

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

L'UNIVERSITE HASSIBA BENBOUALI - Chlef

FACULTE DE GENIE CIVIL ET D'ARCHITECTURE



ET

LE RESEAU DES CHERCHEURS EN MECANIQUE DES SOLS NON SATURES

En collaboration avec

L'Université de Tlemcen, Laboratoire EOLE

L'Université Le Havre Normandie, Laboratoire LOMC CNRS UMR 6294



6^{EME} COLLOQUE INTERNATIONAL
SUR LES SOLS NON SATURES

Sols Non Saturés et Sismique

Recueil des Résumés

UNSATChlef 2024

Chlef, 20 & 21 Novembre 2024



Préface du Pr A. BENCHOUK
Université de Tlemcen



COMITÉ SCIENTIFIQUE

Président : Pr. ARAB Ahmed (Université de Chlef)

Membres :

ABOU-BEKR Nabil	Université de Tlemcen (Algérie)
ARAB Rabah	Huesker, (France)
BAHAR Ramdane	USTHB, Alger (Algérie)
BELAYACHI Naïma	Université Orléans, (France)
BELKHATIR Mostefa	Université de Chlef (Algérie)
BENCHOUK Assia	Université de Tlemcen (Algérie)
BENMOUSSA Samir	Université de Batna (Algérie)
BERGA Abdelmadjid	Université de Bechar (Algérie)
BOUAFIA Ali	Université de Blida (Algérie)
BOUCHEMELLA Salima	Université de Souk-Ahras (Algérie)
BOUROKBA Amel Souad	USTOran (Algérie)
CUI Yu Jun	Ecole des ponts, Paris tech (France)
DAHEUR El-hadj Gasmia	Université de Ghardaïa (Algérie)
DELLA Noureddine	Université de Chlef (Algérie)
DERFOUF Fethallah Mounir	Université de Saida (Algérie)
DERRICHE Zohra	ENSTP, Alger (Algérie)
GOMES CORREIA Antonio	Université Minho, (Portugal)
HAGE CHEHADE Fadi	ISBA TP, Marseille (France)
HAMDI Aissa Belhadj	Université de Ouargla (Algérie)
HANIFI Missoum	Université de Mostaganem (Algérie)
HATTAB Mahdia	Université Lorraine, (France)
IGHIL AMEUR Lamine	CEREMA, (France)
JAMEI Mahrez	ENIT, (Tunisie)
KEBAILI Mustapha	Université de Ouargla (Algérie)
LAMRI Belkacem	Université de Chlef (Algérie)
LAOUAR Mohamed Salah	Université de Tebessa (Algérie)
MESSAST Salah	Université de Skikda (Algérie)
MOULAY Omar Hassan	Université de Adrar (Algérie)
NECHNECH Ammar	USTHB, Alger (Algérie)
NOUAOURIA Mohamed Salah	Université de Guelma (Algérie)
SADEK Marwan	LGCgE Lille, (France)
SBARTAI Badreddine	Université de Annaba (Algérie)
TAIBI Said	Université Le Havre Normandie, (France)
YAHIA-AISSA Mourad	Terrasol-Setec, (France)
ZERHOUNI Moulay Idriss	Fondasol, (France)

COMITÉ D'ORGANISATION

Présidents d'honneur : Pr GHOUINI Larbi, Recteur de l'Université de Chlef (Algérie)
Dr NOURI Said, Doyen de la faculté de génie civil et d'architecture (Algérie)

Président : Dr BENESSALAH Ismail (Université de Chlef)

Membres :

ADDA Ahmed	Université de Chlef (Algérie)
ADJOU DJ M'hamed	Université de Chlef (Algérie)
BOUBKEUR Kamel	Université de Chlef (Algérie)
BOULEKBACHE Bensaid	Université de Chlef (Algérie)
BOUTARAA Zohra	Université de Chlef (Algérie)
BOUZIADI Farid	Université de Chlef (Algérie)
CHERIF TAIBA Abdellah	Université de Chlef (Algérie)
CHIHANE Sofiane	Université de Chlef (Algérie)
EZZIANE Karim	Université de Chlef (Algérie)
FLITTI Abdelhamid	Université de Chlef (Algérie)
GOULAMI Menaouer	Université de Chlef (Algérie)
HENNAOUI Djillali	Université de Chlef (Algérie)
MAHMOUDI Youcef	Université de Chlef (Algérie)
MEZIANE El-hadj	Université de Chlef (Algérie)
SAIB Miloud	Université de Chlef (Algérie)
ZOUATENIA M'hamed	Université de Chlef (Algérie)

PREFACE

La mécanique des sols est une discipline qui s'est développée essentiellement pour les sols saturés pour lesquels les pores sont entièrement remplis d'eau. Les sols non saturés contiennent à la fois de l'air et de l'eau dans leur espace poral, ce qui rend leur comportement plus complexe et les théories le régissant plus élaborées.

La mécanique des sols non saturés a ainsi pris du retard en raison, d'une part, de cette complexité de leur comportement, et d'autre part, à des difficultés expérimentales en ce sens que la caractérisation hydromécanique des sols non saturés ne peut pas se faire à l'aide des équipements conçus pour les sols saturés. Il fallait donc développer des appareillages spécifiques permettant le contrôle ou la mesure de la succion et des variations de volume.

Les recherches dans le domaine des sols non saturés se sont développées de façon exponentielle au cours des cinq dernières décennies. Cela est lié essentiellement à deux raisons. D'un côté les changements climatiques ont eu un effet même au niveau des pays tempérés. C'est ainsi que des pays comme la France ont connu récemment de nombreuses pathologies liées au retrait-gonflement des assises de fondations qui n'étaient connues auparavant que dans les pays arides. De l'autre côté, il y a eu un intérêt grandissant pour les sols compactés dont les applications sont très diverses comme les remblais routiers et ferroviaires, les barrages en terre, les barrières ouvragées dans les centres de stockage de déchets ou encore la construction de bâtiments en terre crue compactée.

Le principal défi des prochaines années est de simplifier les concepts de la mécanique des sols non saturés pour aider les ingénieurs géotechniciens à mieux gérer les conditions réelles de non-saturation in-situ. Cela passe aussi par le développement des outils pratiques et des modèles prédictifs simplifiés qui prennent en compte les effets de la non saturation.

Actuellement au niveau national, le réseau Unsat-dz fondé en 2009 rassemble la communauté des géotechniciens autour de thématiques liées à la non-saturation. Le réseau organise un colloque international tous les trois ans. Après Tlemcen (2009), Alger (2012), Batna (2015), Oran (2018), Ouargla (2021 tenu en 2022 en raison du Covid), la 6^{ème} édition du colloque se tient les 20 et 21 Novembre 2024 à l'université de Chlef. Elle rassemble 54 communications de différents chercheurs nationaux et internationaux réparties en 5 thèmes comme suit :

Thème 1 : Comportement hydromécanique des sols non saturés : 29 communications.

Thème 2 : Transferts dans les sols non saturés : 06 communications.

Thème 3 : Sismicité des sols non saturés et sollicitations dynamiques : 03 communications.

Thème 4 : Eco-construction en terre crue : 12 communications.

Thème 5 : Physique des sols non saturés - milieux naturels et cultivés : 04 communications.

Soulignons la particularité de cette 6^{ème} édition qui se distingue par l'introduction des aspects liés à la dynamique des sols (thème 3), ceci en relation avec la zone de forte sismicité où se trouve la ville de Chlef.

Cette édition connaîtra aussi l'organisation d'un cours doctoral destiné aux jeunes chercheurs algériens. Un polycopié de cours et exercices corrigés a été élaboré à cette occasion par une équipe constituée de huit enseignants-chercheurs issus de divers établissements universitaires algériens et français.

En dernier, je tiens à exprimer mes remerciements aux organisateurs de Unsat'Chlef 2024 ainsi que le réseau Unsat-dz pour leurs efforts significatifs pour le rayonnement de cette discipline aux niveaux national et international.

Tlemcen, le 17 novembre 2024

Assia BENCHOUK BENDI-OUIS
Professeure à l'Université de Tlemcen

SOMMAIRE

Thème 1 :

Comportement hydromécanique des sols non saturés

ÉTUDE DU COMPORTEMENT MÉCANIQUE DES SOLS SALÉS SOUS L'EFFET DES CYCLES DE SÉCHAGE-HUMIDIFICATION CAS DU SOL D'AIN M'LILA, ALGÉRIE	
HAFHOUF ILYAS, ABBECHE KHELIFA	11
HYDROMECHANICAL BEHAVIOUR UNDER CYCLIC LOADING IN SMALL STRAIN OF TUFF-DUNE SAND MIXTURE	
Daheur Elhadj guesmia, Demdoug Abdellah, Goual Idriss and Taibi Said	11
EFFETS DU TRAITEMENT AU CIMENT SUR LE COMPORTEMENT DES SOLS DU CHOTT-EL-HODNA (WILAYA DE M'SILA)	
Aymen Elouanas ASSELI, Tariq AMROUNE, Mohamed KHEMISS, Abdelkrim MAHAMED, Ismail BENZAOUI	12
ANALYSE NUMERIQUE DU COMPORTEMENT DES SOLS NON SATURÉS PAR RAPPORT AUX STRUCTURES ROUTIÈRES	
BOUACHA Nadjet	12
BEHAVIOR OF METAKAOLIN AND COUPLED LIME- METAKAOLIN WASTE AS A CEMENT REPLACEMENT IN LOW PLASTICITY CLAY STABILIZATION	
Abdelkader ZERROUK, Abdelkader BOUGARA, Nasreddine MEZIANE, Abdelkader KADRI	13
INFLUENCE OF WATER CONTENT ON THE MECHANICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF THE SUB-BASE LAYER OF PAVEMENT STABILIZED BY WASTE OF PLASTIC INDUSTRIAL AND CEMENT	
Sadek DEBOUCHA, Hocine ZIANI, Abd errachid AMRIOU, Guelmine LAYACHI	13
ETUDE DE LA RÉSISTANCE À LA COMPRESSION UNI-AXIALE DES MÉLANGES SABLE-ARGILE NON SATURÉS	
Salima BOUCHEMELLA, Said TAIBI	14
ETUDE AU LABORATOIRE DE LA COMPRESSIBILITÉ ET DU COMPORTEMENT CONTRAINTÉ/DÉFORMATION DES MÉLANGES SABLE/BENTONITE	
Maria ARAB, Ismail BENESSALAH, Fadi HAGE CHEHADE, Ahmed ARAB	14
THE PREDICTION OF THE TENSILE STRENGTH CURVE UNDER THE EFFECT OF THE PARTICLE SEPARATION DISTANCE	
Benchiekh karim, Messast Salah, Mebirouk Nadjib, Amrane Moussa, Laour Mohamed Salah, Mendjel Djenette, Mansouri Ouahiba	15
INTERACTION DU NIVEAU DE LA NAPPE PHRÉATIQUE AVEC LA STABILITÉ DES EXCAVATIONS PROFONDES	
Hidjazi Abdessamed, Berga Abdelmadjid	15
L'UTILISATION DE L'ANALYSE STATISTIQUE DANS L'ÉVALUATION GÉOTECHNIQUE ET LA COMPRÉHENSION DES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DU SOL NON SATURÉ	
Hafida BOUDRA, Mohamed BOUSMAHA, Souad BOUROKBA, Abdelkader HACHICHI, Aicha BOUKHALFA	16
PHYSICO-CHEMICAL AND MECHANICAL BEHAVIOR OF SABKHA SOIL: A CASE STUDY	
Imed BENREBOUH, Abdelghani MERDAS, Ilyas HAFHOUF, Abdellah DOUADI, Abderrahim MEGUELLATI	16
SHEAR BEHAVIOR OF CEMENTED SAND: EFFECT OF CEMENT CONTENT	
Fatma Zohra CHAMMA¹, Abdelhamid FLITTI¹, Mehdi Missoum BENZIANE¹, Nouredine DELLA¹	17
A COMPARATIVE STUDY OF HYDROLOGICAL PROPERTIES AND THEIR INFLUENCE ON UNSATURATED SLOPES OF THE TEBESSA REGION	
Mihoubi A., Laouar M.S., Benmoussa S., Gueraidia S., Houam A., Messast S., Fernane A.	17
UNDERSTANDING COLLAPSIBLE SOILS: IN-DEPTH STUDIES AND GEOTECHNICAL APPROACHES	
R. Chegrouche M. S. Laouar S. Benmoussa S. Messasset A. Fernane S. Gueraidia	18

