RENFORCEMENT DES SOLS : ETUDE DE L'INTERACTION SOL - TEXTILE

Par
Bachir MELBOUCI
Dr Ingénieur, Chargé de Cours, Institut de Génie Civil, Université de Tizi Ouzou

Résumé

Le présent article fournit les principaux résultats des essais de laboratoire, de cisaillement triaxial et de cisaillement direct, obtenus au cours des travaux relatifs aux interfaces en fonctions :
- *de la nature du sol,*
- *de la nature du textile,*
- *du mode de recouvrement des éprouvettes.*

Mots clés : essai de cisaillement • sol • inclusion textile • interfaces.

1 INTRODUCTION

Le renforcement des sols est un domaine récent et particulier de l'amélioration des sols. Il recouvre des techniques qui consistent à placer des inclusions au sein du sol.

Les inclusions utilisées sont des éléments résistants qui sont en général soit linéaires, soit plans. Selon leur rigidité relative par rapport au sol, leur comportement est assez semblable à celui d'une poutre ou d'une plaque quand elles sont relativement rigides, et à celui d'un fil ou d'une membrane quand ils sont flexibles.

Afin d'évaluer la contribution d'un textile ou d'une géotextile utilisé comme armature, il est nécessaire de passer d'abord par la connaissance de ses propriétés. Sa souplesse en flexion, sa déformabilité en traction et accessoirement sa perméabilité le prédispose à une utilisation différente des armatures métalliques. En effet, les inclusions textiles se distinguent des armatures métalliques (procédé terre armée), d'une part, par leur utilisation systématique en nappes et non en bandes (le problème peut donc être considéré comme en déformation plane) et, d'autre part, par leur souplesse qui se traduit par leur aptitude à suivre les contours de l'interface.

Les zones d'interface sont en général des zones mécaniquement faibles qui ont un rôle prépondérant sur la résistance globale de la structure. Afin d'étudier ces phénomènes complexes liés à l'interface, nous avons réalisé une série d'essais expérimentaux à la boîte de Casagrande et au triaxial.

2 DEFINITION ET ROLE DES GEOTEXTILES

Les géotextiles sont des matières produites par l'industrie textile, se présentant généralement sous forme de nappes de fibres synthétiques, perméables, simples, résistantes et filtrantes. Elles sont employées dans divers secteurs de la géotechnique et en particulier dans le renforcement des sols.

L'incorporation de ces nappes dans le sol permet d'améliorer le comportement mécanique et hydraulique du sol. En effet, les géotextiles jouent simultanément plusieurs rôles variables suivant les cas :
- ✔ anticontaminant, en évitant une pollution éventuelle par un sol de mauvaise qualité,
- ✔ protection de l'environnement,
- ✔ filtrant, par leur structure fibreuse,
- ✔ drainant, par leur forte porosité,
- ✔ effet d'armature, qui correspond à la limitation des déformations d'extention du sol par mobilisation du frottement des armatures.

3 MATERIAUX DE L'ETUDE

Dans le soucis d'éviter les importations des géotextiles, nous avons tenté d'utiliser dans nos expérimentations des textiles produits en Algérie ; et ce dans le but d'encourager leur utilisation dans le domaine du génie civil.

Dans une première étape, nous avons entrepris une série d'essais permettant de comparer la résistance au

cisaillement des différentes éprouvettes de sol recouvertes avec différents textiles.

a/ Les sols utilisés :

Trois types de sols ont été utilisés :

- limon argileux
- sable limoneux
- sable

Les résultats de l'analyse granulométrique de ces trois types de sol sont reportés sur la figure 1.

- O boîte de cisaillement
- O essai triaxial

Les essais réalisés sont des essais du type non consolidés non drainés.

b/ Fabrication des éprouvettes

Nous avons procédé au recouvrement des éprouvettes de sol, par les deux textiles cités de différentes manières :

