

# DRAINAGE PAR DRAINS GEOSYNTHETIQUES VERTICAUX DU PROJET DE L'AERODROME D'ALGER.

**KHELIFI Mossedek AFITEX ALGERIE.**

RESUME-Sur le projet d'extension de l'Aérodrome d'Alger l'étude prévoit une nouvelle zone terminale passagers, l'objectif de ce projet est de développer les infrastructures nécessaires à l'aéroport d'Alger pour satisfaire une demande de 10 Millions de passagers / année.

La campagne géologique-géotechnique de la zone du Projet a consisté en série d'investigation sur le site, (sondages, des essais pressiométriques et pénétromètre statique, et tous les analyses du Laboratoire).

Cette campagne nous a permis de constater que le sol le place de la zone du projet est formé généralement d'Argile très saturé, afin de permettre la consolidation adéquate du sol, il était nécessaire de procéder à une consolidation de cette argile par surcharge afin d'évacuer les eaux interstitielles contenues dans le sol.

Le procédé de consolidation naturel peut prendre de nombreux mois, voire même des années.

L'installation de drains verticaux peut augmenter radicalement la vitesse de consolidation et ainsi permettre de réduire l'échéancier des travaux de construction de plusieurs mois et donc minimiser les coûts du projet.

Le drain vertical est un géocomposite de drainage destiné à la consolidation des sols et est enfoncé verticalement dans le sol et conçu pour assurer une continuité drainante. Il est constitué d'une structure alvéolaire thermoformée en Polyéthylène, entourée par un filtre géotextile en polypropylène, fonctionnant selon le principe de la capillarité, ces drains agissent à titre de canal préférentiel pour évacuer l'eau vers la surface du sol, où elle peut être captée et évacuée au pourtour du site de consolidation. La capacité d'évacuation d'eau de ces drains peut dépasser la capacité hydraulique de colonnes de sable de 150 mm de diamètre.

L'installation de ce type de drains peut atteindre quelques dizaines de mètres de profondeur selon la géologie spécifique du sol rencontré. Selon le type de sol présent en surface..

## 1. INTRODUCTION

Le projet consiste en la réalisation d'un nouveau terminal passagers afin d'augmenté le trafic pour satisfaire une demande de 10 Millions de passagers /année. (figure 1 et 2)