EFFET DE LA CHAUX SUR LA SUCCION ET LE CHEMIN DE DRAINAGE-HUMIDIFICATION D'UNE ARGILE PLASTIQUE Djelloul Ramzi, Bourokba Mrabent Souad Amel, Hachichi Abelkader, Ghembaza Moulay Smail, Boudia Maamar	18
EXPÉRIMENTATION ET ANALYSE DES PARAMÈTRES DE GONFLEMENT DES SOLS DANS LA RÉGION DE DJERMA Benmoussa S, Mihoubi A, Laouar M.S, Bouassida M, Messast S, Fernane A, Ayeb B, Gueraidia S...	19
EFFET DE LA SUCCION SUR LE COEFFICIENT D'ABSORPTION CAPILLAIRE D'UNE TERRE CRUE COMPACTEE Abdelnacer BOUKEFFOUSSA ELROUL, Hadjer FEKNOUS, Noureddine DELLA, Mehdi MISSOUM BENZIANE, Sidali DENINE	19
EFFET DE LA SUCCION SUR LE COEFFICIENT D'ABSORPTION CAPILLAIRE D'UNE TERRE CRUE COMPACTEE K. Mekaideche, F-E M. Derfouf, A. Laimeche, N. Abou-bekr	20
ÉTUDE DES PROPRIÉTÉS DE COMPACTAGE STATIQUE D'UN SOL RENFORCÉ DE FIBRES Moulay Smaïne GHEMBAZA, Souad BOUROKBA, Abdelkader HACHICHI, Ramzi DJELLOUL	20
ANALYSE D'UNE PENTE DE SOL NON SATURÉ SOUMISE À L'INFILTRATION DES PRÉCIPITATIONS: IMPACT DES CARACTÉRISTIQUES HYDRAULIQUES ET DES PARAMÈTRES D'ANALYSE Moussa AMRANE, Nadjib MEBIROUK, Rafik DEMAGH, Salah MESSAST et Karim BENCHEIKH	21
BEST-FIT MODEL FOR PREDICTING THE PLASTICITY INDEX OF FLY ASH-STABILIZED CLAYEY - SOILS USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS Y. Kellouche H. Gadouri M. Nour Souleyman M. De Carvalho A.B. Sari	21
MECHANICAL BEHAVIOR OF BENTONITE-TREATED BOUHANIFIA DAM SEDIMENTS FOR POTENTIAL LANDFILL APPLICATIONS Zohra BOUNOUARA, Abdellah DEMDOUM, Souad BOUROKBA	22
CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DU COMPORTEMENT D'UNE ARGILE PARTIELLEMENT SATURÉE ET GONFLANTE Houria MOBAREK, Ali HAMZA, Omar BOUDLAL	22
DRAINAGE PAR DRAINS GEOSYNTHÉTIQUES VERTICAUX DU PROJET DE L'AÉRODROME D'ALGER Mossedek KHELIFI, Farid CHERFI	23
ENHANCING THE GEOTECHNICAL PROPERTIES OF HIGHLY EXPANSIVE CLAY THROUGH STABILIZATION WITH LIQUID-BASED TX-85: A LABORATORY STUDY ON STATIC AND CYCLIC LOADING BEHAVIOR Kamel OUMRICH, Sarah DJOUMAA, Naoual HANDEL, Fathi NADOUR	23
OPTIMISATION DE L'UTILISATION DES SEDIMENTS DE DRAGAGE DU BARRAGE D'OULDJET MELLEGUE DANS LES APPLICATIONS ROUTIÈRES Nafaa AYEB, Mohamed Salah LAOUAR, Mounir BOUASSIDA, Samir BENMOUSSA, Ali FERNANE, Ayeb BELKHIR, Rabab CHEGROUCHE, Abderrahim MIHOUBI	24
CO-VALORISATION DE TUF ET DE SABLE CONCASSÉ DANS LA CONSTRUCTION DES ROUTES "EFFET DE LA TENEUR EN EAU SUR LA RÉSISTANCE À LA COMPRESSION SIMPLE" Hassan MOULAY OMAR, Mustapha AKACEM, Mohammed ABOU	24
INFLUENCE DE LA CHAUX SUR LES PARAMÈTRES MÉCANIQUES D'UN SOL AFFAISSABLE À TAGLAÏT (BORDJ BOU ARRERIDJ) Hocine ZIANI, Abderrachid AMRIOU, Nasrine GUETTAFI	25

Thème 2 :

Transferts dans les sols non saturés

ÉTUDE DU COMPORTEMENT MÉCANIQUE DES SOLS AFFAISSABLES TRAITÉS PAR LE MÉLANGE BENTONITE-CIMENT Soumia BELLIL	27
---	----

PERFORMANCE OF PILES IN HEATING AND COOLING WITH GEOTHERMAL ENERGY Kheira Belhamideche, Nadia Laredj, Mustapha Maliki, Mahi Eddine Brahim, Djihad Bennaceur, Missoum Hanifi	27
NUMERICAL INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF SPECIFIC HEAT CAPACITY ON TEMPERATURE DISTRIBUTION IN FLEXIBLE PAVEMENTS Abdelhak BOUAFIA^{a,*} Nadjat BOUACHA^a Abdesselam BOUGUERRA	28
ETUDE EXPERIMENTALE DE L'INFILTRATION D'EAU ET D'UNE SOLUTION AQUEUSE DANS UNE ARGILE COMPACTEE HAOUARI Leila' DERFOUF Feth Ellah Mounir, DERRAS Boumediene' ZOUIDI Mohamed El-amine, BOUKHATEM Abderrahmane	29
CONCEPTION D'UN OUTIL D'AIDE POUR L'EVALUATION DE LA PERMEABILITE DES SOLS NON SATURES PAR LA METHODE DE VANAPILLI 2002 Leila Adjal, Youcef Mokeddem, Dalila Laouachedi, Fatiha Ait Ahmed, Youcef Mokeddem, Kamel Ait Tahar	29
EFFET DES PROPRIETES PHYSIQUES DES SOLS NON SATURES SUR LE TRANSFERT D'ENERGIE GEOTHERMIQUE Djihad Bennaceur, Nadia Laredj, Mustapha Maliki, Hanifi Missoum, Mahi Eddine Brahim, Kheira Belhamideche	30

Thème 3 :

Sismicité des sols non saturés et sollicitations dynamiques

DYNAMIC LIQUEFACTION POTENTIAL OF UNSATURATED SAND Y. Shamas, K. H. Tran, H. Wenhao, S. Imanzadeh, S. Taibi, E. Rivoalen	32
VALORIZATION OF DREDGED SEDIMENTS OF BOUHANIFIA DAM Zakia Nawel BADID, Souad Amal BOUROKBA, Moulay Smaine GHEMBAZA, Abdelkader HACHICHI	32
COMPORTEMENT DYNAMIQUE NON-LINEAIRE D'UNE FONDATION CIRCULAIRE PLACÉE À LA SURFACE D'UN SOL NON SATURÉ SOUMISE À DES FRÉQUENCES DE CHARGEMENT VARIABLES Sofiane BEKAKRA, Badreddine SBARTAI	33

Thème 4 :

Eco-construction en terre crue

STUDY OF CRACKING BEHAVIOR OF COMPRESSED EARTH BLOCKS CEB THROUGH IMAGE CORRELATION Boumediene SERBAH, Benaouda YOUBI, Moussaab HARICHE, Nabil ABOU-BEKR, Said TAIBI	35
ANALYSE DE L'INFLUENCE DU TYPE DE SOL ET SA TENEUR EN EAU SUR L'ABSORPTION ET LA POROSITE D'UNE BRIQUE EN TERRE CRUE COMPRESSEE ET STABILISEE PAR LA METHODOLOGIE DES PLANS D'EXPERIENCES Sabah Touahria, Bencheikh Mohamed	35
INVESTIGATION SUR LES PROCÉDES DE MISE EN ŒUVRE EXPERIMENTALE D'UN BETON DE TERRE CRUE : IMPACT SUR LA PERFORMANCE MECANIQUE Atmane KATTI, Saber IMANZADEH, Armelle JARNO, Tariq OUAHBI, Said TAIBI, Eduardo SUZA DE CURSI	36
ANALYZING THE HYGROTHERMAL REGULATION (WATER VAPOR RESISTANCE) OF A COMPRESSED AND STABILIZED RAW EARTH BRICK THROUGH EXPERIMENTAL DESIGN: IMPACT OF SOIL PROPERTIES, MOISTURE CONTENT, PRESSING RATE, AND CURING METHOD Meriem LAMMARI, Mohamed BENCHEIKH	37

MECHANICAL BEHAVIOUR OF RAW EARTH TREATED WITH OMSW BIO SOURCED BINDERS Raja Jamli, Saïd Taïbi, Mehrez Jamei, Oualid Limam, Armelle Jarno, Saber Imanzadeh	38
EVALUATION OF THE EFFECT OF SOIL GRADATION, SAND, AND SOIL TYPE ON THE HYDRO-MECHANICAL BEHAVIOUR OF A COMPRESSED STABILIZED RAW EARTH BLOCK USING EXPERIMENTAL DESIGN METHODOLOGY Smail SAADI, Mohamed BENCHEIKH	38
ECO-MATERIAU DE CONSTRUCTION A BASE DE TERRE CRUE -CAS DE DJIBOUTI F. FARAH OMAR¹, S. TAIBI¹, B. DUCHEMIN	39
EFFECT OF BENTONITE CLAY ON THE COMPACTED SOIL PROPERTIES Abdelkader ZERROUK, Abdelkader BOUGARA, Abdelkader KADRI, Nasreddine MEZIANE	39
COMPORTEMENT DE LA BRIQUE DE TERRE COMPACTEE STABILISEE A LA FUMEE DE SILICE VIS-A-VIS DES ATTAQUES AUX SELS Ahmed Abdelmadjid AIT SALEM, Assia BENCHOUK, Naima BELAYACHI	40
USING CASEIN AS A SUSTAINABLE ADDITIVE FOR ENHANCED PERFORMANCE OF COMPRESSED EARTH BLOCKS Abdessalam NOUAOURIA, Mohamed Salah NOUAOURIA	40
EFFET DU TYPE DE SOL (SABLEUX ET/OU ARGILEUX) ET DE TENEUR EN EAU SUR LA PERMEABILITE A L'EAU D'UNE BRIQUE DE TERRE CRUE COMPRESSEE ET STABILISEE PAR LA METHODOLOGIE DES PLANS D'EXPERIENCES Sabah TOUAHRIA, Mohamed BENCHEIKH	41
DURABILITY ASSESSMENT OF KSOUR: A CASE STUDY ON BRICKSTONE WALL CONSTRUCTION USING LOCAL MATERIALS Youcef ABIMOULOUD, Nabil KEBAILI and Mohamed DJOUHRI	41
Thème 5 :	
Physique des sols non saturés - milieux naturels et cultivés	
TRAITEMENT D'UN SOL AFFAISSABLE (REGION DE AIN NOUISSY (MOSTAGANEM) PAR UN AJOUT DE SCORIE BOUALLA N., HADJADJ F.Z., DRAOUA Z.	43
BIOCHAR PARTICLE SIZE EFFECTS ON THE MECHANICAL CHARACTERIZATION OF RIVER SAND Mohammed MEGROUSSE, Abdellah CHERIF TAIBA, Youcef MAHMOUDI, Zoubir ISMAIL, Madouni ELHADJ	43
SHEAR STRENGTH CHARACTERISTICS OF A SAND-BENTONITE 1 MIXTURE: INFLUENCE OF MINIMUM PARTICLE SIZE Hamou Azaiez, Abdellah Cherif Taiba, Youcef Mahmoudi, Amine Taïbi, Mostefa Belkhatir	44
HYDROMECHANICAL BEHAVIOR OF SUDDEN COLLAPSE SOILS IN THE METLILI REGION, ALGERIA Ali FERNANE, Mohamed Salah LAOUAR, Salah MESSAST, Samir BENMOUSSA, Nafaa AYEB, Saida GUERAIDIA, Abderrahim MIHOUBI	44
ANNUAIRE DES AUTEURS.....	45
SPONSORS.....	47

