

TRAITEMENT ELECTROKINETIQUE DES SOLS ARGILEUX

Faiza, KLOUCHE¹, Karim BENDANI¹, Hanifi MISSOUM¹, Nadia LAREDJ¹

¹ Laboratoire de Construction Transport et Protection de l'Environnement (LCTPE)
Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, BP 227 Route de Belahcel, 27000
Mostaganem-Algérie

Klouche.gc@gmail.com

Reçu le : 17/06/2017

Accepté le : 20/10/2017

Résumé :

Actuellement, la protection environnementale des sols, est une des préoccupations majeures des spécialistes du géo-environnement. Dans ce cadre, nous tenterons d'étudier la cinétique des polluants dans les sols fins, sous l'influence de plusieurs types de modes de transferts, notamment : hydrique, chimique et électrique. Le sol étudié est une argile locale, prélevée dans la zone d'Ain Nouissy (Wilaya de Mostaganem).

En première phase, le premier objectif est d'investiguer la performance du courant électrique continu sous une faible différence de potentielle (0 - 45 Volts) sur le transfert de l'eau et d'analyser l'amélioration mécanique du sol, via la consolidation. Ensuite, étudier la mobilité des ions libres (solutés) dans le sol, en y associant toujours un courant électrique pour mieux connaître l'avantage de ce dernier, dans l'extraction des contaminants en deuxième phase.

La quantification de l'interaction entre les différents types de phénomènes de transferts est essentielle pour optimiser leurs emplois à des fins pratiques.

Mots clés: traitement/ électrocinétique/ argile/ polluants/ courant continu.

Abstract:

At present, environmental protection of soils is one of the major concerns of geo-environment specialists. In this context, we will attempt to study the kinetics of pollutants in fine soils, under the influence of several types of transfer modes, in particular water, chemical and electrical. The studied soil is a local clay, taken from the area of Ain Nouissy (Wilaya of Mostaganem). In the first phase, the first objective is to investigate the performance of the continuous electric current under a small potential difference (0 - 45 Volts) on the transfer of water and to analyze the mechanical improvement of the

soil, via consolidation. Then, study the mobility of free ions (solutes) in the soil, always associating an electric current to better know the advantage of the latter, in the extraction of contaminants in the second phase.

The quantification of the interaction between the different types of transfer phenomena is essential for optimizing their jobs for practical purposes.

Keywords: *Electrokinetic/treatment / clay/pollutants/ Direct Current.*

1. Introduction :

La technologie électrocinétique, qui est une méthode alternative aux méthodes conventionnelles d'amélioration du sol, implique la stabilisation électrochimique par l'électro-osmose dans les sols à grains fins. Cette méthode a été choisie dans cette étude parce qu'elle est rentable, applicable aux tests, in situ et ex situ, à installation rapide et facile à utiliser. Il possède un fonctionnement silencieux, ayant une durée de traitement relativement courte et peut être mise en œuvre en laboratoire. L'utilisation du traitement électrocinétique, qui est une méthode relativement nouvelle, est et actuellement étudiée dans plusieurs pays, comme méthode viable de stabilisation et de traitement in situ des sols [1,2].

Le traitement électrocinétique inclue trois processus : l'électro-osmose ; l'électro-migration et l'électro-phorèse [3,4,5,6]. Dans le processus électro-osmotique, il y aura un écoulement d'eau sous l'effet de l'application d'un courant électrique. Ce processus

contribue au drainage de l'eau présente dans le sol et par la suite la consolidation du sol. Dans le second processus qui est l'électromigration, il y aura une migration des ions injectés lors du traitement ce qui va permettre une stabilisation efficace et homogène du sol et ceci par la diffusion des agents stabilisants au sein du sol à améliorer. Le processus électrochimique dépend de plusieurs paramètres tels que la concentration et la mobilité des ions, la différence de tension et la viscosité de l'eau interstitielle. L'électromigration est plus efficace que l'électro-osmose concernant la diffusion des agents stabilisants à travers le sol à cause de sa grande vitesse [7,8].