Figure 1 : Image en 3 D du Nouveau Terminal



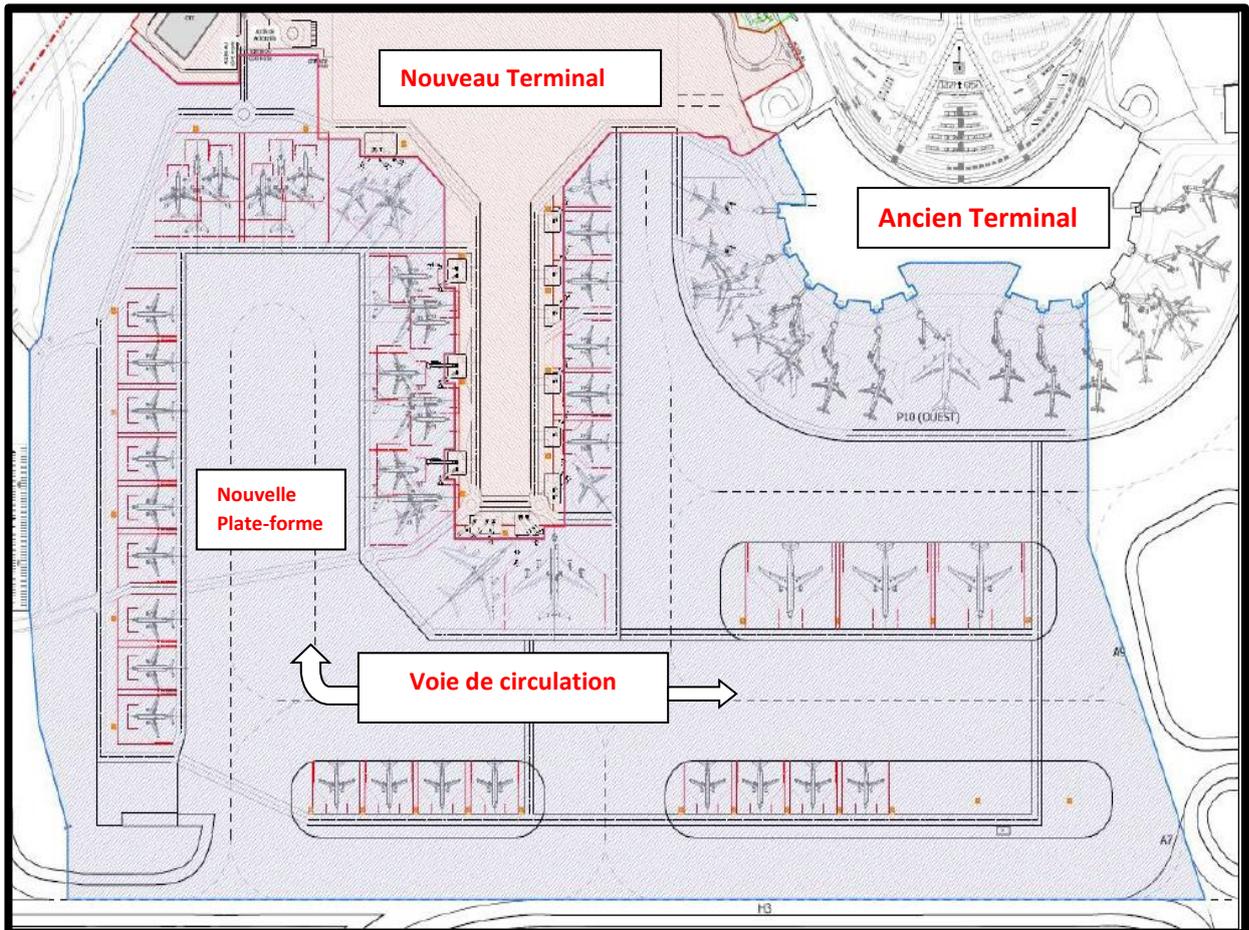
Pour atteindre cette objectif il a été conçu un ensemble d'infrastructures qui répondre à cette demande ces actions ont été divisées en trois Lots :

Lot N°01 : Développement d'une nouvelle zone terminale passagère conçue essentiellement pour un trafic international.

Lot N°02 : Développement d'un nouveau système d'accès et parking au rez-de-chaussée servant ce terminal.

Lot N°03 : Développement coté piste pour accès avec le nouveau bâtiment terminal.

Figure 2 : Vue en Plan du Nouveau Terminal



## 2. LE CONTEXTE GEOLOGIQUE ET GEOTECHNIQUE

Les investigations géologique géotechnique (figure 3) ont révélés que le site du projet est caractérisé par une zone de sols cohésifs, principalement argileux constitué d'un substrat ferme « argile jaune raide en profondeur, et qui en surface se trouve couverte partiellement par de l'argile grise molle».

Le niveau de l'eau souterraine selon la campagne géotechnique réalisé durant la période hivernale est situé d'une manière générale à une profondeur comprise entre 3 et 13 m.

Tous ses paramètres, confirme que la zone du nouveau Terminal est un site géologiquement sensible, avec prédominance de sols cohésifs, principalement argileux très compressibles.

