
- au contact sol/clou, dans la partie inférieure d'ancrage (arrachement du clou) ;
- dans le sol, le long de la surface de rupture par insuffisance d'efforts apportés par les clous;
- et bien entendu dans le sol, pour des glissements en profondeur sous l'ouvrage (insuffisance de fiche des clous), ou en aval si le clouage est placé trop en amont sur le versant, ou en amont si le clouage est placé trop en aval sur le versant.

On prend un coefficient de sécurité de 1,5 sur la résistance interne de l'armature en calculant la contrainte maximale susceptible d'être mobilisée en traction-cisaillement ; on utilise des barres de section supérieure pour tenir compte d'une éventuelle corrosion. L'effort tangentiel entre le sol et le clou (interaction sol/clou) est majoré par l'effort limite Pq_s où P est le périmètre du clou et q_s le frottement latéral unitaire, lequel peut être évalué à partir d'essais d'arrachement ou d'essais pressiométriques ; là encore on prendra en compte un coefficient de sécurité de 1,5.

L'évaluation de l'amélioration de la sécurité au glissement se fait en utilisant une méthode de calcul de stabilité de pente dans laquelle on introduit les efforts apportés par les clous. Deux options sont possibles pour introduire les efforts résistants apportés par les clous :

- prendre en compte les efforts maximaux admissibles pour le clou et le contact sol/clou.
- prendre en compte les efforts engendrés dans le clou par le déplacement de sol le long de la surface de rupture, déplacement que l'on choisit tel que la structure puisse le tolérer.

3.2.1.2) Pieux et barrettes :

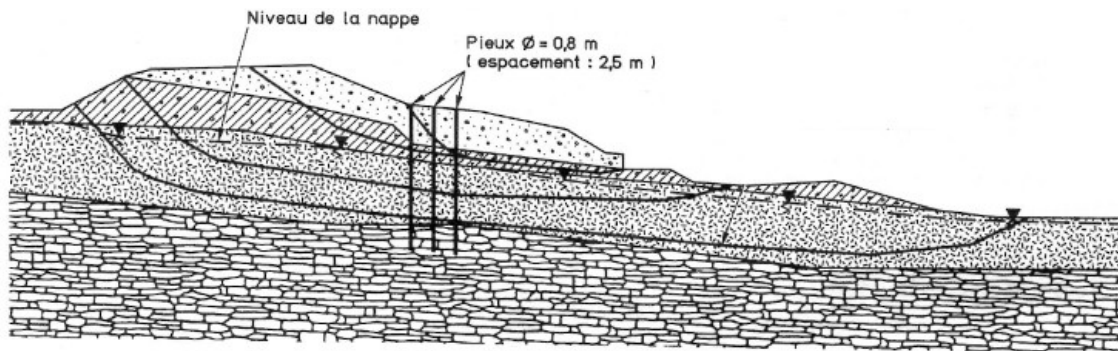
La stabilisation d'un glissement par des **pieux** ou des **barrettes** procède du même principe que précédemment. Mais, compte tenu de leur inertie importante, les pieux travaillent principalement en flexion/cisaillement. Généralement, on dispose deux ou trois rangées de pieux (tubes métalliques ou pieux en béton armé) dans le tiers central de la pente instable.

Les risques de rupture d'un confortement par pieux ou barrettes se situent :

- dans le pieu par flexion/cisaillement ;
- au contact sol/pieu, en sollicitation latérale du sol par le fût du pieu (plastification du sol) ;
- dans le sol, le long de la surface de rupture, par insuffisance d'efforts apportés par les pieux ;
- dans le sol, si un glissement se produit en profondeur sous l'ouvrage (insuffisance de fiche des pieux), en aval si le clouage est placé trop en amont sur le versant, en amont si le clouage est placé trop en aval sur le versant.

On prend un coefficient de sécurité de 1,5 sur la résistance interne du pieu en calculant la contrainte maximale susceptible d'être mobilisée en flexion/cisaillement. Le déplacement du sol en glissement mobilise latéralement le pieu qui oppose au sol une réaction. On considère en général que cette dernière est majorée par la pression limite p_1 mesurée à l'aide du pressiomètre Ménard : en prenant un coefficient de sécurité de 2.

Comme dans le cas du clouage, l'évaluation de la sécurité au glissement se fait en utilisant une méthode de calcul de stabilité de pente, dans laquelle on introduit les efforts apportés par les pieux.