Le troisième processus c'est l'électrophorèse qui est la migration des particules colloïdales chargées (telles que des particules d'argile minérale) dans une suspension sol-eau. L'électrophorèse n'a pas d'importance pratique dans les systèmes de sol, étant donné que le sol est limité par le mouvement.

Dans notre étude, des recherches sont effectuées à l'échelle de laboratoire pour identifier les effets du traitement électro-osmotique sur les caractéristiques physiques et chimiques d'une

argile de la région de Ain Nouissy - Mostaganem. Les objectifs tracés dans ce programme sont : la détermination des caractéristiques mécaniques, géotechniques et électriques du sol avant traitement.

2. Description du sol :

L'expérience a été réalisée sur un sol argileux de la région de Ain Nouissy – Mostaganem. Les propriétés physiques et chimiques de ce sol, sont énumérées dans les tableaux 1 et 2.

Tableau 1: Propriétés physiques du sol argileux de Ain Nouissy (Mostaganem)

Caractéristiques du sol	Limite de liquidité %	Limite de plasticité %	Indice de plasticité %	Valeur VBS	Densité humide KN/m ³	Densité sèche KN/m ³
	42.79	22.1	20.69	2.83	15.0	17.4

Tableau 2: Composition chimique du sol argileux de Ain Nouissy (Mostaganem)

Elément chimique	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Mgo	SO ₃	K ₂ O
Pourcentage	46.71	11.09	4.73	13.86	2.68	0.07	1.87



%							
Elément chimique	Na ₂ O	Cl	P ₂ O ₅	TiO ₂	Mn ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	PAF
Pourcentage %	0.11	0.01	0.17	0.55	0.07	0.03	17.93

3. Cellule expérimentale :

Les expériences de tests électrocinétiques ont été menées dans une cellule en verre de 8mm d'épaisseur, ayant une forme de parallélépipède ouvert vers le haut.

Le bac en question, a les dimensions suivantes : longueur 0,70 m, largeur 0,20 m et hauteur 0,25 m. A l'intérieur de cette cellule, deux électrodes ont été introduites d'un diamètre de 22mm chacune.

La figure 1 montre la cellule du traitement de notre argile, conçue au sein de notre laboratoire LCTPE.



Fig. 1 : Cellule du traitement électrocinétique

4. Procédure expérimentale :

Une quantité spécifique de notre sol (17 kg) a été mélangée avec de l'eau distillée pour obtenir une teneur en eau de 5% au-dessus de la limite de liquidité. Le sol est mixé pendant une durée moyenne d'une heure, jusqu'à l'obtention d'une pâte lisse homogène. Le sol expérimental a ensuite été déversé dans le bac, par couches successives et compactées, afin d'éliminer les bulles d'air. Ensuite, deux tubes creux en cuivre ont été introduits dans la cellule, à 2 cm des extrémités de la longueur du bac, pour servir d'électrodes.

Les cables de distribution de puissance ont été fixés aux électrodes et connectés à l'alimentation en courant continu, fournissant une tension totale de 15, 25, 30 et 45 Volts

5. Résultats et discussion :

Les différents profils de tension à 15, 25, 30 et 45 Volts du sol d'argile de la région de Ain Nouissy (Mostaganem) à des moments différents, ont été mesurés par des sondes situées au fond de l'échantillon.

La figure 2 montre les résultats de chutes de tensions pour chacun des différents voltages, tout le long de l'échantillon (de 0 à 65 cm). Pour celà, on peut en déduire que plus le voltage choisi est élevé, plus la chute de tension est élevée.

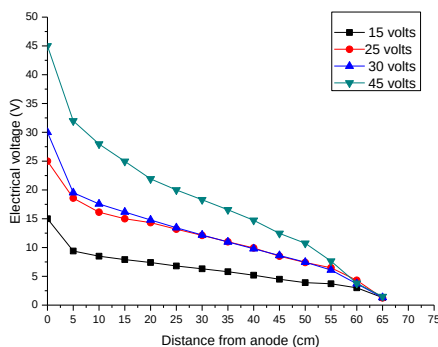


Fig. 2 : Profil de la chute de tension à la fin de chaque essai pour différentes tensions de 15 à 45 Volts

Le volume d'eau cumulé a été produit, en mesurant le volume accumulé dans la région de la cathode, pendant l'essai. Comme le

montre la figure 3, le flux électro-osmotique augmente avec le temps pour tous les tests (à savoir, 24, 48, 72 et 96 heures).

