
PLAN DE COURS : TRAITEMENT DES SOLS

« Réalisé dans le cadre de la formation des enseignants
nouvellement recrutés 2018-2019 »

Dr. Gadouri Hamid

24/03/2019

Table des matières

1. Informations sur le cours	3
2. Présentation du cours	3
3. Contenu	3
4. Pré-requis	3
5. Visée d'apprentissage	3
6. Modalité d'évaluation des apprentissages	4
7. Activités d'enseignement-apprentissage	5
8. Alignement pédagogique	6
9. Modalité de fonctionnement	6
10. Ressources d'aide	6

1. Informations sur le cours

Faculté : Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre

Département : Sciences de la Terre

Public cible : M2-Géotechnique (Semestre 3)

Crédit : 1

Coefficient : 1

Intitulé du cours : Traitement des sols

Volume horaire du cours : 45 heures

Horaire : Dimanche de 11h00min jusqu'à 14h00min

Salle : Salle 08

Enseignant : Dr. GADOURI Hamid

Contact : hamid.gadouri@univ-dbkcm.dz

2. Présentation du cours

Ce cours intitulé « Traitement des sols » consiste à transmettre à l'étudiant la conduite à tenir pour pouvoir résoudre les problèmes d'instabilités causés par les sols médiocres (ou par d'autres facteurs) à travers le choix convenable d'une technique de traitement qui doit aussi être simple, économique et durable.

3. Contenu

Ce cours est destiné aux étudiants du M2-Géotechnique. Il comporte un ensemble des connaissances théoriques et pratiques qui permettent à l'étudiant de résoudre les problèmes liés aux sols instables à travers du choix d'une technique de traitement appropriée ou d'une méthode de renforcement adéquate. Le contenu détaillé de ce cours a été résumé dans la carte conceptuelle ou la carte mentale ci-dessous (Fig. 1).

4. Pré-Requis

Pour pouvoir suivre ce module, l'étudiant a besoin d'avoir des notions et des connaissances de base sur :

- La mécanique des sols et des roches ;
- La géologie appliquée ;
- Les causes principales de pathologies des sols.

5. Visées d'apprentissage

Les objectifs généraux de ce cours est de mettre à la disposition du futur ingénieur géotechnicien, tous les outils et toutes les techniques de traitement et de renforcement des sols à problème. Voici les thèmes qui seront abordés lors de ces deux chapitres :

- Les objectifs du traitement ou du renforcement d'un sol ;

Traitement des sols

- Les différentes techniques de traitement des sols ;
- Le choix de la technique de traitement convenablement ;
- L'aspect économique et technique en matière du traitement des sols ;
- Comprendre le principe de chaque méthode d'amélioration et également leur objectifs ;
- Savoir les avantages et les inconvénients de chaque méthode d'amélioration ;
- Connaître les limites d'utilisation et les domaines d'application de chaque méthode d'amélioration ;
- Interpréter et analyser les différents résultats issus des méthodes d'amélioration.