Thème 1 :

**Comportement
Hydromécanique des Sols
Non Saturés**

ÉTUDE DU COMPORTEMENT MÉCANIQUE DES SOLS SALÉS SOUS L'EFFET DES CYCLES DE SÉCHAGE-HUMIDIFICATION CAS DU SOL D'AIN M'LILA, ALGÉRIE

HAFHOUF ILYAS¹, ABBECHÉ KHELIFA²

¹ Civil Engineering, Department of Civil Engineering, University Ferhat Abbas Setif 1, Setif

² Department of Civil Engineering, Faculty of Technology, University of Mostepha Ben Boulaid, Batna 2, Algeria

Résumé. Les sols sebkha sont définis comme des sols à problèmes situés dans les zones arides, semi-arides et côtières. Généralement ces sols sont considérés comme étant des sols fins, composés de l'argile, limon et sable. Ces derniers composants sont cimentés par différents sels (par exemple, halite, gypse et calcite). Dans la nature les sols salins de sebkha sont exposés aux différents cycles de séchage et mouillage (D-W). Cependant, ces cycles ont un effet important sur le comportement mécanique de ces sols. Cette étude est consacrée à l'étude expérimentale du sol sebkha en se basant sur la caractérisation chimique, minéralogique et géotechnique. L'accent sera mis sur l'effet des cycles D-W sur la résistance à la compression simple (UCS) ainsi que sur la salinité du sol sebkha d'Ain M'lila en Algérie. On note que les cycles D-W ont été appliqués sur des échantillons séchés à l'air libre pour atteindre les teneurs en eau visées à savoir $w = 7\%$, $w_{opt} = 11,4\%$ (teneur en eau de l'optimum Proctor normal) et $w = 13\%$. Les résultats obtenus montrent que l'UCS augmente avec la diminution de la teneur en eau et diminue avec l'augmentation du nombre de cycles D-W. Aussi, on a remarqué que la salinité du sol sebkha a été affectée par ces cycles. En effet, une diminution importante de la salinité du sol a été enregistrée avec l'augmentation du nombre de cycles D-W. En fin, une relation a été constatée entre la salinité du sol et l'UCS. Cette dernière diminue avec la diminution de la salinité du sol sachant que cette relation devienne très significative pour une teneur en eau faible $w=7\%$.

HYDROMECHANICAL BEHAVIOUR UNDER CYCLIC LOADING IN SMALL STRAIN OF TUFF-DUNE SAND MIXTURE

Daheur Elhadj guesmia¹, Demdoum Abdellah^{1,2}, Gouali Idriss³ and Taibi Said⁴

¹ Laboratory of Mathematical and Applied Science, University of Ghardaïa, BP 455, 47000 Ghardaïa, Algeria

² Université Mustapha Stambouli Mascara, Algeria

³ Research Laboratory of Civil Engineering, University Amar Telidji, BP.37 G, Laghouat, Algeria.

⁴ Laboratory of Waves and Complex Media, LOMC UMR CNRS 6294, University of Le Havre Normandy, 76600 Le Havre, France

Résumé. Notre recherche consiste à étudier le comportement en petites déformations d'un mélange composé de 65 % de tuf et de 35 % de sable de dune. Ce mélange a été précédemment étudié et confère des caractéristiques géotechniques optimales adaptées aux chaussées sahariennes. Le but, c'est de mieux comprendre son comportement réel dans différents sollicitations hydrique et mécanique. Une série d'essais en petites déformations, de compression simple et d'essais triaxiaux non saturés à différentes teneurs en eau initiales (4 points du côté sec et 2 points du côté humide) est réalisée, avec des contraintes de confinement variant de 0 kPa (compression simple) à 450 kPa. Pour chaque contrainte de confinement, l'éprouvette est soumise au chemin de chargement cyclique défini par des niveaux de déformation bien précis. Les résultats obtenus ont montré que quel que soit la teneur en eau initiale, le module élastique augmente avec la contrainte de confinement linéairement dans une échelle bi-logarithmique. L'évolution du module élastique en fonction de la teneur en eau suit une loi de type hyperbolique. Ces essais révèlent que la technique de mesure utilisée, basant sur les jauges de déformation collées à l'échantillon via une interface élastique, a donné de très bons résultats, qui sont cohérents avec les mesures indirectes des modules basées sur les vitesses de propagation des ondes sonores.

Mots clés: sable de dune, tuf, géotechnique routière, essais triaxiaux, petite déformation, module élastique.

EFFETS DU TRAITEMENT AU CIMENT SUR LE COMPORTEMENT DES SOLS DU CHOTT-EL-HODNA (WILAYA DE M'SILA)

Aymen Elouanas ASSELI¹, Tariq AMROUNE², Mohamed KHEMISSA², Abdelkrim MAHAMED², Ismail BENZAOU²
¹ Université Hassiba Benbouali de Chlef
² Université de M'Sila

Résumé : Le sol salin constitue l'un des plus gros problèmes de la pédologie dans le monde et en Algérie car il occupe un grand espace en termes de superficie, de nombreuses solutions ont été proposées pour exploiter les terres affectées par la salinité et les utiliser dans la construction de routes et divers domaines. Cette étude vise à améliorer les caractéristiques du sol salin de Chott El-Hodna au niveau de la commune d'Ain Al-Khadra, Wilaya de M'sila en ajoutant différentes proportions de ciment, Pour cela, des essais d'identification et des essais mécaniques ont été effectués sur cette argile et les résultats obtenus mettent en évidence une amélioration certaine et nettement meilleure des caractéristiques géotechniques telles que les paramètres de consistance, la portance et la résistance à la compression.

Mots clés : Sols salés, Traitements au ciment, Chott-El-Hodna, amélioration, liants hydrauliques.

ANALYSE NUMERIQUE DU COMPORTEMENT DES SOLS NON SATURÉS PAR RAPPORT AUX STRUCTURES ROUTIERES

BOUACHA Nadjat¹

¹ Laboratoire de Gestion, Maintenance et Réhabilitation des Équipements et des Infrastructures Urbaines (InfraRES),
Département de Génie Civil, Université de Souk-Ahras, BP 1553, 41000 Souk-Ahras, Algérie
n.bouacha@univ-soukahras.dz

Résumé & Abstract. La conception des chaussées souples sur des sols médiocres et à problèmes accélèrent l'apparition des dégradations. Parmi les solutions techniques adoptées pour réduire ce phénomène est le renforcement du sol support. Les techniques se différencient énormément et se classent en deux catégories, la première est le renforcement du sol par l'ajout des liants et la deuxième est d'utiliser des nappes comme celles du géosynthétique. L'objectif de cette étude est de comparer les deux méthodes par une modélisation numérique en utilisant un code des éléments finis. Une analyse des déformations au niveau du corps de chaussées et en profondeur seront traités sous des conditions variables de saturation du sol non saturé. On découvre que l'augmentation dans la saturation des sols non saturés entraîne des réductions significatives de l'amplitude des déplacements et contraintes aux interfaces

Mots clés: Chaussée, Sol non saturé, Dégradation, Modélisation numérique, Géosynthétiques, Liants.

BEHAVIOR OF METAKAOLIN AND COUPLED LIME- METAKAOLIN WASTE AS A CEMENT REPLACEMENT IN LOW PLASTICITY CLAY STABILIZATION

Abdelkader ZERROUK¹, Abdelkader BOUGARA^{1*}, Nasreddine MEZIANE², Abdelkader KADRI¹

¹ Laboratory of structures, geotechnic and risks, The university Hassiba Benbouali of Chlef

² Faculty of civil engineering and architecture, The university Hassiba Benbouali of Chlef

* Correspondent author, email: aekbougara@hotmail.com

Abstract. Reducing cement consumption by reutilizing solid pozzolanic wastes in soil stabilization could effectively improve the mechanical performance of problematic soils and bring economic benefits to infrastructure engineering practices. This study investigates the possibility to use metakaolin and coupled metakaolin –lime as additives in replacement of Portland cement (PC) to improve the engineering performance of low plasticity clay. A series mechanical tests were conducted to seek the optimum mixing ratio of lime and metakaolin to replace cement in low plasticity clay stabilization., The strength improvement of the control soil treated with different total contents of the composite binder (lime – metakaolin) compared with that stabilized with only ordinary Portland cement or metakaolin alone (4%, 6%, 8%, 10%, 12%, 14%), and their mechanical performance enhancement mechanisms are highlighted. The results show that coupled additive (lime – metakaolin) mixture could fully replace cement consumption to the maximum in control soil stabilization. It is also shown that 8% cement substitution by 6% of metakaolin and 2% of lime gives better mechanical properties at 7, 14 and 28 days than the pure Portland cement reference does.

Keywords: soil stabilization, metakaolin waste, cement, lime.

INFLUENCE OF WATER CONTENT ON THE MECHANICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF THE SUB-BASE LAYER OF PAVEMENT STABILIZED BY WASTE OF PLASTIC INDUSTRIAL AND CEMENT

Sadek DEBOUCHA^{1,2}, Hocine ZIANI¹, Abd errachid. AMRIOU³, Guelmine LAYACHI¹

¹ Universite Mohamed El Bacir El Ibrahimi of Bordj Bou Arreridj, BP 34000, Algeria.

² Laboratory of Stucture Intelegant University Of Ain Temouchent, BP46000, Algeria

³ University of M'sila, BP 28000, Algeria

Résumé : Le changement climatique a rendu difficile l'entretien des infrastructures routières en raison des dégâts causés par de fortes pluies en peu de temps. La construction de milliers de kilomètres de routes en Algérie permettra d'éviter ces dégâts. Ce problème a posé un défi aux ingénieurs géotechniques. Dans cette étude, nous avons étudié l'influence de la teneur en eau sur les sols traités et non traités de la couche de fondation. Cette étude visait le traitement des sols. Pour obtenir de bonnes couches de route, il faut utiliser des matériaux adaptés. Le but de cette étude était de mélanger des déchets plastiques industriels et du ciment dans le sol, ce qui ajoute 2 à 4 % d'eau en plus, et d'étudier les caractéristiques mécaniques telles que MDD, CBR et UCS. Les résultats ont montré que le MDD a diminué entre 3% et 4,8%, le CBR a diminué d'environ 87% et l'UCS a diminué d'environ 77%. Ces résultats ont montré les risques de l'eau sur la couche de fondation de la construction routière pendant ou après la réalisation.

Mots clés : Teneur en eau, stabilisation des sols, déchets industriels de plastique, ciment, couche de fondation routière

ETUDE DE LA RESISTANCE A LA COMPRESSION UNI-AXIALE DES MELANGES SABLE-ARGILE NON SATURES

Salima BOUCHEMELLA^{*1}, Said TAIBI²

¹ INFRARES Laboratory, Department of Civil Engineering, University of Souk Ahras, Algeria

² Laboratoire LOMC, Université le Havre- Normandie, UMR CNRS 6294 Le Havre, France

^{*}(salima.bouchemella@univ-soukahras.dz)

Résumé : Ce travail consiste à étudier la résistance à la compression uni-axiale des mélanges sable-argile compactés aux conditions Proctor normal. Pour ce faire, une série d'essais de compression uni-axiale a été menée sur des échantillons initialement préparés à une teneur en eau optimale Proctor normal (w_{OPN}) et compactés à la densité sèche maximale correspondante (d_{dmax}). Les échantillons ont été séchés, par la suite, à l'air ambiant jusqu'à la valeur requise de la teneur en eau. Les chemins de séchage-humidification présentant la relation entre la teneur en eau et la succion ont été définis, dans cette étude, à l'aide de la technique osmotique, les solutions salines et la méthode du papier filtre.

Les résultats des essais ont mis en évidence que l'augmentation de la teneur en sable dans le mélange entraîne une augmentation des densités sèches maximales et une diminution de la teneur en eau optimale. Cependant, à un état donné, la résistance à la compression uni-axiale augmente pour 25 % de sable ajouté, puis diminue pour 50 % de sable ajouté. Les résultats indiquent également que la résistance à la compression uni-axiale augmente avec la diminution de la teneur en eau et l'augmentation de la succion, quelle que soit la teneur en sable du mélange.