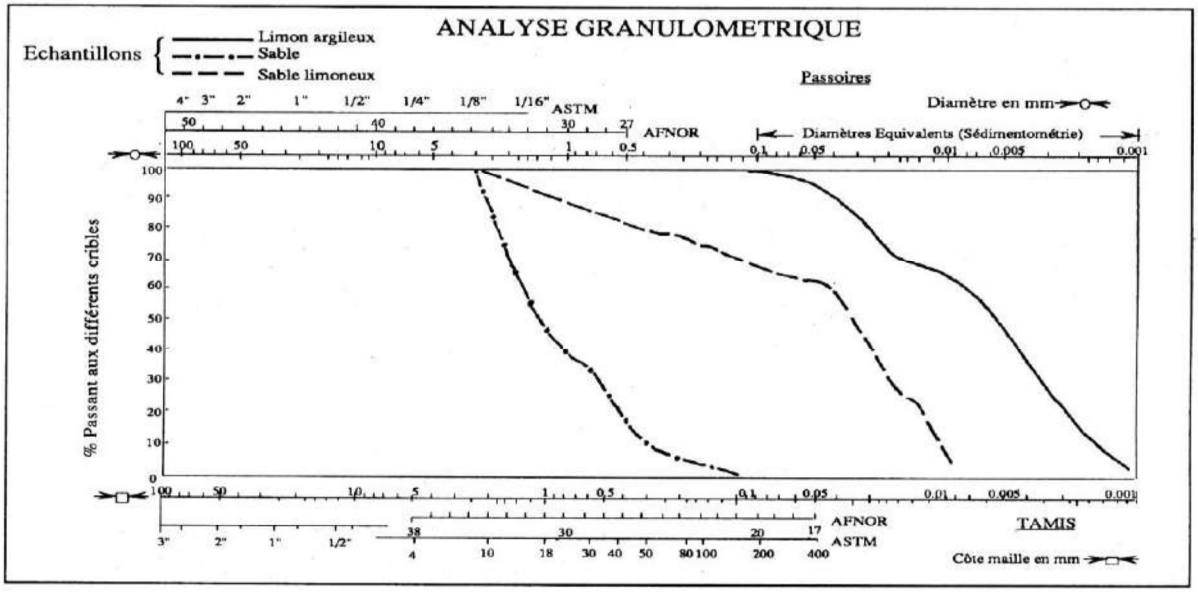


Figure 1 : Analyse granulométrique des 3 types de sols utilisés.

b/ Les textiles

Les textiles utilisés sont des tissés fabriqués par la société nationale (COTITEX) de Drâa-Ben-Kheda (Tizi Ouzou). Ces textiles sont les suivants :

BATISTE : formé d'un entrecroisement de fils de polyester n'ayant subi aucun traitement chimique, il présente une surface assez rugueuse. L'essai de traction sur ce textile a donné une résistance à la rupture égale à 45 Kgf.

MADAPOLAN : formé d'un entrecroisement de fils de coton et de polyester (50% de coton et 50% de polyester). C'est un tissé traité qui présente une résistance de traction à la rupture de l'ordre de 38 Kgf.

4 MATERIEL ET FABRICATION DES EPROUVETTES

a/ Appareillage

Deux types d'appareillage ont été utilisés :

□ Pour la boîte de cisaillement :

- Eprouvettes cubiques recouvertes sur trois côtés.
- Eprouvettes cubiques recouvertes au niveau des deux demi-boîtes.
- Eprouvettes cubiques de sol recouvertes au niveau d'une seule demi-boîte.

□ Pour l'essai triaxial :

- Eprouvette cylindrique recouverte entièrement.
- Eprouvette cylindrique recouverte à moitié suivant un plan imposé de 45°.

c/ Orientation du textile

Pour l'orientation, il faudra remarquer que tout textile placé dans l'angle d'extension est efficace, alors qu'il sera inefficace dans l'angle de contraction.

5 PRESENTATION DES RESULTATS

Les résultats obtenus sont regroupés dans les tableaux présentés ci-après en fonction :

- du type d'appareillage,
- de la nature de l'échantillon,
- de la nature du textile,
- du recouvrement de l'échantillon.

Nous présentons sur la figure 2 à 6 un exemple de courbe "effort - déformation" obtenu avec les deux types d'appareillage et pour les deux textiles utilisés avec les différents recouvrements pour le limon argileux.

6 INTERPRETATION DES RESULTATS

✔ A la différence des armatures métalliques, le textile présente un état de surface irrégulier, à l'échelle des grains. Les particules de sol seront