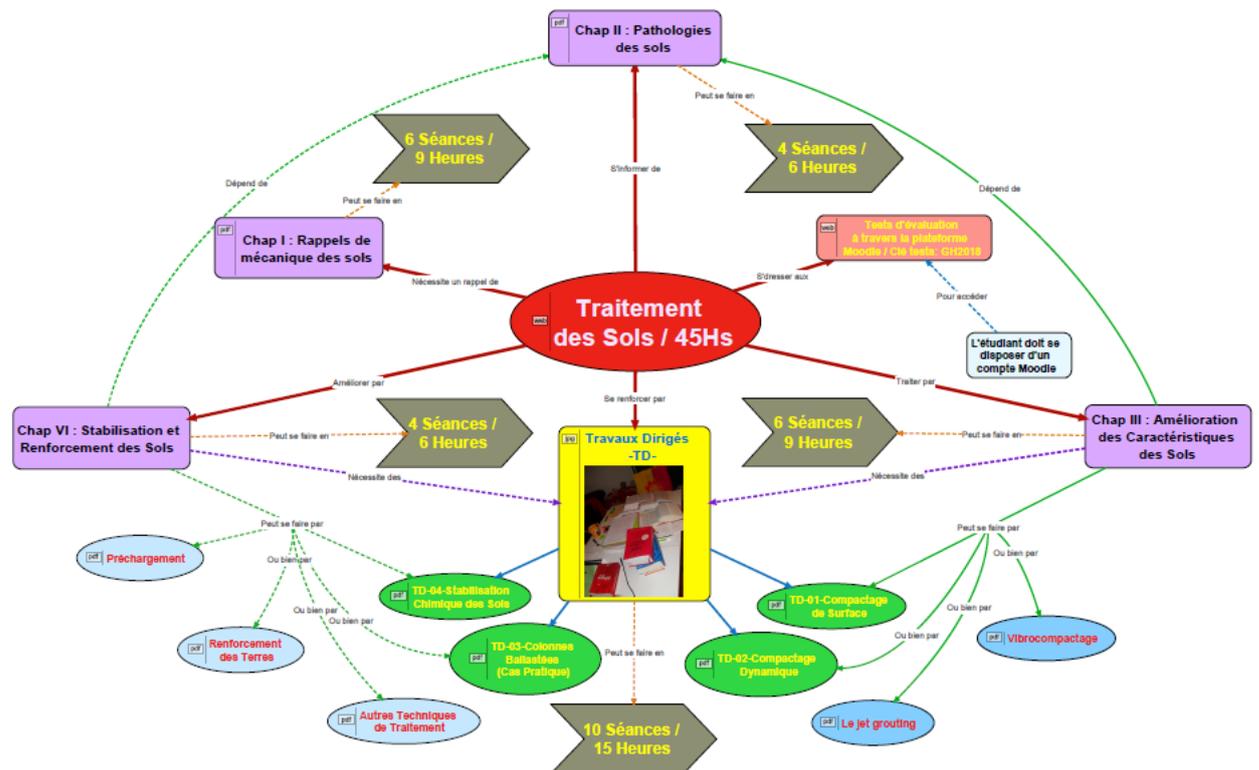


Fig. 1 – Carte conceptuelle (CC) ou la carte mentale (CM) résumant le contenu de présent cours.

6. Modalités d'évaluation des apprentissages

L'évaluation finale de ce module se fait à la base d'une évaluation continue et régulière (40%) et d'examen (60%). Donc l'enseignant divise cette note sur 2 parties :

- Note TD (40%)** : Elle est subdivisée en trois parties à savoir : Note d'assiduité et de présence qui est basée sur la participation des étudiants au cours du semestre (15%), Note de devoirs, tests et quiz (25%) et la Note d'interrogation (60%) ;
- Note d'examen (60%)** : cette note est basée sur un examen écrit final sur tout le contenu de la matière enseignée durant le semestre.

Traitement des sols

Tableau 1 : Evaluations envisagées pendant le semestre 3 pour les M2-Géotechnique.

Type d'évaluation	Période de l'évaluation	Modalité d'évaluation		Objectifs de l'évaluation
Diagnostique	Au début du cours	Test des pré-requis	Quiz en ligne	Pour tester les connaissances préalables des étudiants permettant le bon suivi du cours et pour une orientation en cas d'échec.
Formative	Pendant le semestre	Activités d'apprentissage	Questions orales, exercice d'application et quiz en ligne	Pour fournir des connaissances nécessaires sur les différentes méthodes de traitement des sols.
Sommative	Pendant le semestre	Activités d'apprentissage	Interrogations, TP, projet individuel et projet collectif	Pour vous préparer à l'examen final, développer votre autonomie et vous préparer à la réalisation d'un grand projet qui sera collectif et aussi de développer vos aspects professionnels.
Certificative	A la fin de semestre	Examen sur table et test individuel	Exercices et Questions de cours	Pour la prise de décision quant à la validation du cursus. La note de l'examen TP intervient dans le calcul de la note finale du TP

La note finale de la matière est calculée par la formule :

$$\text{Note Finale} = \text{Note TD (40\%)} + \text{Note D'examen (60\%)}$$

NB : La note finale qui assurera la réussite de ce cours doit être supérieure ou égale à 10

7. Activités d'enseignement-apprentissage

Les activités d'enseignement-apprentissage de ce cours est basée beaucoup plus sur le présentiel qui compte sur :

- Les savoirs et les connaissances sont transmis à travers le cours, au même temps l'enseignant doit insister sur des rappels essentiels du chapitre et le simplifier le maximum possible pour aller directement au but. A leurs tours les étudiants doivent prendre des notes qui vont leur servir à maîtriser les concepts indispensables à la réussite du choix de la méthode de traitement la plus appropriée ;
- Les étudiants sont invités à participer à des débats, initiés par des questions posées pendant la séance du cours dont le but est de développer des échanges entre eux ;
- Les étudiants sont invités à participer librement à ces débats en proposant des réponses aux questions posées afin de mobiliser leurs connaissances sur l'importance de ces méthodes de traitement et de renforcement des sols instables ;
- Des devoirs à rendre et des exposés à faire par les étudiants durant le semestre « chaque quinzaine » dont le but est de vérifier leurs capacités à mobiliser les savoirs dans la maîtrise du choix des méthodes de traitement convenablement.