ETUDE AU LABORATOIRE DE LA COMPRESSIBILITÉ ET DU COMPORTEMENT CONTRAINTE/DÉFORMATION DES MÉLANGES SABLE/BENTONITE

Maria ARAB¹, Ismail BENESSALAH¹, Fadi HAGE CHEHADE², Ahmed ARAB¹

¹ LSME, Laboratoire de sciences des matériaux et environnement, faculté de génie civil et d'architecture université Hassiba Benbouali Chlef, Algérie

m.arab22@univ-chlef.dz ; i.benessalah@univ-chlef.dz ; ah_arab@yahoo.fr

² Institut Supérieur du Bâtiment et des Travaux publics Marseille, France
fadihagechade@hotmail.com

Résumé: Selon la géologie des terrains, les sols qui possèdent des caractéristiques géotechniques médiocres en termes de faible capacité portante et des tassements importants, sont fréquemment rencontrés. Le travail de recherche actuel s'intéresse à étudier l'effet de mélanger un sol fin cohésif sur le comportement mécanique d'un sable siliceux. La Bentonite a été utilisée comme sol fin est mélangée afin de traiter le sable de Chlef. Des essais de cisaillement rectiligne à la boîte et des essais œdométriques ont été effectués sur les mélanges Sable/Bentonite, considérons comme paramètres cinq teneurs de 0, 10, 20, 30 et 100% de Bentonite. La préparation des échantillons a été effectuée avec une teneur en eau ($\omega = 3\%$) et une densité relative initiale élevée ($D_r = 90\%$). Les résultats des essais de cisaillement montrent que la résistance au cisaillement augmente lorsque on ajoute la Bentonite jusqu'à une teneur de Bentonite de 20% ; cette augmentation est accompagnée par des faibles tassements, qui par conséquence augmente le caractère dilatant pour les différents mélanges étudiés. Le même comportement est observé également pour les caractéristiques mécaniques à savoir la cohésion et l'angle de frottement interne. Pour les essais œdométriques, les résultats ont montré que l'ajout de la Bentonite au sable augmente la déformabilité des mélanges Sable/Bentonite sous l'étude en termes de l'indice de compression et de gonflement.

Mots clés: Sol fin; Résistance au cisaillement; Caractère contractant; Compressibilité; Indice de gonflement.

THE PREDICTION OF THE TENSILE STRENGTH CURVE UNDER THE EFFECT OF THE PARTICLE SEPARATION DISTANCE

Benchiekh karim¹, Messast Salah², Mebirouk Nadjib², Amrane Moussa³, Laour Mohamed Salah⁴, Mendjel Djenette², Mansouri Ouahiba²

¹ Department of Architecture, Badji Mokhtar, Faculty of Earth Sciences, Annaba University

² Department of Civil Engineering, LMGHU Laboratory, University of Skikda

³ Department of Civil Engineering, University of Batna2

⁴ Department of Civil Engineering, University of Tébessa

Abstract: This research presents a numerical simulation approach for predicting the values of unsaturated soil parameters with low water content. In order to understand how unsaturated soils behave and to create the tensile strength curve, the proposed model can be used to predict the relationship between tensile strength and degree of saturation in terms of particle separation distance. The updated model assumes that all the particles are equally dispersed spheres of the same size. In this study, the updated model is exclusively applied to simple cubic packing order with zero contact angle. The model may also be used to predict matric suction, effective stress parameter and suction stress while combining experimentally determined soil properties. This removes the requirement for sophisticated measuring devices or specific test procedures to illustrate how the separation distance affects the behavior of unsaturated soils.

Key words: Soil, suction, unsaturated soil, tensile strength, numerical simulation

INTERACTION DU NIVEAU DE LA NAPPE PHREATIQUE AVEC LA STABILITE DES EXCAVATIONS PROFONDES

HIDJAZI ABDESSAMED , BERGA ABDELMADJID

Fimas Laboratory, Tahri Mohamed University, Bechar, Algeria.

Résumé. Le développement en zones urbaines nécessite généralement la réalisation d'excavations profondes à proximité de structures existants en surface. L'excavation est une phase de construction qui introduit des effets profondément perturber l'équilibre in situ. Les dommages et les déformations sont toujours redoutables si bien que la menace est qualifiée de risque géotechnique L'objectif de ce travail est de réaliser une analyse numérique de permanents sur la stabilité et l'interaction de l'ensemble du voisinage. De plus, la présence ou l'arrivée d'eau peut l'effet du niveau de la nappe phréatique sur le comportement d'une excavation profonde. La méthodologie est basée sur la méthode des éléments finis 2D et le chargement hydromécanique d'excavation profonde stabilisée avec ancrages. L'étude montrera l'importance de la variation du niveau de la nappe phréatique comme facteur fondamental dans la stabilité des excavations profondes.

Mots clés: Risque géotechnique, Excavation, Comportement du sol, Stabilité, Méthode des éléments finis.

L'UTILISATION DE L'ANALYSE STATISTIQUE DANS L'EVALUATION GEOTECHNIQUE ET LA COMPREHENSION DES PROPRIETES PHYSIQUES DU SOL NON SATURE

Hafida BOUDRA¹, Mohamed BOUSMAHA¹, Souad BOUROKBA¹, Abdelkader HACHICHI¹, Aicha BOUKHALFA¹

¹ Université des sciences et de la technologie d'Oran

Résumé : La détermination des caractéristiques géotechniques des sols non saturés a longtemps été considérée comme un processus sujet à l'interprétation. Cependant, intégrer une analyse statistique aux données géotechniques mesurées au laboratoire ou in situ peut fournir des informations précieuses sur la variabilité et la distribution des propriétés du sol, ce qui peut être crucial pour la conception et l'évaluation des projets d'ingénierie. Dans cette communication, nous présentons une approche statistique qui offre une évaluation objective de ces caractéristiques, prenant en compte les incertitudes et les variations de mesures. Nous utilisons des concepts statistiques tels que la moyenne, la fréquence, la variance et l'écart type, ainsi que des représentations graphiques comme les histogrammes avec la distribution normale et de test d'hypothèse statistique, pour décrire les propriétés physiques des sols non saturés. Les nombreux avantages de cette méthode devraient encourager les ingénieurs géotechniciens à l'adopter et à l'appliquer de manière étendue dans leurs études.

Mots clés : statistique descriptive, distribution normale, tests statistiques, sol non saturé, caractéristiques physiques.

PHYSICOCHEMICAL AND MECHANICAL BEHAVIOR OF SABKHA SOIL: A CASE STUDY

Imed BENREBOUH¹, Abdelghani MERDAS², Ilyas HAFHOUF¹, Abdellah DOUADI¹, Abderrahim MEGUELLATI²

¹ Civil Engineering, Department of Civil Engineering, University Ferhat Abbas Setif 1, Setif

² URME, UFASI

Abstract. Sabkha soils, in their natural state, are considered non-suitable construction materials due to their poor geotechnical characteristics under moisture fluctuations. The presence of weakly natural salts within the sabkha profile in terms of quantity is known to be different throughout the year depending on the interaction of shallow groundwater and evaporation rate. A laboratory experimental study was conducted on three sabkha soils taken from Ain M'lila province with varying salinity levels —highly saline soil (summer), moderately saline soil (spring), and slightly saline soil (winter)—collected to investigate the effects of salinity on their physicochemical and mechanical properties. Grain size distribution analysis showed a decreasing silt fraction (0.06-0.01 mm) with increasing salinity from slightly to highly saline soil, indicating preferential coating of silt grains by soluble salts like halite and gypsum over sand grains. In addition, the salinity had a clear effect on the sabkha strength. The unconfined compressive strength of highly saline soil increased from 34 kPa to 200 kPa after compaction at optimum moisture content, while moderately and slightly saline soils showed higher UCS of 580 kPa and 1100 kPa for the same water content, respectively. As a result, sabkha soils show a shift in failure behavior from ductile to more brittle as salinity decreases. This transition is evidenced in the stress-strain curves. Moreover, scanning electron microscopy revealed that highly saline soil had a denser structure as compared to slightly saline soil due to the cementing role of natural cementing of halite and gypsum between silt particles in the former soil, which dissolved on wetting, creating voids and sharply reducing strength from 1100 kPa to 200 kPa. Finally, with decreasing salinity in soil from 23.20 dS.m⁻¹ to 2.55 dS.m⁻¹, the pH increased from 6.79 to 8.17, indicating the acid effect of salts but this pH range remained sabkha soils in the neutral range.

Keywords: UCS, Saline soil, Sabkha soil, SEM.

SHEAR BEHAVIOR OF CEMENTED SAND: EFFECT OF CEMENT CONTENT

Fatma Zohra CHAMMA¹, Abdelhamid FLITTI¹, Mehdi Missoum BENZIANE¹, Nouredine DELLA¹

¹University of Hassiba benbouali-Chlef, LSME

email: f.chamma22@univ-chlef.dz

Abstract : In recent years, engineers have shown a major interest in using cement as a stabilizer in different geotechnical applications: ground improvement, road construction, and foundation engineering. This research presents an experimental investigation, which aims to evaluate the effect of cement on the shear behavior of Chlef sand. Tests were carried out using a direct shear box on three sand-cement mixtures ($C_c = 5\%$, 7.5% , 10%). The specimens were prepared at a relative density of 80% and an initial water content of 10% and were cured for 7 days. Each mixture was subjected to normal stresses of 50 kPa, 100 kPa, and 200 kPa and there was no immersion in water. It was revealed that the maximum shear strength increases significantly with the increase of cement content, the results obtained are 283.58 ; 393.28 ; and 469.36 kPa for $C_c=5\%$; 7.5% ; and 10% respectively. The findings also indicate an increase in the cohesion and the dilation phase of the sand-cement mixture as well as a reduction in its internal friction angle with increasing cement content.

Keywords: sand, cement, shear strength, direct shear box.

A COMPARATIVE STUDY OF HYDROLOGICAL PROPERTIES AND THEIR INFLUENCE ON UNSATURATED SLOPES OF THE TEBESSA REGION

Mihoubi A.¹, Laouar M.S.¹, Benmoussa S.², Gueraidia S.¹, Houam A.¹, Messast S.³, Fernane A.¹

Corresponding author: abderrahim.mihoubi@univ-tebessa.dz

¹Mines Laboratory, Larbi Tébessi University, Tebessa, Algeria.

²Département of Civil Engineering, Laboratory GC ROI Batna2 University

³20 August 1955 University, Skikda, LMGHU Laboratory, Algeria.

Abstract : Landslides occur when the soil loses its cohesion and moves downward, and understanding the hydrological properties of the soil is crucial for comprehending the mechanisms that trigger slope failure, especially in relation to rainfall. Factors like relative permeability, air flow, and hydraulic conductivity variations significantly affect the mechanisms behind rainfall infiltration and landslide occurrence. To investigate these phenomena, various methods have been developed for analyzing two-dimensional slope models by using different assumptions and assessments. This study employs the finite difference method (FDM) and finite element method (FEM) within FLAC and PLAXIS software programs. These methods account for the coexistence of water and air, including the Two-phase flow option, in evaluating unsaturated slope stability and identifying critical failure surfaces. The efficiency of these approaches is gauged by varying soil parameters and exploring the impact of different values of suction, hydraulic conductivity, and soil-water characteristics on the safety factor. The fine-mesh model results provide essential information on parameters such as pore water pressure, safety factors, and slope vulnerability to failure.

Keywords: landslides, precipitation, PLAXIS, FLAC, infiltration, suction.

UNDERSTANDING COLLAPSIBLE SOILS: IN-DEPTH STUDIES AND GEOTECHNICAL APPROACHES

R. Chegrouche¹ | M. S. Laouar¹ | S. Benmoussa² | S. Messasset³ | A. Fernane¹ | S. Gueraidia¹

¹Larbi Tébessi University Tebessa, Department of Civil Engineering, Mines Laboratory"

²Department of Civil Engineering, Batna 2 University, Fésdis, Batna 05078, Algeria, NMISSI Laboratory, University of Biskra, P.O. Box 145 Biskra 07000, Algeria

³20 Aout 1955 University, Skikda, LMGHU Laboratory.