Figure 3. Coupe Géotechnique et Légende

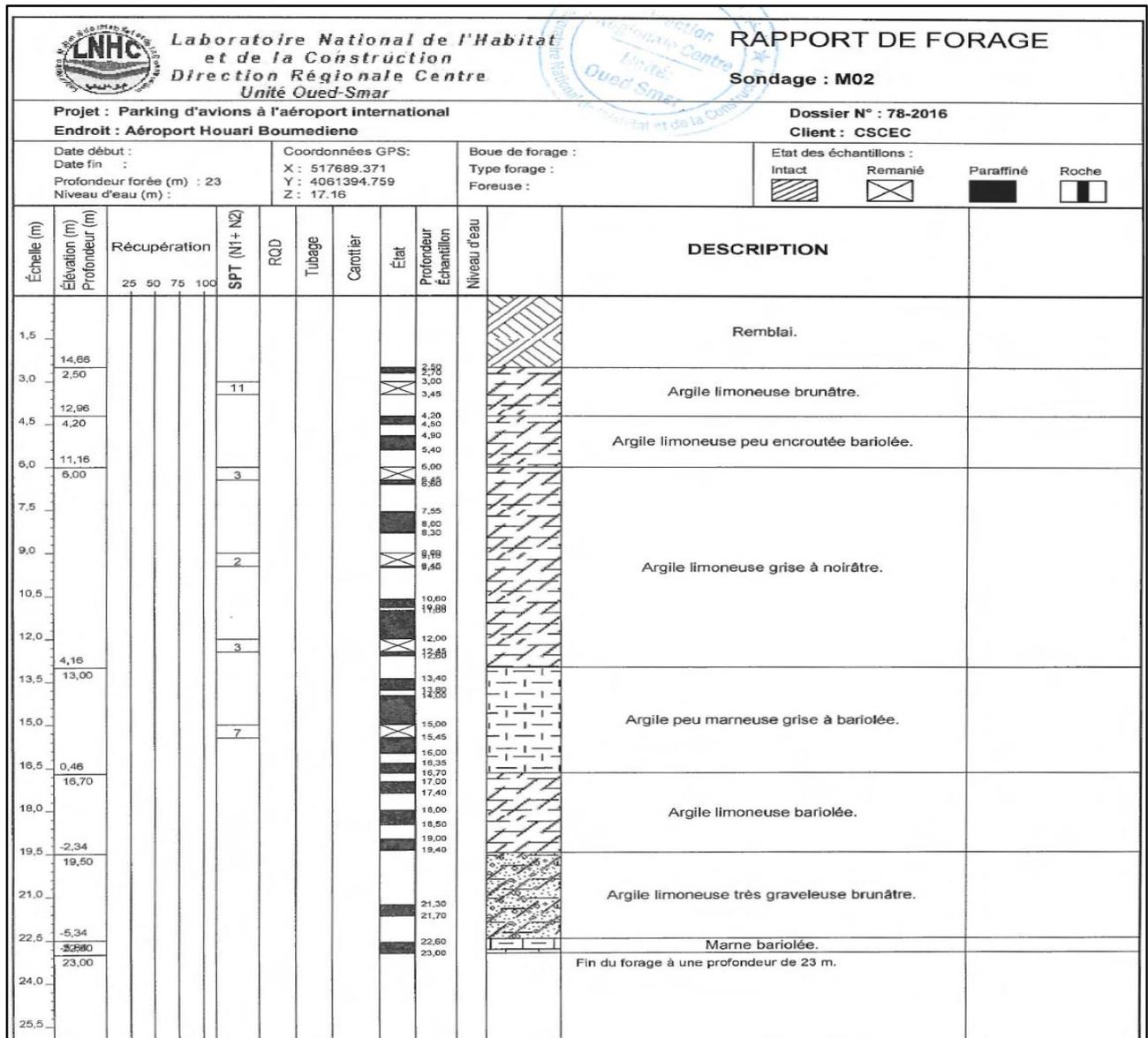


Figure 4 : Echantillon de forage



Tableau 1. Résumé des paramètres Géotechniques de calcul

Unité géotechnique	LL	PI	Y	Non drainé		drainé					Perméabilité ky (m/s)	
				Cu (kN/m <sup>2</sup> )	Eu (kN/m <sup>1</sup> )	C (kN/m <sup>2</sup> )	Ø	E (kN/m <sup>2</sup> )	Eedo (kN/m <sup>2</sup> )	Cc		
Remblai compacte			20	-		10	32					10 <sup>-6</sup>
Argile gris molle	36-71 (53)	20-53 (37)	19	45	20.250	10	13	6.750	9.090	0.2-0.5 0,39		10 <sup>-8</sup> -10 <sup>-7</sup>
Argile jaune raide	31-78	17-53 (31)	20	150 (150+nz)	67.500	50	28	22.500	30.300	0,07-0,28		10 <sup>-8</sup> -10 <sup>-7</sup>

LL = limite liquide.

PI = indice de plasticité.

Y = densité.

Cu: résistance au cisaillement non drainé.