8. Alignement pédagogique

La compétence visée repose sur les trois piliers : savoir ; savoir-faire et savoir être :

- La méthode d'apprentissage par transmission est la méthode la plus efficace pour que les étudiants puissent emmagasiner des connaissances sur les différentes méthodes de traitement des sols ;
- l'enseignant doit tester les connaissances et la compréhension des étudiants sur l'utilité des techniques de traitement et de renforcement des sols dans le domaine de génie civil en général.

9. Modalités de fonctionnement

Le cours est organisé en :

- Une partie de chaque séance est théorique. Elle se base sur la transmission des définitions de bases en se basant sur plusieurs sources bibliographiques (livres, thèses, articles, photocopiés, site web...etc.
- Le déroulement de ces cours est complété par des séances de travaux dirigés qui permettent aux étudiants d'appliquer les connaissances acquises sur des projets de génie civil.

10. Ressources d'aide

- [1] Magnan J.P., (2010). L'amélioration et le renforcement des sols, Géotechnique 1, École Nationale des Ponts et Chaussées.
- [2] Debats, J.M., (2012). Descriptifs des procédés d'amélioration et renforcement de sol, Procédés d'amélioration et de renforcement de sols sous actions sismiques, Journée du 14 novembre 2012, Guide AFPS/CFMS.
- [3] Schlosser, F. (1997). Amélioration et renforcement des sols Thème lecture: Soil improvement and reinforcement, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (ENPC), Paris, France, p. 2445-2466.
- [4] Ménard, L., Broise, Y. (1975). Theoretical and practical aspects of dynamic consolidation, Geotechnique 25 (1).
- [5] De Cock, F. and Bottiau, M. (2004). Compactage dynamique et vibrocompactage dans un hall industriel en cours de construction: un défi géotechnique. ASEP-GI 2004 –Vol. 2. Magnan (ed.), Presses de l'ENPC/LCPC, Paris.
- [6] Gaafer, M., Bassioni, H., Mostafa, T. (2015). Soil Improvement Techniques, International Journal of Scientific & Engineering Research, Vol. 6, No. 12, pp. 217–222, <http://www.ijser.org>.
- [7] Gabr, A.K. (2012). The Uncertainties of Using Replacement Soil in Controlling Settlement. The Journal American of Science, Vol. 8, No. 12, pp. 662–665, doi: 10.7537/marsjas081212.91.

Traitement des sols

- [8] Le Borgne, T. (2010). Effects of potential deleterious chemical compounds on soil stabilisation. Doctoral dissertation, Ph.D thesis, Nancy-Université, France, <http://hdl.handle.net/10068/842439>.
- [9] Locat, J., Berube, M.A., Choquette, M. (1990). Laboratory investigations on the lime stabilization of sensitive clays: shear strength development. *Canadian Geotechnical Journal*, Vol. 27, No. 3, pp. 294–304, doi: 10.1139/t90-040.
- [10] Cabane, N. (2004). Sols traités à la chaux et aux liants hydrauliques: Contribution à l'identification et à l'analyse des éléments perturbateurs de la stabilisation. Thèse de Doctorat, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint Etienne, Université Jean Monnet.
- [11] Bell, F.G. (1996). Lime stabilization of clay minerals and soil. *Engineering Geology*, Vol. 42, No. 4, pp. 223–237, doi: 10.1016/0013-7952(96)00028-2.
- [12] Gadouri H, Harichane K, Ghrici M (2016a). Effects of Na₂SO₄ on the geotechnical properties of clayey soils stabilised with mineral additives. *Int J Geotech Eng* 11(5):500–512. doi:10.1080/19386362.2016.1238562.
- [13] Gadouri H, Harichane K, Ghrici M (2017a). Effect of calcium sulphate on the geotechnical properties of stabilized clayey soils. *Period Polytech Civil Eng* 61(2):256–271. doi: 10.3311/PPci.9359.
- [14] Gadouri H (2017). Influence of sulphates on the stabilization of clayey soils using mineral additives. Ph.D thesis, Medea University, Algeria. https://www.researchgate.net/publication/330912668_Influence_of_sulphates_on_the_stabilization_of_clayey_soils_using_mineral_additives.
- [15] Al-Mukhtar, M., Lasledj, A. and Alcover, J.F. (2010). Behaviour and mineralogy changes in lime-treated expansive soil at 20 °C. *Applied Clay Science*, Vol. 50, No. 2, pp. 191–198, doi:10.1016/j.clay.2010.07.023.
- [16] Casagrande, A. (1947). The pile foundation for the new John Hancock Building in Boston. Graduate School of Engineering, Harvard University.
- [17] Plumelle C. (1987). Expérimentation en vraie grandeur d'une paroi clouée. *Projet National Clouterre. Revue Française de Géotechnique n° 40*.
- [18] Kauschinger L.J., Perry E.B., Hankour R. (1992a). Jet grouting State of the practice. ASCE Conf. on Grouting. Soil Improv. and Geosynth. New Orleans.
- [19] Kauschinger L.J., Hankour R.S., Perry E.B. (1992b). Methods to estimate composition of jet grout bodies. ASCE Conference on Grouting, Soil Improv. and Geosyn. New Orleans.
- [20] Morey J. (1992). Les domaines d'application du jet grouting. *Revue Française de Géotechnique n° 61 : 17-30. Dec. 92*.
- [21] Schlosser F., Magnan J.P., Holtz R.D. (1985). Geotechnical Engineering Construction. General Report. Proc. 11th ICSMFE San Francisco.
- [22] Bustamante, Ganeselli L. (1994). Portance d'un groupe de colonnes de sol traité par jet grouting sous charge verticale axiale. *Bull. de Liais. Labo. Ponts et Chaussées* 189.
- [23] Harichane, K., and M. Ghrici. (2009). Effect of Combination of Lime and Natural Pozzolana on the Plasticity of Soft Clayey Soils, 2nd International Conference on New Developments in Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, May 30, Nicosia: Near East University.