Abstract. Researchers are actively studying the mechanisms of collapsible soils to gain a better understanding of their behavior and to find effective approaches to address this geotechnical problem. The settlement and subsidence resulting from these soils can cause significant damage to infrastructure and buildings, such as foundation deformations, road subsidence, and structural damage to constructions, with considerable economic consequences. In arid regions, seasonal variations in moisture play a crucial role in the behavior of collapsible soils. In a dry state, their granular structure makes them rigid and resistant. However, when they become wet, their capacity to support a load drastically decreases due to the collapse of their structure. Moisturization reduces soil suction, weakens the bonds between particles, and softens the soil. The present research aims to identify and describe the structures of collapsible soils to predict their behavior and collapse potential. Compressibility tests are conducted at different water contents and compactions to determine settlement potentials. Shear and suction tests are also proposed to find correlations between the characteristics, selected parameters, and variations in soil suction. This study essentially contributes to identifying unsaturated reconstituted soils in the overall understanding of collapsible soils and will lead to the development of tailored solutions for this geotechnical problem.

Keywords: collapsible soils, reconstituted soils, shear, suction, moisturization.

EFFET DE LA CHAUX SUR LA SUCCION ET LE CHEMIN DE DRAINAGE-HUMIDIFICATION D'UNE ARGILE PLASTIQUE

Djelloul Ramzi^{1,2}, Bourokba Mrabent Souad Amel^{1,2}, Hachichi Abelkader^{1,2}, Ghembaza Moulay Smail³, Boudia Maamar^{1,2}

¹ Laboratoire sol matériaux et thermique LMST

² Département de Génie Civil, Université des sciences et technologie Mohamed Boudiaf, Oran, Algérie BP 1505, EL-M'NOUAR, Oran, Algeria

³ Département de Génie Civil, Université de Sidi Bel Abbes, Algérie

Résumé

Dans un souci de la valorisation des sols argileux plastiques aux caractéristiques géotechniques très médiocres, nous nous sommes intéressés dans cette étude à l'évaluation du comportement hydrique de l'Argile de Mers El Kébir traitée à la chaux à différents pourcentage (2%, 4% et 6%), à partir des essais de succions (méthode du papier filtre) et drainage-humidification (méthode osmotique et solutions salines).

Les résultats obtenus présentent une diminution de la suction proportionnellement avec l'ajout de chaux.

De même, pour le chemin de drainage-humidification, nous avons observé une augmentation de la limite de retrait et une diminution de la suction limite de retrait pour les échantillons traités.

Cette étude qui a été réalisée au laboratoire LMST (Algérie), est une contribution à la compréhension du comportement hydrique des sols non saturés, et cela dans le but d'une utilisation en construction routière.

Mots clés : Argile, Chaux, Suction, Drainage-Humidification.

EXPÉRIMENTATION ET ANALYSE DES PARAMÈTRES DE GONFLEMENT DES SOLS DANS LA RÉGION DE DJERMA

Benmoussa S^{1,2}, Mihoubi A³, Laouar M.S³, Bouassida M⁴, Messast S⁵, Fernane A³, Ayeb B³, Gueraidia S³

Corresponding author: s.benmoussa@univ-batna2.dz

¹Département of Civil Engineering, Laboratory GC ROI Batna2 University

²Laboratory, NMISSI, Biskra,

³Mines Laboratory, Larbi Tébessi University, Tebessa, Algeria.

⁴University of Tunis El Manar, National School of Engineers of Tunis, Tunisia.

⁵20 August 1955 University, Skikda, LMGHU Laboratory, Algeria.

Résumé. Cette étude se concentre sur l'importance des formations argileuses sujettes au gonflement et leur impact sur les structures. Le gonflement des argiles sensibles est influencé par divers facteurs tels que l'excavation et l'imbibition du sol. Cependant, déterminer les indices de gonflement à partir des essais géotechniques standard reste difficile. Cette recherche évalue les paramètres de gonflement des argiles dans la région de Djerma, au nord-est de Batna, en utilisant deux méthodes : le gonflement libre et la charge constante. Ces approches fournissent des informations cruciales sur le comportement des sols argileux dans différentes conditions. L'arrangement initial des particules argileuses semble influencer le processus de gonflement. Par exemple, un alignement parallèle des particules augmente la pression de gonflement. La caractérisation approfondie du sol utilise des essais physiques, chimiques et mécaniques, avec des mesures directes de la pression et de l'amplitude de gonflement ($P_g = 497$ kPa). Les résultats sont comparés aux estimations des paramètres de gonflement pour validation. En conclusion, cette étude vise à mieux comprendre le gonflement des sols argileux de Djerma en utilisant des approches complémentaires. Les résultats aident à évaluer les risques de dommages aux structures et à recommander des mesures préventives pour les projets de construction dans la région

Mots clés : sol argileux, potentiel de gonflement, dommage, teneur en eau, humidification, imbibition.

EFFET DES TENEURS EN EAU SUR LA RÉSISTANCE AU CISAILEMENT DES SOLS SABLEUX TRAITÉS AVEC UN BIOPOLYMÈRE

Abdelnacer BOUKEFFOUSSA ELROUL^{1*}, Hadjer FEKNOUS¹, Nouredine DELLA¹, Mehdi MISSOUM BENZIANE¹, Sidali DENINE²

¹Civil engineering Department, Hassiba Benbouali University of Chlef, ab.boukeffoussa-elroul@univ-chlef.dz, Algeria.

²Civil Engineering Department, University Center of Tipaza, s.denine@univ-chlef.dz, Algeria.

Résumé : Cette recherche représente les résultats expérimentaux d'une série de tests en boîte de cisaillement direct réalisés sur du sable non traité et traité avec un biopolymère à Chlef. Des tests en laboratoire ont été effectués sur des échantillons de sable naturel non traité et traité avec du gomme Xanthane à une teneur fixe de 0,5 % (Malgré l'essai de divers ratios, celui de 0,5% s'est avéré prometteur dans ses résultats) pour deux périodes de durcissement de 7 et 14 jours, avec des teneurs en eau de 0 %, 10 %, 15 % et 20 %, à une densité relative moyenne ($D_r = 50$ %) et sous trois contraintes normales différentes de 50, 100 et 200 kPa. Les résultats de laboratoire montrent que les teneurs en eau ont amélioré la résistance au cisaillement et les caractéristiques mécaniques du sable de Chlef. De plus, les échantillons traités avec du gomme Xanthane ont montré un comportement plus dilatant par rapport aux échantillons de sable non traités. De plus, il est noté que l'amélioration du comportement mécanique des échantillons traités est plus prononcée avec des périodes de durcissement plus longues et des contraintes normales plus élevées.

Mots clés : cisaillement direct, biopolymère, sable, comportement mécanique, renforcement, teneurs en eau.

EFFET DE LA SUCCION SUR LE COEFFICIENT D'ABSORPTION CAPILLAIRE D'UNE TERRE CRUE COMPACTEE

K. Mekaideche¹, F-E M. Derfouf^{1,2}, A. Laimeche¹, N. Abou-bekr¹

¹ Laboratory of eau et ouvrages dans leur environnement– Eole, University of Tlemcen, Algeria.

² Department of civil and hydraulic engineering, University of Saïda, Algeria.

Abstract. This study presents an experimental investigation of suction variations, following a drying process, on water capillary absorption coefficient (A_w). Calcareous tufa from the Beni-saf region (Algeria), serves as the studied material. The test samples were statically compacted to the Modified Proctor Optimum (MPO). Subsequently, subjected to various drying periods of 1, 3, 7, 14, 21, and 28 days under laboratory conditions. The findings highlighted a notable dependence of the capillary absorption coefficient (A_w) on the initial hydric state of the studied material. Moreover, results underscore an increase in the measured values of (A_w) with the rise in suction values. This study contributes to the existing body of known trends by proposing a power-type relationship between the initial suction and the coefficient (A_w).

Keywords: Capillary absorption, suction, water content, compaction, earth material

ÉTUDE DES PROPRIÉTÉS DE COMPACTAGE STATIQUE D'UN SOL RENFORCÉ DE FIBRES

Moulay Smaïne GHEMBAZA¹, Souad BOUROKBA², Abdelkader HACHICHI², Ramzi DJELLOUL²

¹ Université Djillali LIABES de Sidi Bel-Abbès

² Université des Sciences et de la Technologie Mohamed Boudiaf Oran

Résumé. Le compactage du sol seul affecte parfois les propriétés hydrauliques du sol. Il peut donc avoir un impact significatif sur les processus d'évaporation et de transport des solutés dans le sol. Pour se faire, le recours au renforcement des sols par des fibres de différentes natures (naturelle ou artificielle) est nécessaire. Leur utilisation peut grandement aider à résoudre les problèmes d'élimination des déchets. Ainsi, l'ingénierie des sols renforcés de fibres est devenue un sujet d'une importance particulière dans le génie civil et travaux publics. A titre indicatif, un sol renforcé de fibres a été largement utilisé comme matériau de remblai composite dans l'ingénierie géotechnique. Une application très récente, d'un remblai renforcé de géotextile permet de réduire considérablement la pression latérale des terres. Un sol renforcé est un matériau composite dans lequel des éléments résistants à la traction sont noyés dans un massif de sol faible en traction. Il est donc préférable de choisir un compactage accompagné d'un renforcement de fibres. Cette technique vise à améliorer les propriétés de compactage des sols par des fibres qui s'intègrent dans la matrice du sol et de procéder à un compactage statique. Ces fibres aident la distribution des forces de contact agissant sur l'interface fibre-sol, ce qui conduit à une augmentation du frottement de glissement entre les fibres et la matrice de sol. De plus, les fibres pourraient également produire une tension lors de la compression triaxiale, conduisant à un renforcement plus efficace. Dans ce contexte, des essais de compactage statique d'un sol limoneux renforcé de fibres de polypropylène à différents pourcentages volumiques (0,3% ; 0,6% et 0,9%) sont réalisés. Les résultats obtenus montrent une augmentation de la teneur en eau optimale et une légère diminution de la densité sèche maximale. Le mécanisme d'influence est expliqué en termes de microstructure.

Mots clés: Compactage, Fibres, Couche de remblai, Renforcement, Amélioration

ANALYSE D'UNE PENTE DE SOL NON SATURE SOUMISE A L'INFILTRATION DES PRECIPITATIONS: IMPACT DES CARACTERISTIQUES HYDRAULIQUES ET DES PARAMETRES D'ANALYSE

Moussa AMRANE^{1*}, Nadjib MEBIROUK², Rafik DEMAGH¹, Salah MESSAST² et Karim BENCHEIKH²

^{1*}Laboratory LGC-ROI, Department of Civil Engineering, University of Batna 2 - Mostefa BenBoulaïd -, 53, Constantine
Road, Fesdis 05078, Batna, Algeria

²Department of Civil Engineering, LMGHU Laboratory, University August 20, 1955, Skikda, Algeria

Résumé. Cette étude propose une analyse approfondie de l'impact des caractéristiques hydrauliques sur une pente de sol non saturé soumise à l'infiltration des précipitations. Des paramètres essentiels tels que le coefficient de perméabilité saturée, le degré initial de saturation, ainsi que l'intensité et la durée des précipitations jouent un rôle crucial dans l'étude des phénomènes géotechniques associés aux glissements de terrain et à l'instabilité des pentes. Face aux défis liés à l'obtention de données hydrauliques complètes, des jugements et des hypothèses d'ingénierie sont souvent nécessaires pour combler les lacunes. Cette analyse utilise des calculs par éléments finis, intégrant une analyse couplée déformation-écoulement avec des conditions aux limites dépendant du temps. Les résultats permettent d'évaluer les performances de différentes pentes de sol non saturé en tenant compte des paramètres hydrauliques mentionnés, fournissant ainsi un aperçu précis des résultats du système pente-sol dans des conditions d'infiltration des précipitations.

Mots clés : Pente de sol non saturé, Infiltration des précipitations, Caractéristiques hydrauliques, Analyse par éléments finis, Stabilité des pentes.