Eu = module de déformation non drainé

Ø = angle de frottement interne drainé.

C = cohésion drainé.

E = module de déformation drainé.

Eedo = module cedométrique.

Ce = Indice de compression.

ky = perméabilité verticale.

### 3. LA SOLUTION PRECONISEE

Les travaux de terrassement et selon l'investigation géotechnique la zone du projet est formé généralement par des argiles très saturés, d'où la nécessité de procéder à la consolidation de cette argile par surcharge afin d'évacuer les eaux interstitielles contenues dans le sol.

La solution arrêtée pour cette problématique est l'installation des drains verticaux, sur toute la zone du projet la profondeur des drains verticaux varié entre (06 m à 18 m), avec un maillage de (2.50 m / 2.50 m).

#### 3.1 Les Phases des travaux de terrassement :

3.1.1. Les travaux d'excavation sur une épaisseur moyenne de 02 m selon la topographie du terrain.

3.1.2. Mise en place du Géotextile de séparation et filtration de masse surfacique de 200 g / m<sup>2</sup>

3.1.3. Réalisation de la couche drainante en matériaux granulaires Gravier type (3/8 et 8/15) épaisseur 0,50 m

3.1.4. Opération fonçage des Drains verticaux profondeur variable de (06 m à 18 m)

3.1.5 Couverture de la couche drainante par un géotextile anti-contaminant de masse surfacique de 200 g / m<sup>2</sup>

3.1.6. Réalisation de la PST (Partie Supérieure de Terrassement) sur une épaisseur de 1,50 m

7. Réalisation des chaussées (Aéronautique – Non Aéronautique)

### 3.2 Mise en place du Géotextile de séparation et filtration 200 g/m<sup>2</sup>

Après l'opération d'excavation et préparation du sol support, nous avons procédé à la mise en place d'un géotextile de séparation et filtration entre le sol support et la couche drainante (figure 5), le géotextile de masse surfacique de 200 g/m<sup>2</sup> a été choisi par ses caractéristiques hydrauliques (perméabilité, ouverture de filtration) voir tableau 2.

Tableau 2 Caractéristiques du Géotextile

Propriétés	unités	Norme	Géotextile 200 g/m <sup>2</sup>	
Epaisseur sous 2 Kpa	mm	EN ISO 9863-1	1.00	
Résistance à la traction				
	SP	KN/m	EN ISO 10319	13
	ST	KN/m		16
Résistance au poinçonnement CBR	KN	EN ISO 12236	2.10	
Perméabilité normal au plan	m/sec	EN ISO 11058	0.050	
Ouverture de filtration	µm	EN ISO 12956	70	

Figure 5 : Mise en place Géotextile



### 3.3 Mise en œuvre de la Couche Drainante

Sur le Géotextile il a été procédé à la mise en œuvre de la couche drainante en matériaux granulaire en gravier (3/8 et 8/15) d'une épaisseur de 0,50 m illustré dans la figure 6.

Figure 6 : Mise en œuvre de la couche drainante



### 3.4 Opération de Fonçage des Drain Verticaux

Les Drains verticaux ont été réalisés à une profondeur de fichage variable (06 à 18 mètre) l'objectif est de dépasser la couche d'argile grise-molle, le maillage calculé est de 2,50 x 2,50 m.

### 3.5 Définition des Drains verticaux

Les Drains verticaux sont des géo composites de drainage destiné à la consolidation des sols est enfoncé verticalement dans le sol et est conçu pour assurer une continuité drainante .Il est constitué d'une structure alvéolaire thermoformée en Polyéthylène, entourée par un filtre géotextile en polypropylène, fonctionnant selon le principe de la capillarité, ces drains agissent à titre de canal préférentiel pour évacuer l'eau vers la surface du sol, où elle peut être captée et évacuée au pourtour du site de consolidation. La capacité d'évacuation d'eau de ces drains peut dépasser la capacité hydraulique de colonnes de sable de 150 mm de diamètre. L'installation de ce type de drains peut atteindre quelques dizaines de mètres de profondeur selon la géologie spécifique du sol rencontré. Selon le type de sol présent en surface, un perçage effectué à l'aide d'une terrière est requis (Figure 7).