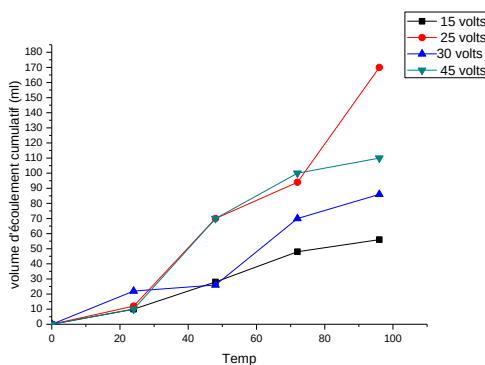


Fig. 3: Variation du volume d'écoulement électro-osmotique cumulatif en fonction du temps

6. Teneur en eau :

Après chacun des essais (15, 25, 30 et 45 volts), les échantillons de sol sont sélectionnés, à partir de différentes positions (anode – milieu – cathode) pour les tests de teneur en eau. Les résultats ainsi déterminés, sont présentés dans la figure 4.

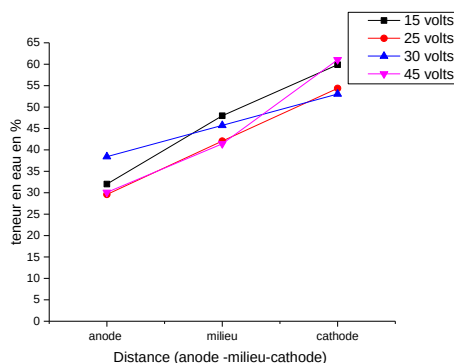


Fig. 4: Résultats de la teneur en eau (anode – milieu – cathode)

7. Conclusion :

Cet article présente quelques résultats de laboratoire (LCTPE) d'une étude menée pour étudier les effets hydrique et électrique du traitement électrocinétique d'une argile locale d'Ain Nouissy (Mostaganem), soumis à un gradient de tension prédéterminé de 0 à 45 Volts.

Le traitement électrocinétique est considéré comme une technique innovante d'amélioration des sols fins, sous l'application d'un courant électrique. Dans notre recherche, on s'intéresse particulièrement à l'étude de la performance du

traitement électro-osmotique, dans le but d'améliorer et traiter les sols fins à forte teneur en argile.

Bibliographie

[1] Acar .Y.B, Alshawabkeh. A.N, Electrokinetic remediation. I: Pilot-Scale tests with Lead-Spiked Kaolinite. J Geotech Eng. 122 (1996) 173-185.

[2] Lee. SW, Lo. KY, Shang. JQ, Micic. S, Lee. YN, Electrokinetic strengthening of a marine sediment using intermittent current. Canadian Geotechnical Journal.38 (2001) 287-302.

[3] Abdullah. W.S, Physico-Chemical Picture and Interpretation of Swell Potential of Expansive Soils and Methods of Stabilization, Proceedings of the International Conference on Problematic Soils 1, Trent University, Nottingham, U.K, 2003, pp. 145–152

[4] Micic. S, Shang. J.Q, Lo. K.Y, Electrokinetic strengthening of marine clay adjacent to offshore foundations. Int. J. Offshore Polar Eng. 12 (1) (2002) 64–73.

[5] J.K. Mitchell, and K. Soga, Fundamentals of Soil Behavior. John Wiley and Sons, New Jersey ,2005, 577p.



-
- [6] Malekzadeh. M, Lovisa. J, Sivakugan. N, An Overview of Electrokinetic Consolidation of Soils, Geotechnical and Geological Engineering. 34(3) (2016) 759-776.
- [7] Jacobs.R.A, Probst.R.F, Two-dimensional modeling of electroremediation. AIChE Journal 42 (1992) 1685–1696.
- [8] Abdullah. W.S, Bidimensional swell effect on accuracy of footing heave prediction. ASTM Geotechnical Testing Journal 25 (2002) 177–186.