BEST-FIT MODEL FOR PREDICTING THE PLASTICITY INDEX OF FLY ASH-STABILIZED CLAYEY - SOILS USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Y. Kellouche^{1,2} | H. Gadouri¹ | M. Nour Souleyman¹ | M. De Carvalho¹ | A.B. Sari³

¹Department of Earth Science and Universe, University Djillali Bounaama, Khemis-Miliana, Algeria

²Laboratory of Structures, Geotechnics and Risks, Civil Engineering Department, Hassiba Benbouali University, Chlef, Algeria

³Department of Civil Engineering, University Hassiba Benbouali, Chlef, Algeria.

Abstract. Fly ash has been widely used for improving the geotechnical properties of problematic soils to be used as materials for earth structures. However, few studies have been made for predicting the physico-mechanical properties of Fly ash-stabilized problematic soils. Consequently, the study aims to develop the best-fit model for predicting the plasticity index (PI) of Fly ash-stabilized high-plasticity clay soils based on Artificial Neural Networks (ANNs). Accordingly, the database used in this study was collected from 22 studies (making 193 data) that were well selected to be trained, tested and validated using MATLAB. The obtained results showed that the developed PI-ANN-model gave a good performance with a correlation of over 99% and a low Mean Square Error (MSE). In addition, it proved its high performance compared to that obtained by using statistical methods. Therefore, the elaborated PI-ANN-model can be used as a reliable tool to predict the PI of high-plasticity clay soils.

Keywords: High-plasticity clay soils, Fly ash (FA), Plasticity index (PI), Stabilization, Prediction, Artificial Neural Networks (ANNs)

MECHANICAL BEHAVIOR OF BENTONITE-TREATED BOUHANIFIA DAM SEDIMENTS FOR POTENTIAL LANDFILL APPLICATIONS

Zohra BOUNOUARA¹, Abdellah DEMDOUM², Souad BOUROKBA¹

¹ Université des Sciences et de la technologie Mohamed Boudiaf d'Oran, Oran, Algeria

² Université Mustapha Stambouli Mascara

Abstract : The present study investigates the valorization of dredged sediments from the Bouhanifia dam in western Algeria by treating them with bentonite to improve their physical and mechanical properties for use as soil liners in landfill sites. Geotechnical characterization was performed on mixtures containing different percentages of bentonite, compacted under modified optimum Proctor (OPM) conditions. The effects of bentonite addition on Atterberg limits, direct shear strength, and compaction characteristics were evaluated. Results showed that bentonite treatment increased the liquid limit (LL), plastic limit (PL), and changed the soil classification from low plasticity to high plasticity clay. The undrained cohesion and friction angle exhibited a significant increase of around 40% with 2-10% bentonite addition, with the highest shear strength achieved at 8% bentonite content. This improvement is attributed to mixture type, cation exchange capacity, and relative clay mineral content. The friction angle reached 32.85° for the 8% bentonite mixture, meeting regulatory requirements for soil liners. Furthermore, compaction water content variations within OPM \pm 3% did not significantly affect the shear parameters. Overall, the characterization of the bentonite-treated sediment mixture based on physical and mechanical parameters demonstrated its suitability for use as an engineered barrier in hazardous waste landfills, meeting regulatory provisions. This study highlights the potential for valorizing dredged sediments through bentonite treatment for environmental applications in waste containment systems.

Key-words : valorization, behaviour, bentonite, landfill.

CONTRIBUTION A L'ETUDE DU COMPORTEMENT D'UNE ARGILE PARTIELLEMENT SATUREE ET GONFLANTE

Houria MOBAREK¹, Ali HAMZA¹, Omar BOUDLAL¹

¹ Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou

Résumé. Le travail objet de cette communication porte sur l'étude d'une argile partiellement saturée. Une étude expérimentale à l'oedomètre est engagée pour confirmer le caractère gonflant initialement estimé par quelques méthodes empiriques de prévision de gonflement. Pour retracer la fonctionnalité existant entre le niveau de succion et la teneur en eau, il a été procédé à la construction de la courbe de rétention d'eau du sol, en déterminant les succions que pourrait développer cette argile en modifiant le niveau d'hydratation. Cette argile présente une disposition au changement de volume pour tout changement dans son état hydrique.

Mots clés: Argile, potentiel de gonflement, succion, rétention d'eau.

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

Mossedek KHELIFI¹, Farid CHERFI¹
¹ AFITEX ALGERIE

Résumé-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 passagères / 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 géo composite 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 et selon le type de sol présent en surface.

ENHANCING THE GEOTECHNICAL PROPERTIES OF HIGHLY EXPANSIVE CLAY THROUGH STABILIZATION WITH LIQUID-BASED TX-85: A LABORATORY STUDY ON STATIC AND CYCLIC LOADING BEHAVIOR

Kamel OUMRICH¹, Sarah DJOUIMAA¹, Naoual HANDEL¹, Fathi NADOUR¹
¹ University Mohamed Cherif Messaadia Souk Ahras, Algeria

Abstract: This research presents the results of a laboratory study on evaluating the behaviour of highly expansive clay processed under static and cyclic loading. It was used Liquid based stabilizer "TX-85" as a stabilizing agent in this study. Laboratory tests were conducted Comprehensive tests including Atterberg limits, free swelling, California bearing ratio (CBR) and unconfined compressive strength (UCS) tests to study the behaviour of clay treated with different proportions of copper slag and lime in the mixture content. The morphological change of the soil after stabilization was analysed using X-ray diffraction test the optimum amount of mixture was determined based on the results of the UCS and CBR test. Based on the strength criterion, the optimum stabilization content was found That 6% of TX-85 was optimal which led to an improvement in the maximum strength, for example, the results of the X-ray diffraction (XRD) test indicated that significant changes occurred. In soil structure during the treatment period).

Keywords: soil stabilization; Free swelling ratio; Unconfined compressive strength (UCS); California bearing ratio(CBR); dynamic shear modulus; sodium silice.

OPTIMISATION DE L'UTILISATION DES SEDIMENTS DE DRAGAGE DU BARRAGE D'OULDJET MELLEGUE DANS LES APPLICATIONS ROUTIERES

Nafaa AYEB¹, Mohamed Salah LAOUAR², Mounir BOUASSIDA¹, Samir BENMOUSSA³, Ali FERNANE²,
Ayeb BELKHIR², Rabab CHEGROUCHE², Abderrahim MIHOUBI²

¹ University of Tunis El Manar, National School of Engineers of Tunis – Tunisia

² Department of Civil Engineering, University of tebessa

³ University of Batna2

Résumé. La valorisation des sédiments de dragage en technique routière est cruciale sur les plans économique et environnemental. Autrefois considérés comme déchets, ces sédiments sont désormais une précieuse source de matériaux pour les travaux routiers et la stabilisation des remblais. Cette approche permet de résoudre le problème des sédiments nuisibles pour l'environnement des barrages et des zones aquatiques. Les recherches ont montré que les sédiments mélangés à des liants tels que le ciment, la chaux, les laitiers de haut fourneau ou les pouzzolanes offrent une stabilité et une durabilité aux chaussées. Le type et le dosage du traitement déterminent les performances mécaniques souhaitées. Le barrage d'Ouldjet Mellègue, situé au nord-est de l'Algérie, est au cœur de cette étude. Une caractérisation physique, minéralogique et géotechnique de ses sédiments a été réalisée. Des formulations ont été élaborées pour améliorer les propriétés physico-chimiques et mécaniques des sédiments dragués. Des essais de caractérisation géotechniques, comportement mécanique en compression et flexion diamétrale ont été effectués. Les résultats montrent que les sédiments testés présentent une teneur en eau élevée, une faible portance, une fraction fine significative et des matières organiques. Il est donc essentiel de réduire leur sensibilité à l'eau et d'améliorer leur portance et résistance mécanique. L'ajout de correcteurs granulométriques et de liants hydrauliques s'est révélé pertinent pour améliorer leurs propriétés mécaniques et de cisaillement. Les essais de répétabilité ont confirmé la fiabilité des résultats obtenus. En résumé, cette étude démontre comment valoriser les sédiments de dragage en tant que ressource utile pour la conception routière, en résolvant les problèmes environnementaux liés à leur accumulation.

Mots clés: sédiments, envasement, valorisation, dragage d'entretien, conception routière.

CO-VALORISATION DE TUF ET DE SABLE CONCASSE DANS LA CONSTRUCTION DES ROUTES "EFFET DE LA TENEUR EN EAU SUR LA RESISTANCE A LA COMPRSSION SIMPLE"

Hassan MOULAY OMAR¹, Mustapha AKACEM¹, Mohammed ABOU¹

¹ Université Ahmed Draya, Adrar

Résumé. Ces dernières années, l'utilisation des matériaux locaux dans la réalisation des chaussées s'est développée pour compenser le manque de matériaux normalisés dans les régions arides de l'Algérie. L'objectif principal de cette recherche est d'évaluer la Co-valorisation de deux matériaux locaux pour concevoir un matériau routier avec des caractéristiques satisfaisantes. Dans ce contexte, l'utilisation du tuf en combinaison avec le sable concassé est explorée. L'évolution des caractéristiques de tuf mélangé au sable concassé selon des pourcentages allant de 0% à 50% est mise en évidence. Les matériaux utilisés ont été soumis à des tests physiques et mécaniques. Ensuite, une série d'essais mécaniques a été réalisée sur des mélanges compactés aux caractéristiques optimales déduites de l'essai Proctor modifié. Les résultats obtenus mettent en évidence l'existence d'une formulation optimale composée de 70% de tuf et de 30% de sable concassé, qui a présenté une résistance à la compression simple de 5,16 MPa. De plus, les résultats obtenus montrent clairement l'évolution de la résistance à la compression et la succion avec la diminution de la teneur en eau (séchage). La possibilité d'utiliser les mélanges étudiés dans les chaussées a été vérifiée au regard des recommandations en vigueur (CTTP 2001) et de la Technique Routière Saharienne (TRS).

Mots clés : Tuf, Sable concassé, Valorisation, Régions arides, Résistance à la compression, succion.

INFLUENCE DE LA CHAUX SUR LES PARAMÈTRES MÉCANIQUES D'UN SOL AFFAISSABLE À TAGLAIT (BORDJ BOU ARRERIDJ)

Hocine ZIANI¹, Abderrachid AMRIOU², Nasrine GUETTAFI³

¹ Département de génie civil, Université de Bordj Bou Arreridj-Algérie.

² Département de génie civil, Université de M'sila-Algérie.

³ Département de génie civil, Université Batna 2-Algérie.

Résumé. Parmi les techniques de stabilisation de sols à problèmes, l'utilisation de la chaux (CH) pour l'amélioration des propriétés mécaniques des sols argileux. Dans ce travail, les échantillons ont été prélevés du site du projet à Taglait, commune lointaine de 50 km vers le sud-est du chef-lieu de la wilaya de BBA, dont l'argile rouge couvre toute la partie sud de son territoire (côté de M'sila). Les tests oedométriques ont montré que le potentiel d'effondrement (C_p) du sol S_0 est égal à $5.02 > 1\%$, cet indice classe S_0 dans la zone des risques modérés à l'effondrement. Ce type de sol est non saturé, l'inondation détruit les liaisons intergranulaires avec ou sans chargement, ce qui diminue la succion matricielle et mobilise une réaction appelée résistance au cisaillement (τ). Dans le but de réduire son C_p , des doses de CH (0, 1, 2 et 3%) sont mélangées à S_0 . Les essais de compressibilités à l'oedomètre ont montré que la CH (3%), réduit le C_p à $0.85 < 1$ (non affaissable). Cependant les tests de cisaillement à la boîte ont indiqué l'évolution de la cohésion à 38kPa et la stabilisation l'angle de frottement interne à environ 10° dans les spécimens traités.