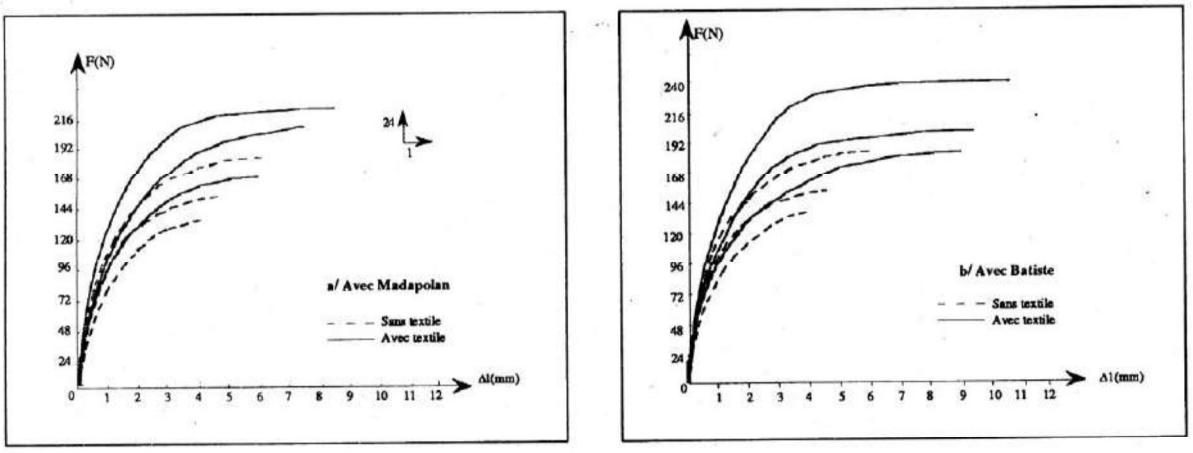


Figure 2 : Essai de Casagrande - limon argileux. Les deux demi-boîtes recouvertes.

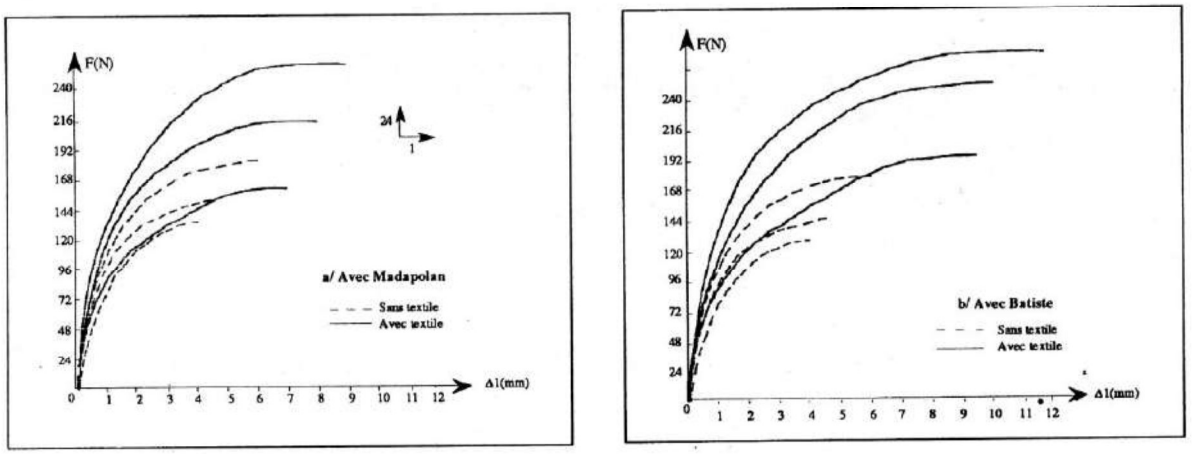


Figure 3 : Essai de Casagrande - limon argileux. Eprouvettes recouvertes des trois côtés.

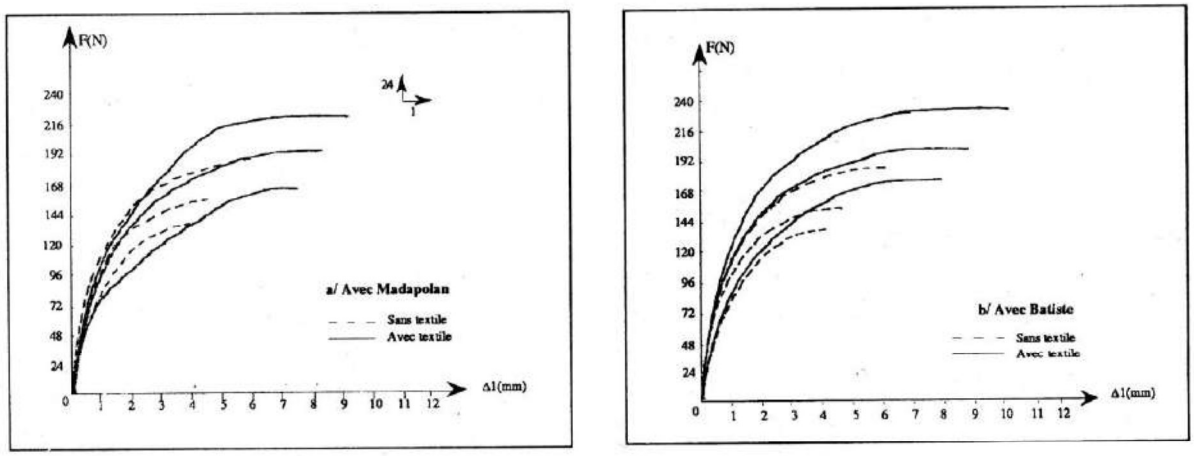


Figure 4 : Essai de Casagrande - limon argileux. Une demi-boîte recouverte.