Figure 7 : Rouleaux Drains Verticaux



Tableau 3 Comparatif des caractéristiques du drain vertical entre le cahier des charges et le produit proposé.

Caractéristiques	Cahier des charges	AFITEX DV 5000	Tolérance drainage
La largeur de l'âme des drains plats. (mm)	100	95	+ /-10 %
Epaisseur (mm)	De 2 à 10 mm	05	-
Résistance à la traction du filtre selon EN ISO 10319 en KN	>1.5	Traction totale 21.3	-13 %
Déformation	<10 %	<10 %	< 20 %
Résistance à la traction du filtre selon EN ISO 10319 en KN/m	>6	Traction totale 21.3	- 13 %
Résistance à la traction des joints/coutures EN ISO 10319 en KN/m	>1	Traction totale 21.3	- 13 %
perméabilité normale au plan EN ISO 11058 m/s	> 0.001	0.05	- 30 %
Ouverture de filtration EN ISO 12956 µm	80	79	+/- 30 %
Capacité de débit dans le plan selon EN ISO 12958 m <sup>2</sup> / s	Non indiquée	8.10-4 m <sup>2</sup> /s	-30 %
Durabilité des drains	> 5 ANS	10 ans	-
Drains conforme à NF EN 15237	oui	oui	-

Le produit est un géo composite de drainage destiné à la consolidation des sols. Il est enfoncé verticalement dans le sol et est conçu pour assurer une continuité drainante.

Il est constitué d'une structure alvéolaire thermoformée en Polyéthylène, entourée par un filtre géotextile en polypropylène. Produit utilisé au niveau de la nouvelle zone Terminal ouest, Aéroport d'Alger ( figure 8)

Figure 8 : Mise en œuvre des Drain Verticaux



### 3.6 Le Principe du Drainage Vertical

La consolidation de sols à l'aide de drains verticaux est appliquée aux sols compressibles et saturés d'eau, du type argileux ou limoneux. Lors du chargement d'un remblai routier ou d'une digue par exemple des tassements de consolidation importants sont envisageables.

Lors de la mise en œuvre de remblai sur sol à fortes teneurs en eau, des tassements importants sont prévisibles.

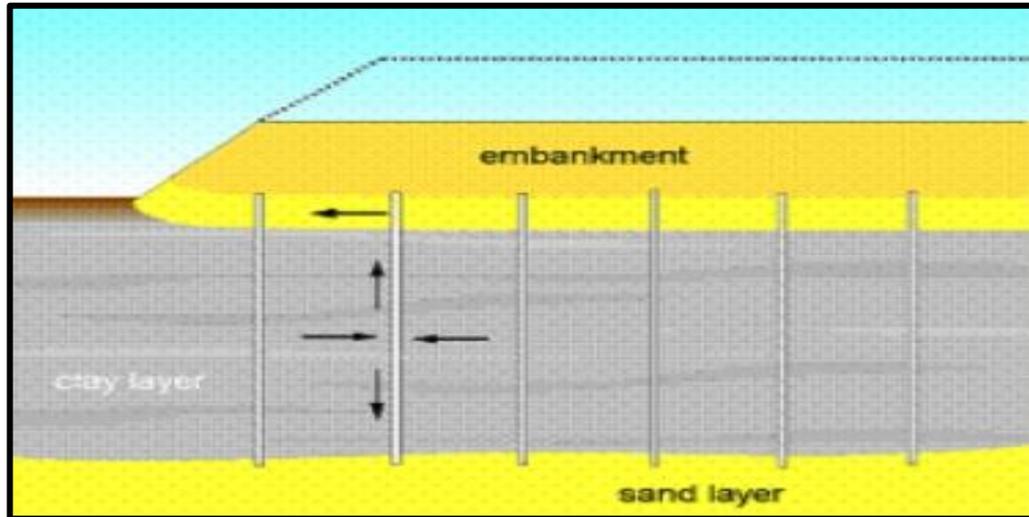
L'importance de ces tassements, ainsi que la durée consolidation, dépendent des caractéristiques géotechniques des sols en place. La contrainte amenée par le remblai entraîne une mise en pression de l'eau interstitielle.