Mots clés: Sol affaissable, Argile rouge, Oedomètre, Cisaillement, Chaux

Thème 2 :

**Transferts dans les sols non
saturés**

ETUDE DU COMPORTEMENT MECANIQUE DES SOLS AFFAISSABLES TRAITES PAR LE MELANGE BENTONITE-CIMENT

Soumia BELLIL¹

¹Université Batna 2 Mostafa Ben Boulaid, Faculté de technologie,
Département de génie civil, Batna, Algérie
bellil.soumia88@gmail.com

Résumé. L'effondrement des sols non saturés est un phénomène très complexe qui fait intervenir un grand nombre de paramètres intrinsèques et environnants, auquel sont orientées plusieurs recherches ces dernières années. Notre travail consiste, à faire un lien entre l'essai de cisaillement à l'appareil triaxial et l'essai de simple consolidation à l'appareil oedométrique, sur des échantillons reconstitué au laboratoire à base d'argile et fines sableuses, humidifié à différentes teneurs en eau et soumis à différentes compacités. Cette étude nous a permis donc, de déterminer les paramètres mécaniques et d'apprécier la relation entre l'indice des vides et les propriétés mécaniques, qui donne un changement reflète la nouvelle nature du sol. Ces résultats sont observés sur les images au microscope électronique à balayage, on peut expliquer l'intérêt du traitement qui favorise la cimentation au niveau des contacts intergranulaires et connaître la transformation structurale, ce qui permet à la structure d'être plus stable.

Mots clés: triaxial, oedomètre, traitement, MEB, effondrement

PERFORMANCE OF PILES IN HEATING AND COOLING WITH GEOTHERMAL ENERGY

Kheira Belhamideche¹, Nadia Laredj^{1,2}, Mustapha Maliki^{1,2}, Mahi Eddine Brahimi¹,
Djihad Bennaceur¹, Missoum Hanifi^{1,2}

¹Laboratory of Construction, Transport and Environmental Protection LCTPE, University of Mostaganem-Algeria

²Department of Civil Engineering, Faculty of Science and Technology, University of Mostaganem-Algeria.

Abstract: The use of shallow geothermal systems (SGS) as an efficient technology for providing clean thermal energy has become more and more widespread around the world. These systems use the upper layers of the ground to heat and cool buildings with relatively high efficiency. At shallow depths, soils are generally in an unsaturated state, and unsaturated soil properties are essential for establishing a numerical model of geothermal heat transfer for use it in various practices.

The aim of this research work is to quantify and valorize this near-surface energy (superficial geothermal energy) using geo-piles by means of heat pumps. The various thermal properties of different types of soil will be determined and studied, and integrated into a numerical model "Comsol multiphysics", taking atmosphere-soil-HGHE interaction into account. The actual temperature at the ground surface and the transmission of energy to the building after capture by the energy piles during a reference annual period will be defined, with the aim of determining the potential of this energy

Key-words: renewable energy, Geothermal, Heat Transfer, geo-piles. Convection, conduction.

NUMERICAL INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF SPECIFIC HEAT CAPACITY ON TEMPERATURE DISTRIBUTION IN FLEXIBLE PAVEMENTS

Abdelhak BOUAFIA^{a,*} Nadjat BOUACHA^a Abdesselam BOUGUERRA^b

^aLaboratory of Management, Maintenance, and Rehabilitation of Equipment and Urban Infrastructures (InfraRES), Department of Civil Engineering, University of Souk-Ahras, P.O. Box 1553, Souk-Ahras 41000, Algeria

^bLaboratory of Physics of Matter and Radiation (LPMR), Department of Matter Sciences, University of Souk-Ahras, P.O. Box 1553, Souk-Ahras 41000, Algeria

Abstract : Temperature plays a crucial role in the design and longevity of flexible pavements, mainly due to its impact on the behavior of the asphalt layer, which varies with both time and temperature. Under low temperatures, asphalt concrete acts as a rigid material, but it softens as temperatures rise. The temperature distribution within flexible pavements is governed by heat transfer principles, encompassing conduction within the pavement structure and radiation and convection at the pavement surface. External climate factors such as solar radiation and air temperature are vital determinants of pavement temperatures. Additionally, the thermal physical properties of the pavement materials, including thermal conductivity and specific heat capacity, are critical in determining these temperature profiles. In this numerical study, we investigate the effect of the asphalt layer's specific heat capacity on pavement performance by simulating a two-dimensional road section using the finite element software Abaqus. We varied the specific heat capacity of the asphalt from 1000 to 15000 J/kg°C. The results indicate that a higher specific heat capacity can effectively reduce the temperatures within pavement layers, potentially mitigating pavement distresses like rutting. Therefore, this study supports using asphalt concrete with higher specific heat capacities to construct flexible pavements to improve their durability and performance.

Keywords: fem, flexible pavement, temperature, heat transfer, specific heat capacity, rutting

ETUDE EXPERIMENTALE DE L'INFILTRATION D'EAU ET D'UNE SOLUTION AQUEUSE DANS UNE ARGILE COMPACTEE

HAOUARI Leila¹, DERFOUF Feth Ellah Mounir², DERRAS Boumediene³, ZOUIDI Mohamed El-amine⁴,
BOUKHATEM Abderrahmane⁵

¹Laboratoire Modélisation et méthodes de calcul. Université Docteur Moulay Tahar Saida.

²Laboratoire eau et ouvrages dans leurs environnement, Université de Tlemcen/ Département de génie civil et Hydraulique Université Dr Moulay Tahar Saida.

³Laboratoire de RISAM, Université de Tlemcen, BP 230, 13048, Chetouane, Tlemcen. Département de génie civil et Hydraulique Université Dr Moulay Tahar Saida.

^{4,5}Département de génie civil et Hydraulique Université Dr Moulay Tahar Saida.

Résumé : L'analyse des écoulements dans les milieux poreux non saturés est complexe. Contrairement aux écoulements dans les sols saturés, où seuls interviennent les forces de frottement de l'eau sur les particules et la gravité, les écoulements dans les sols non saturés impliquent trois phases : particules de sol, eau et air.

Cet article présente les résultats d'essais d'infiltration verticale réalisés sur une argile de la région de Saida, initialement compactée à la densité maximale de l'optimum Proctor normal. Le dispositif expérimental développé et le programme d'essais ont permis de mettre en évidence l'influence de la teneur en eau initiale et de la salinité de l'eau infiltrée sur les valeurs de l'infiltration cumulée, de la vitesse d'infiltration et de la conductivité hydraulique saturée. Les résultats montrent qu'une augmentation de la teneur en eau entraîne généralement une diminution de l'infiltration cumulée, de la vitesse d'infiltration et de la conductivité hydraulique saturée. Cependant, l'ajout de NaCl à l'eau infiltrée a permis de réduire les vitesses d'infiltration, notamment en régime transitoire, et d'augmenter la conductivité hydraulique saturée.

Mots clés : Argile compactée, infiltration, teneur en eau, salinité, conductivité hydraulique saturée.

CONCEPTION D'UN OUTIL D'AIDE POUR L'EVALUATION DE LA PERMEABILITE DES SOLS NON SATURES PAR LA METHODE DE VANAPILLI 2002

Leila Adjal¹, Youcef Mokeddem¹, Dalila Laouachedi¹, Fatiha Ait Ahmed¹
Youcef Mokeddem¹, Kamel Ait Tahar¹

¹Bouira university

Résumé. La détermination du coefficient de perméabilité des sols non saturés (kunsat) par le biais des essais de laboratoire ou in situ s'avère être une tâche chronophage et laborieuse. Cette complexité a motivé les chercheurs dans ce domaine à élaborer des modèles mathématiques visant à estimer ce coefficient à partir de paramètres facilement mesurables. Chaque modèle doit être appliqué à un nombre maximal d'échantillons de sol afin de comparer ses résultats aux données obtenues par des essais et/ou aux résultats fournis par d'autres modèles existants; ces procédures visent à évaluer la fiabilité de chaque modèle en fonction du type de sol, de sa composition chimique, aussi en les comparant avec les résultats des autres modèles. Dans le but d'améliorer de telles études et de faciliter le travail des chercheurs dans ce domaine, nous avons conçu un système d'aide reposant sur le langage de programmation Python qui est basé sur la programmation orientée objet. Notre système est capable d'estimer (kunsat) en utilisant le modèle de Vanapilli (2002), de comparer les résultats obtenus avec les données d'une base de données composée de 200 échantillons et ainsi déduire la fiabilité du modèle de Vanapilli pour le sol étudié.

Mots clés: perméabilité non saturée, sol non saturé, modèle de Vanapilli (2002), Système d'aide, Python.

EFFET DES PROPRIETES PHYSIQUES DES SOLS NON SATURES SUR LE TRANSFERT D'ENERGIE GEOTHERMIQUE

Djihad Bennaceur¹, Nadia Laredj^{1,2}, Mustapha Maliki^{1,2}, Hanifi Missoum^{1,2}, Mahi Eddine Brahimi¹,
Kheira Belhamideche¹

1 Construction, Transportation and Environmental Protection Laboratory (LCTPE), Mostaganem.

2 Department of Civil Engineering, Faculty of Science and Technology, University of Mostaganem.

Djihed28@gmail.com

Résumé : Les énergies renouvelables sont une préoccupation majeure qui a pour but de réduire les 4 problèmes d'énergie et de changement climatique. La géothermie est une énergie extraite du sol en 5 utilisant des géo-structures énergétiques afin de les utiliser dans le chauffage et le rafraîchissement des 6 bâtiments. Les propriétés physiques du sol, telles que la composition, le degré de saturation, et la teneur 7 en eau, ont un impact important sur le transfert de chaleur et de masse dans le sol, ainsi que l'importance 8 de l'énergie géothermique. Le but principal de ce travail est d'étudier l'effet des propriétés physiques 9 des sols non saturés sur le transfert d'énergie géothermique. Des équations différentielles ont été 10 dérivées pour déterminer le bilan énergétique à la surface du sol couplé au transfert hydro-thermique 11 dans les sols non saturés. Un modèle numérique sera établi afin de modéliser l'effet des conditions 12 climatiques sur le transfert d'énergie géothermique dans les sols non saturés en fonction de ses 13 propriétés physiques et de déterminer les sols les plus performants. 14

Mots clés : Energie Géothermique, Bilan énergétique, Conductivité thermique, Transfert dans les sols 15 non saturés, Rayonnement.

Thème 3 :

Sismicité des sols non saturés et sollicitations dynamiques

DYNAMIC LIQUEFACTION POTENTIAL OF UNSATURATED SAND

Y. Shamas^{1,2*}, K. H. Tran³, H. Wenhao^{1,2}, S. Imanzadeh^{1,2}, S. Taibi², E. Rivoalen¹

¹ INSA Rouen Normandie, Normandie Univ, LMN UR 3828, F-76000, Rouen, France.

² Normandie Université, UNIHAVRE, Laboratoire Ondes et Milieux Complexes, CNRS UMR 6294, Le Havre, France.

³ Thai Nguyen University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Environment, Thai Nguyen province, Vietnam.

* Youssef.shamas@insa-rouen.fr

Abstract : Recently, a growing focus on studying the liquefaction potential of unsaturated soils has started. It has been discovered through recent studies that even under specific conditions of unsaturation, consolidation, and density, unsaturated soils can liquefy. In this study, in order to better understand this phenomenon, experimental laboratory tests were performed using dynamic triaxial tests in undrained conditions with 100 kPa of initial effective stress using a strain-controlled loads on unsaturated Hostun sand RF. During the undrained dynamic testing phase, the change in sample volume was measured and by that the saturation degree evolution is analysed. Afterward, the sample was reconsolidated and then fully saturated before removing it. Then, the final characteristics of the sample were determined based on the considered conditions. The volume change of the pressure controllers was used to calculate the volume change of the sample during each phase of the test.

This paper presents the results of three different tests conducted on the unsaturated Hostun sand RF. The first one involved a relative density of 71% (relatively dense) with saturation degree of 96% and the second one with initial relative density of 55% and saturation degree of 85% which showed liquefaction under strain controlled dynamic loads in undrained conditions. Finally, the third test focused on a poorly saturated sample with relative density of 55% and initial saturation degree of 62% which interestingly didn't show any liquefaction potential even after 50 cycles of applied load. These results show that there is a threshold saturation degree to liquefy the sand, depending on both initial relative density and isotropic consolidation.

Keywords: Unsaturated Soil, Dynamic Liquefaction, Triaxial Tests, Hostun sand RF, Consolidation.

VALORIZATION OF DREDGED SEDIMENTS OF BOUHANIFIA DAM

Zakia Nawel BADID¹, Souad Amal BOUROKBA¹, Moulay Smaine GHEMBAZA²,
Abdelkader HACHICHI¹

¹Laboratoire matériaux Sol et Thermique (LMST) University of Sciences and Technology Mohamed Boudiaf , Oran, Algeria.