Traitement des sols

- [24] Harichane, K., M. Ghrici, and S. Kenai. (2012). Effect of the Combination of Lime and Natural Pozzolana on the Compaction and Strength of Soft Clayey Soils: A Preliminary Study, *Environmental Earth Sciences* 66 (8):2197–2205.
- [25] Menard (2010). <https://www.menard-group.com/en/techniques/dynamic-compaction/> « Cas pratiques ».
- [26] CRR (2009). Code de bonne pratique pour le traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques, *Recommandations*, centre de recherches routières (CRR). R81/10, Boulevard de la Woluwe 42 – 1200 Bruxelles, p. 126.
- [27] Aguado, P, et al. (2011). Recommandations sur la conception, le calcul, l'exécution et le contrôle des colonnes ballastées sous bâtiments et sous ouvrages sensibles au tassement. Code de la Construction et de l'Habitation R111-40, Version n° 2 du 16 mars 2011, p. 1–32.
- [28] NF P11-213-3 (DTU 13.3) (2005). Dallages - Conception, calcul et exécution - Partie 3: cahier des clauses techniques des dallages de maisons individuelles, Généré par i-Reef - Edition S141 - Septembre 2005. https://www.kp1.fr/files/DTU_13_3_KP1.pdf.
- [29] Guide GTR (1992) : <https://fr.scribd.com/doc/136991376/Guide-Des-Terrassements-Routier-GTR#>
- [30] NF EN 1097-2 (2010) : <https://www.boutique.afnor.org/norme/nf-en-1097-2/essais-pour-determiner-les-caracteristiques-mecaniques-et-physiques-de-granulats-partie-2-methodes-pour-la-determination-de-la-r/article/767886/fa163871>
- [31] NF EN 1097-1, (2011) : <https://www.boutique.afnor.org/norme/nf-en-1097-1/essais-pour-determiner-les-caracteristiques-mecaniques-et-physiques-des-granulats-partie-1-determination-de-la-resistance-a-l-us/article/691799/fa163865>
- [32] Hartwingsen, G. (2012). Etude et modélisation du renforcement de sol par Colonnes à Module Mixte (CMM)». Insa Strasbourg.
- [33] Mécanique des sols, les colonnes ballastées (mise en œuvre et calcul), Algérie équipement n°35, (2002), 29-32. <http://193.194.92.228/enstp/revue/files/article/35/article%207.pdf>
- [34] Varghese P.C. (2005). *Foundation engineering*. New Delhi: PHI learning private limited, India.
- [35] Das, B.M. (1983). *Principles of foundation engineering*. Thomson.
- [36] Taube, M.G. (2008). Prefabricated Vertical Drains-The Squeeze Is On. *Geo-Strata-Geo Institute of ASCE*, Vol. 9, No. 2, pp. 12–14.
- [37] Atlas Fondations, inclusions rigides : <http://www.atlas-fondations.fr/Business-Units/Piles/Verstevigende-insluiting.aspx>
- [38] Atlas Fondations, cas réels d'inclusions rigides : http://www.atlas-fondations.fr/Referenties/Piles/Referenties-verstevigende-insluiting.aspx#ref_verst_insl_5
- [39] Atlas Fondations, colonnes ballastées : <http://www.atlas-fondations.fr/Business-Units/Piles/Grindkern.aspx>
- [40] Atlas Fondations, cas réels de colonnes ballastées : <http://www.atlas-fondations.fr/Referenties/Piles/Referenties-grindkern.aspx>