La durée du tassement dépend essentiellement de la durée d'évacuation de cette eau. Dans le cas de sols à faibles perméabilités (type argile ou limon), on peut accélérer les durées de consolidation par la mise en place d'un drainage vertical.

Accélération de la consolidation par drainage vertical pour accélérer le temps de consolidation d'un sol, il faut diminuer le temps d'évacuation de l'eau interstitielle, et donc raccourcir le chemin parcouru par cette eau. Cela est réalisé par l'installation de drains verticaux synthétiques régulièrement foncés dans le sol selon un maillage prédéterminé. Sous la pression du chargement, l'eau s'écoule vers les drains les plus proches et remonte à la surface.

A l'aide des drains verticaux la durée de consolidation peut passer de plusieurs années à quelques mois. Un procédé de mise sous vide permet d'accélérer l'évacuation de l'eau verticalement, en substitution des contraintes de chargement amenées par un remblai (figure 9).

Figure 9 : le Principe du drainage vertical



Domaines d'applications de l'accélération de consolidation de sols :

- Construction d'autoroutes, chemins de fer, aéroports et digues
- Réhabilitation de zones inondées
- Construction des ports

### 3.7 Opération de suivi et contrôle des Tassement

Préalablement à la réalisation du remblai, une instrumentation comprenant un dispositif de mesure de tassement des sols.

Cette instrumentation a pour but de suivre le comportement du remblai pendant la construction et d'affiner les hypothèses de dimensionnement des fondations profondes.,(figure 10).

Figure 10. Les instrumentations mesures de tassements.



Les mesures sont données sur le tableau ci-dessous :

Tableau 4. Les Valeurs de tassement en mm durant 90 Jours

<b>N° du point</b>	<b>15 Jours</b>	<b>30 Jours</b>	<b>45 Jours</b>	<b>60 Jours</b>	<b>75 Jours</b>	<b>90 Jours</b>
01	30	42	48	54	54	54
02	34	43	51	60	60	60
03	32	57	62	70	70	70
04	45	47	50	58	58	58
05	48	50	50	52	52	52
06	51	51	53	55	55	55
07	51	51	51	52	52	52
08	47	52	52	55	55	55
09	59	63	63	65	65	65
10	43	43	43	43	43	43
11	27	27	31	32	32	32
12	39	39	39	42	42	42
13	30	32	32	35	35	35
14	33	34	35	37	38	38
15	32	33	33	33	33	33
16	61	61	63	64	64	64
17	44	44	44	50	50	50

#### 4. CONCLUSION

Les avantages de l'utilisation des Drains Verticaux, se résumes dans les points suivants :

- ✓ Accélère la consolidation des sols compressibles
- ✓ Renforce le sol sous-jacent avant d'accueillir des charges
- ✓ Limite les tassements secondaires

#### REFERENCES

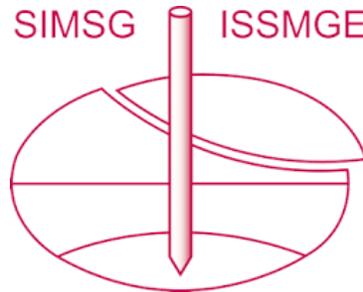
norme EN 15327(mai 2007) Exécution des travaux géotechniques spéciaux - Drains verticaux

Premiers travaux - Installation des drains verticaux, préparé par L'Autorité du pont Windsor-Détroit, mars 2016

École nationale des travaux publics Année 2009-2010

*Mastère Génie Civil Européen Géotechnique* Remblais sur sols compressibles

# INTERNATIONAL SOCIETY FOR SOIL MECHANICS AND GEOTECHNICAL ENGINEERING



*This paper was downloaded from the Online Library of the International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE). The library is available here:*

<https://www.issmge.org/publications/online-library>

*This is an open-access database that archives thousands of papers published under the Auspices of the ISSMGE and maintained by the Innovation and Development Committee of ISSMGE.*

*The paper was published in the proceedings of the 18th African Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering and was edited by Abdelmalek Bekkouche. The conference was held from October 6<sup>th</sup> to October 9<sup>th</sup> 2024 in Algiers, Algeria.*