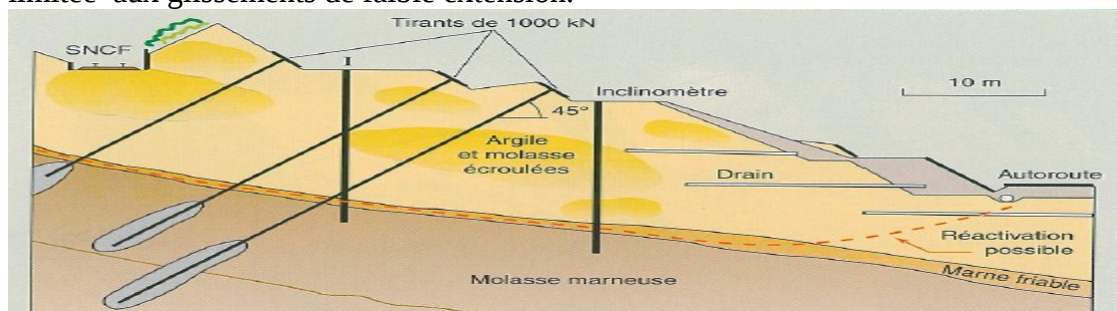
Figure(IV.16) : Confortation d'un remblai SNCF par clouage de la pente et du talus (ligne Paris-Lyon, km 23)

3.2.2) Tirants d'ancrages :

Le principe consiste à accroître les contraintes normales effectives sur la surface de rupture. Pour ce faire, on ancre des tirants dans le terrain stable situé en dehors de la surface de rupture et on applique en tête un effort tel que l'on améliore le coefficient de sécurité F vis-à-vis de la rupture d'une valeur $\Delta F/F_0$ minimale de 20%. Cet effort peut être réparti sur la surface du terrain l'intermédiaire de plaques ou de petits massifs en béton armé.

Dans la plupart des cas cette technique est utilisée pour la stabilisation de pentes rocheuses ou des applications à titre préventif, mais il est judicieux d'utiliser des structures ancrées pour améliorer la des pentes en limite de stabilité ou pour compenser le déchargement du à une excavation en pied de versant.

Par contre l'application de cette technique à la stabilisation de glissements est beaucoup moins fréquente car, comme pour les murs de soutènement, les efforts engendrés par les mouvements sont très importants et difficiles à évaluer. En pratique cette technique sera donc limitée aux glissements de faible extension.



Figure(IV.17) Renforcement par tirant sur l'autoroute A 41,(Haute-Savoie).

3.2.3) Techniques de remblai renforcé :

a) Renforcement par géosynthétiques :

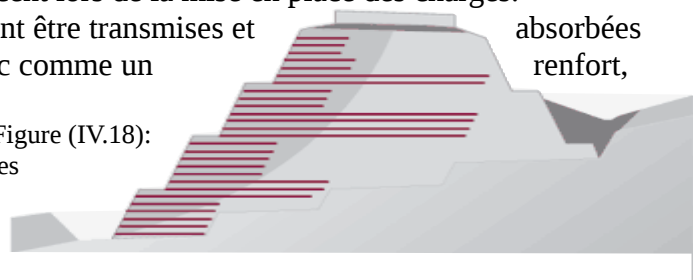
Les terres ont un module d'élasticité assez faible et donc ne sont pas capable de supporter toutes les forces que les constructions exercent lors de la mise en place des charges.

Les forces de traction ainsi apparues peuvent être transmises et par des géosynthétiques, elles agissent donc comme un et on parle alors de terre renforcée.

absorbées renfort,

Figure (IV.18):

Remblai renforcé par des géosynthétiques



Les géosynthétiques permettent :

- Une limitation de l'emprise au sol de l'ouvrage en raidissant les talus.
- La réduction ou la suppression des poussées du remblai Une grande durabilité (pas de corrosion des armatures).
- Une facilité et rapidité des mise en ouvre ce qui évite le déplacement des engins lourd.
- Une économie de matériaux par la réutilisation matériaux in situ (après analyse géotechnique).

b) Le Pneusol :

Le Pneusol est formé de l'association de deux éléments : des pneus et du sol. Le mot "pneus" désigne tous les éléments des pneus usagés (deux flancs, une bande de roulement) ou les pneus en entier, associés linéairement ou en nappes et susceptibles de supporter des efforts de traction importants. Le mot "sol" englobe toutes les variétés de terrains naturels, artificiels ou déchets divers.

Le Pneusol a les avantages suivants :

- Il est économique et compétitif par rapport aux matériaux traditionnels,
- Il est facile à mettre en œuvre et ne demande pas une technicité particulière,
- C'est un produit écologique, car il permet la valorisation de pneumatiques usagés,

Son domaine d'application est large est varié il peut en effet être utilisé comme ouvrage de soutènement, pour le raidissement des pentes, comme remblais légers pour réparer les glissements de terrain



Figure (IV .19) : Ouvrage en Pneusol

c) Textsol :

Le Textsol est un mélange de sable concassé intimement lié par des fibres synthétiques, (120 km de fils par mètre cube de sable).

Le matériau ainsi obtenu présente des propriétés intéressantes, Les applications du Textsol en soutènement sont de deux types. Il peut être utilisé pour former un mur poids, encastré dans le sol de fondation par une bêche, pour retenir un sol de remblai. Le deuxième type d'application concerne la stabilisation de talus raidis.