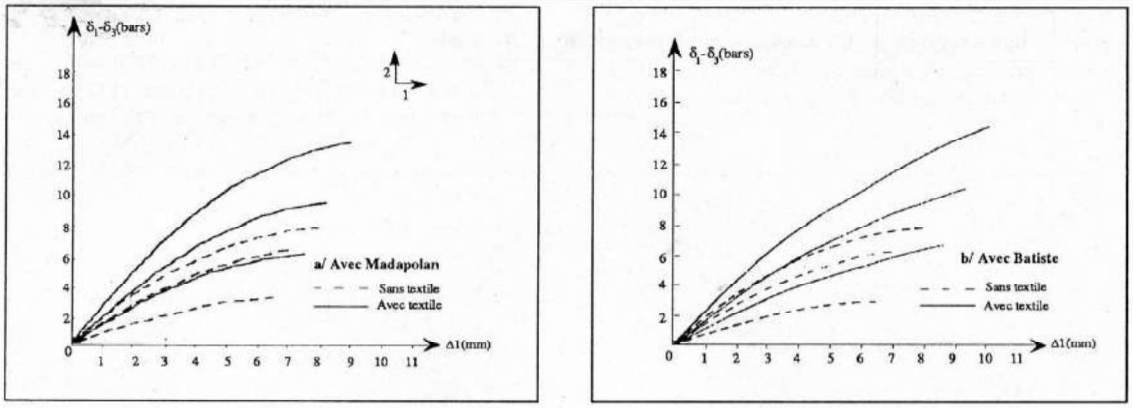


Figure 5 : Essai traxial - limon argileux. Eprouvette recouverte à moitié.

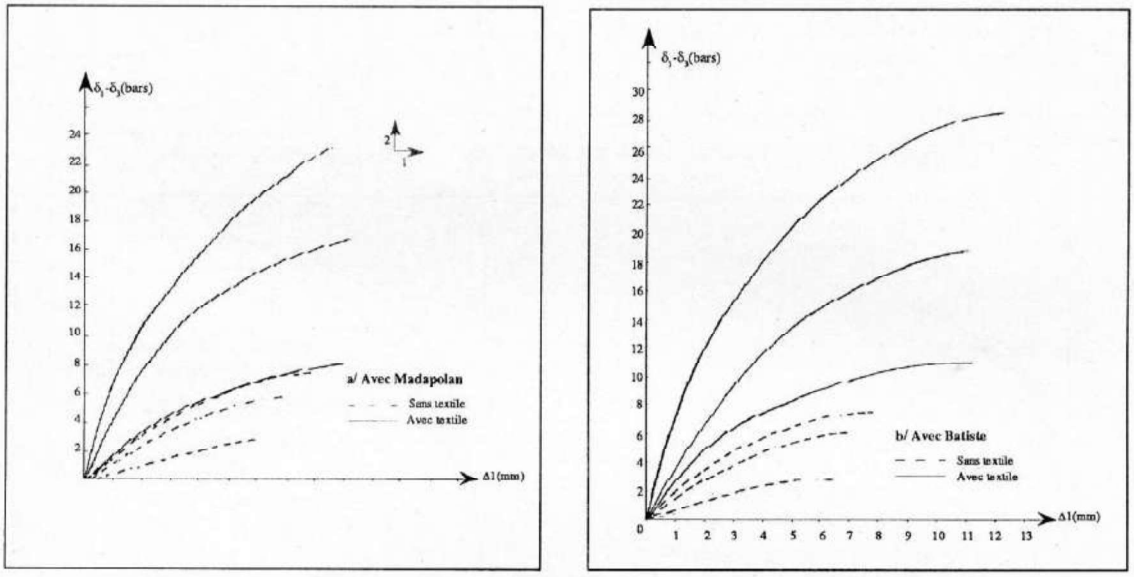


Figure 6 : Essai traxial - limon argileux. Eprouvette recouverte latéralement.

donc susceptibles de s'inscrire ou non entre les fibres, suivant leur dimension, le textile peut alors jouer le rôle de liant entre les grains ; ce qui se traduit par une cohésion apparente dans nos essais de cisaillement.