Un massif de Textsol a la propriété remarquable, par rapport à un mur poids classique en béton, d'être aussi déformable que le sol de déblai ou remblai et il présente l'avantage de pouvoir être construit rapidement sans coffrage.

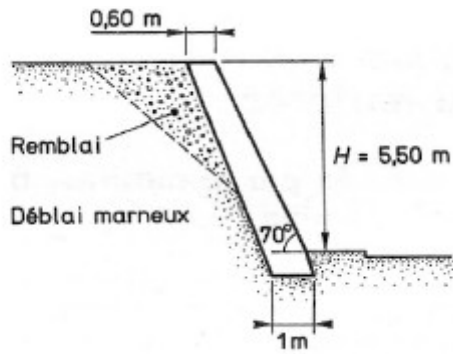


Fig. (IV .20) Exemple de mur en Texsol

4) Marge de sécurité :

	Principe de stabilisation	Moyens techniques	Méthode de dimensionnement	F final	Contraintes d'utilisation
Butée de pied	Rééquilibrage de masse	remblai	Calcul de stabilité avec géométrie modifiée	1,2 a 1,3	Accès et emprise nécessaires. Présence d'un horizon résistant à faible profondeur. Assuré la stabilité en aval
Allègement en tête	Rééquilibrage de masse	déblai	Calcul de stabilité avec géométrie modifiée	1,2	Accès et emprise nécessaires. Assuré la stabilité en amont
Purge total	Le massif est stable après la purge	Déblai	Calcul de stabilité avec géométrie modifiée	1,5	s'applique à des petits volumes. Protection de la surface mise à nu. Assuré la stabilité en amont
Reprofilage	Adoucissement de la pente	Déblai	Calcul de stabilité avec géométrie modifiée	1,2	Accès et emprise nécessaires. Terrassement s important.
Substitution total	Apport de matériau de meilleure résistance	Déblai et remblai	Calcul de stabilité avec les caractéristiques du matériau de substitution	1,5	Terrassement s important. Ancrer sous la surface de rupture. Travail par plots.
Substitution partielle : bêche, contrefort, éperon, masque	Apport de matériau de meilleure résistance	Déblai et remblai	Calcul de stabilité avec les caractéristiques du matériau initial et de celui de substitution	1,2	Ancrer sous la surface de rupture. Travail par plots. Gérer le drainage.
Substitution en tête, matériau allégé	Diminution du moment moteur	Déblai polystyrène matériau alvéolaire	Calcul de stabilité avec les caractéristiques de poids du matériau allégé	1,2	Terrassement réduits. Protection du matériau allégé. Gérer le drainage.
Collecte et canalisation des	Limiter les pressions	Cunettes, drain	Calcul de stabilité avec les pressions interstitielles	1,3	Implique une surface supérieure à celle du

eaux de surface	interstitielles	agricole	estimé après le drainage		glissement. Entretien indispensable.
Tranchées drainantes	Diminuer les pressions interstitielles	Trancheuse, haveuse, pelle	Calcul de stabilité avec les pressions interstitielles estimé après le drainage	1,3	Connaissance préliminaire du réseau d'écoulement. Entretien indispensable.
Drains subhorizontaux	Diminuer les pressions interstitielles	Drains plastiques, moyens de forages	Calcul de stabilité avec les pressions interstitielles estimées après le drainage	1,3	Connaissance préliminaire du réseau d'écoulement. Vérification de rabattement. Entretien indispensable.
Drainages profonds	Diminuer les pressions interstitielles	Drains verticaux, puits, galeries	Calcul de stabilité avec les pressions interstitielles estimées après le drainage	1,3	Connaissance préliminaire du réseau d'écoulement. Entretien indispensable.
Soutènements	Apporter un effort stabilisateur horizontal	Ouvrages fixes, ouvrages souples	Murs fixes : calcul de la longueur du massif mis en butée.	1,5	Ancrer l'ouvrage sous le niveau de rupture. Gérer la circulation des eaux derrière l'ouvrage
			Murs souples : calcul de stabilité en tenant compte de résistance du mur	1,2	
Tirants d'ancrages	Apporter un effort stabilisateur horizontal	Torons, barres	Calcul de stabilité en introduisant les efforts stabilisateurs, calcul a la rupture des tirants (F=1 ,5)	1,2	Problème de des déplacements de sol (phase de chantier et de service) Associer un bon drainage
Clous	Apporter un effort stabilisateur perpendiculaire à la surface de rupture	Barres, tubes, micropieux	Calcul de stabilité en introduisant les efforts stabilisateurs, calcul a la rupture des clous (F=1 ,5)	1,2 à 1,3	Technique importante. Estimation correcte des interactions sol /inclusions. Associer un bon drainage.
Pieux	Apporter un effort stabilisateur horizontal	Pieux bétons profilés H. palplanches	Calcul de stabilité en introduisant les efforts stabilisateurs, calcul a la rupture des pieux (F=1 ,5)	1,1 à 1,2	Technique importante. Estimation correcte des interactions sol /inclusions. Associer un bon drainage.