✔ L'observation des courbes d'essai effort-déformation permet de constater :
- la non présence du pic de résistance,
- le maintien de la résistance en palier en grandes déformations.

✔ Les résultats ainsi obtenus montrent clairement que l'inclusion d'un textile dans le sol améliore considérablement ses caractéristiques mécaniques et cela quelque soit le type de recouvrement.

- Dans le cas où le sol est recouvert sur les trois côtés pour la boîte de cisaillement et latéralement pour le triaxial, les grains sont de plus en plus en contact les uns contre les autres, par conséquent le frottement augmente.

- Dans le cas où le recouvrement s'est effectué à moitié (que cela soit pour l'essai à la boîte ou pour l'essai triaxial), la cohésion prend des valeurs plus grandes et cela est dû au fait que le textile joue le rôle de liant entre les grains.

- On remarque que pour le limon argileux et la sable limoneux, la meilleure façon de recouvrement est celle des trois côtés pour la boîte de cisaillement et celle de toute la surface latérale pour le triaxial ; le textile dans ce cas joue le rôle de conteneur.

Par contre pour le sable, le recouvrement à

Essais réalisés	Caractéristiques mécaniques	Limon argileux	Sable limoneux	sable
Boîte de cisaillement	C (bars)	0.6	0.5	0.2
	φ (degré)	19	25	35
Essai triaxial	C (bars)	0.6	0.5	0.3
	φ (degré)	22	26	35

Tableau 1 : Résultats des essais. Eprouvettes non recouvertes.

moitié donne de meilleurs résultats. De plus, à un niveau de déformation plus important, le textile s'opposera systématiquement à l'écoulement du sol et apportera un gain de résistance, ce qui confirme les résultats de Blivet et Gestin [1].

- La résistance mécanique obtenue pour le Batiste est plus importante que celle obtenue pour le Madapolan dans tous les cas de recouvrement ; ceci s'explique, d'une part, par les différentes structures des deux textiles (l'un en polyester, l'autre mélange coton-polyester), d'autre part le Batiste possède une surface plus rugueuse que le Madapolan.

7 CONCLUSION

Le renforcement par inclusion textile apporte de nouvelles solutions aux problèmes de génie civil. En effet, les études expérimentales menées ont souligné l'importance du paramètre de formabilité de cette inclusion, qui gouverne le comportement des sols renforcés. De plus, les résultats obtenus et décrits dans cet article montrent clairement que les propriétés mécaniques sont meilleures en présence de ces inclusions ❷

BIBLIOGRAPHIE

[1] J.C Blivet & F. Gestin : "*Etude de l'adhérence entre le phosphogypse et deux géotextiles*". C.R. Coll. Int. Renforcement des sols, Paris, 1979.

[2] J.C Blivet, H. Douillot & H. Perrier : "*Stabilisation d'un glissement de terrain par renforcement tout textile*". Revue générale des routes et aérodromes N°617, Mars 1985.

[3] P. Delmas : "*Ouvrages de soutènements renforcés par géotextiles*". Bulletin de liaison du laboratoire des Ponts et Chaussées N°153, 1988.

[4] Fascicules du Comité Français des géotextiles. Recommandations pour l'emploi des géotextiles dans le renforcement des ouvrages en terre, 1990.

	Naure du sol	Limon argileux				Sable limoneux				Sable			
Essais réalisés	Textiles de recouvrement	Batiste		Madapolan		Batiste		Madapolan		Batiste		Madapolan	
	Caract. du sol / Recouvrement	C_u (bars)	φ_u (degré)	C_u	φ_u	C_u	φ_u	C_u	φ_u	C_u	φ_u	C_u	φ_u
Boîte de cisaillement	De 3 côtés	0.78	53	0.60	52	0.60	31	0.70	27	0.35	38	0.45	33
	D'une demi-boîte	0.72	38	0.68	35	0.60	25	0.55	27	0.55	32	0.60	42
	Des deux demi-boîtes	0.76	42	0.72	37	0.55	27	0.60	27	0.52	36	0.40	35
Essai triaxial	De l'éprouvette latéralement	0.8	56	0.70	55	0.65	31	0.75	29	0.50	40	0.40	39
	De l'éprouvette à moitié	0.7	39	0.70	31	0.70	27	0.60	29	0.60	39	0.50	42

Tableau 2 : Résultats des essais. Eprouvettes recouvertes.