²Civil Engineering and Environment Laboratory. University of Sidi Bel-Abbès, Algeria.

Abstract : In Algeria, the siltation phenomenon affects all the dams where more than 32.106 m³ of sediment settle each year at the bottom of these reservoirs, and the Algerian ports lost an average of 1 to 2 m of depth.

By default, once sediments are out of the water, they are considered waste. Dredged sediments are a mixture of sand, silt and clay. Despite natural resource depletion, these sediments still represent a significant potential source of alternative materials. Various research projects have been carried out in order to develop, in compliance with regulations and environmental and health conditions, the use of the best available technology at an economically acceptable cost. Thus, road engineering red brick and cement and concrete formulation are being upgraded through the use of experiments on various dredging sediments.

The objective of this work is to study the post-dredging problem of sedimentary dams, and to identify and valorize dredging mud from the Bouhanifia dam after being treated with cement and lime and studying their effect on the bearing characteristics and compressive strength of the material, so that mechanical stabilization in road construction could be one of the benefits of dredged sediments. The current study suggests the feasible use of dredging sediment treated with cement and lime as road embankment.

Keywords : Bouhanifia dam, dredging sediments, cement, lime, road embankment.

COMPORTEMENT DYNAMIQUE NON-LINEAIRE D'UNE FONDATION CIRCULAIRE PLACEE À LA SURFACE D'UN SOL NON SATURÉ SOUMISE À DES FRÉQUENCES DE CHARGEMENT VARIABLES

Sofiane BEKAKRA¹, Badreddine SBARTAI¹

¹ Badji Mokhtar Annaba University

Résumé. L'analyse du comportement des fondations sous des charges dynamiques s'est considérablement développée au cours des quatre dernières décennies. Les exigences de sécurité strictes imposées à la conception de certains types de structures ont joué un rôle particulièrement important dans le développement des méthodes analytiques et numériques. Afin de comprendre le comportement dynamique non-linéaire des fondations, une série de modèles axisymétriques ont été réalisés sur le logiciel de calcul par éléments finis **PLAXIS 3D**. La prise en compte de l'interaction sol-structure dans l'analyse du comportement dynamique des fondations permet de prendre en considération de manière réaliste l'influence du sol sur ses vibrations. Différentes configurations de modèles rhéologiques du sol seront étudiées (linéaire et non-linéaire). En outre, la propagation des vibrations sur le sol environnant a été étudiée. Pour réduire le temps de calcul, seul un quart de la géométrie globale est modélisé, en utilisant des conditions limites de symétrie le long des lignes de symétrie. L'amortissement physique dû aux effets visqueux est pris en compte via l'amortissement de Rayleigh. De plus, en raison de la propagation des ondes radiales, l'amortissement géométrique peut être important pour atténuer la vibration. La modélisation des limites est l'un des points clés dans le calcul de la dynamique. Afin d'éviter les réflexions d'ondes parasites aux frontières du modèle des conditions spéciales doivent être appliquées afin d'absorber les ondes atteignant les frontières. Une étude comparative a été effectuée entre les deux modèles et des conclusions ont été émises. Les résultats obtenus ont montré que la prise en compte de la non-linéarité du sol joue un rôle important sur la réponse dynamique de la fondation.

Mots clés : Fondation, Comportement dynamique, Interaction sol-structure, Non-linéaire, Sol non saturé, Fréquences

Thème 4 :

**Eco-construction en terre
crue**

STUDY OF CRACKING BEHAVIOR OF COMPRESSED EARTH BLOCKS CEB THROUGH IMAGE CORRELATION

Boumediene SERBAH*¹, Benaouda YOUBI², Moussaab HARICHE³, Nabil ABOU-BEKR⁴, Said TAIBI⁵

¹ University of Tiaret, Algeria,

² University of Bechar, Algeria

³ University of Djelfa, Algeria

⁴ University of Tlemcen, Algeria

⁵ University of Le Havre, France

*Corresponding author's e-mail: boumediene.serbah@univ-tiaret.dz

Abstract. The analysis of cracking behavior of compressed earth blocks involves monitoring the time-dependent hydro-mechanical properties of the samples during free drying. Among these behaviors, shrinkage phenomena that occur as a result of drying can be significant. An experimental study was conducted on samples compacted at a specific energy and water content, referenced to the modified Proctor optimum. The targeted compressed earth block, named NS-30, consists of 70% dredged sediment and from the Bakhadda dam located in western Algeria and 30% local sand. The experimental setup consists of a plate placed on a balance to track the material's water loss during drying. Shrinkage and cracking are monitored using a camera that captures images at targeted time intervals. Deformation and displacement results are obtained through the analysis of digital image correlation using VIC 2D, allowing for the control of shrinkage cracks, analysis of tensile stresses around the cracks, and understanding the effects of compaction in preventing the occurrence of micro-cracks in NS-30.

Keywords: Earthen material, Image correlation, Crack, Compaction, Suction.

ANALYSE DE L'INFLUENCE DU TYPE DE SOL ET SA TENEUR EN EAU SUR L'ABSORPTION ET LA POROSITE D'UNE BRIQUE EN TERRE CRUE COMPRESSEE ET STABILISEE PAR LA METODOLOGIE DES PLANS D'EXPERIENCES

Sabah Touahria, Bencheikh Mohamed

Laboratoire développement des Géo matériaux (LDGM)- Université Mohamed Boudiaf- Msila-Algérie

Résumé : Cette recherche expérimentale vise à examiner l'impact du type de sol sur l'absorption et la porosité d'une brique de terre crue comprimée et stabilisée. Des échantillons ont été préparés et évalués en fonction de leur résistance à la compression, leur absorption d'eau par capillarité, leur absorption d'eau par immersion totale, leur porosité, et leur perméabilité à l'eau. Les résultats démontrent que le mélange de terre (rouge) de type sableux se combine bien avec l'argile (grise) pour produire la composition optimale, atteignant une résistance à la compression moyenne de 13 MPa, une porosité moyenne de 7.7% et un taux d'absorption de 4.14%.

Mots clés : Brique de terre crue, Teneur en eau, Absorption par capillarité, Porosité, Perméabilité.

INVESTIGATION SUR LES PROCÉDES DE MISE EN ŒUVRE EXPERIMENTALE D'UN BETON DE TERRE CRUE : IMPACT SUR LA PERFORMANCE MECANIQUE

Atmane KATTI^{1,2}, Saber IMANZADEH^{1,2}, Armelle JARNO², Tariq OUAHBI², Said TAIBI², Eduardo SUZA DE CURSI¹

¹INSA Rouen Normandie, Normandie Univ, LMN UR 3828, F-76000, Rouen, France.

²Normandie Université, UNIHAVRE, Laboratoire Ondes et Milieux Complexes, CNRS UMR 6294, Le Havre, France.

Résumé. Les enjeux écologiques, environnementaux et économiques encouragent aujourd'hui l'utilisation des matériaux à base de terre crue, qui présentent un impact carbone très limité avec une consommation d'énergie grise quasiment nulle, que ce soit dans les phases de transformation ou de transport, car c'est un matériau à très faible coût de fabrication composé généralement des constituants biosourcés accessibles, disponibles et recyclable. Il existe différentes techniques pour construire en terre crue : l'adobe, la bauge, le pisé, la brique de terre comprimée (BTC) et la terre coulée où le procédé de mise en œuvre est similaire à celui d'un béton traditionnel. Bien que l'ajout de bio-liants à la terre soit à terme le but recherché, on a encore parfois recours à des liants minéraux en faible quantité pour atteindre les performances mécaniques requises pour son utilisation dans l'aménagement des travaux publics et du bâtiment. La comparaison des études menées sur ce matériau s'avère souvent difficile car les protocoles expérimentaux sont souvent différents et la matière première 'terre' présente des caractéristiques granulométriques différentes. Afin d'établir des normes et recommandation pour ce matériau, il convient de rationaliser les procédés de mise en œuvre en établissant des protocoles de fabrication. L'objectif de l'étude consiste à comparer les différentes méthodes de préparation du béton de terre crue en lien avec la résistance à la compression atteinte en insistant sur les points délicats associés à cette mise en œuvre expérimentale comme la dessiccation induisant la non saturation et son impact sur les performances mécaniques.

Mots clés : Béton en terre crue, Protocoles expérimentaux, Dessiccation, Résistance à la compression

ANALYZING THE HYGROTHERMAL REGULATION (WATER VAPOR RESISTANCE) OF A COMPRESSED AND STABILIZED RAW EARTH BRICK THROUGH EXPERIMENTAL DESIGN: IMPACT OF SOIL PROPERTIES, MOISTURE CONTENT, PRESSING RATE, AND CURING METHOD

Meriem LAMMARI¹, Mohamed BENCHEIKH²

¹ Laboratory Development of Geo-Materials, Mohamed Boudiaf M'sila University, M'sila, Algeria,
meriem.lammari@univ-msila.dz

Abstract: Earthen constructions are becoming popular for their ecological nature and efficient hygrothermal regulation. These buildings use locally sourced materials such as soil and sand, which significantly reduces the carbon footprint compared to traditional building materials. Their natural permeability allows them to adjust indoor moisture levels by absorbing or releasing ambient moisture. In addition, earthen constructions have excellent thermal inertia, which allows them to efficiently store and distribute heat, thus reducing the need for additional heating and cooling. To better understand the humidity and temperature regulation capacity of earth bricks, a study was conducted, in order to evaluate the influence of earth characteristics, the compression ratio and the hardening method on the hygrothermal properties of the bricks. Different brick samples were produced with variable parameters, and their humidity and storage/release temperature, as well as water vapor resistance, were measured and analyzed. The study revealed that the characteristics of the mixture composition, significantly affect the hygrothermal regulation capacity of the bricks. Optimal moisture regulation is achieved by maintaining an appropriate parameters in the mixture. In addition, the compression ratio and the hardening method used also have an impact on the hygrothermal properties of the bricks, resulting in variations in porosity, absorption and water vapour resistance.

Keywords: Hygrothermal properties, Raw earth brick, Compression rate, Curing method.

MECHANICAL BEHAVIOUR OF RAW EARTH TREATED WITH OMSW BIO SOURCED BINDERS

Raja Jamli^{1,2}, Saïd Taïbi¹, Mehrez Jamei², Oualid Limam², Armelle Jarno¹, Saber Imanzadeh³

¹ Normandie Univ., UNIHAVRE, CNRS, LOMC, 76600 Le Havre, France

² National Engineering School of Tunis, Tunis El Manar university BP 37, le Belvédère, Tunisia

³ Normandie Univ., INSA Rouen Normandie, LMN, 76000 Rouen, France

Abstract : The production of concrete is well known as a high energy consumption and substantial carbon dioxide emissions. Consequently, the raw earth construction may be considered as emerged significant alternative for environmental conservation and mitigation of global warming. The ecological issue of raw earth stabilized by mineral binders remains an opened question to reduce the carbon emission. Organic binders would therefore constitute promising stabilizers for modern constructions in raw earth. Considering the fact that our interest was focused on the olive oil wastes, especially is some Mediterranean countries which produce important quantities, and the issue of their reuse in different applications remains an important challenge. The objective of this paper is to study the compressive strength of the composite compacted raw earth matrix resulting from the mixing of olive solid waste provided from milling procedure referred to as Olive Mill Solid Waste (OMSW). Series of unconfined compression strength (UCS) tests were carried out on a silt sandy soil and a clayey soil. This study tests the effects of the percentage of OMSW on the

UCS. The results show that for a given water content and fixed curing time, the Unconfined Compressive Strength UCS increases with the Olive mill solid waste (OMSW) content. Nevertheless, we define a maximum threshold of OMSW above it UCS decreases. The results highlighted an effective role of OMSW as a stabilizing bio-binder of raw earth.

Keywords: Raw earth; organic binders; biopolymers; mechanical behaviour; Olive mill solid waste (OMSW).

EVALUATION OF THE EFFECT OF SOIL GRADATION, SAND, AND SOIL TYPE ON THE HYDRO-MECHANICAL BEHAVIOUR OF A COMPRESSED STABILIZED RAW EARTH BLOCK USING EXPERIMENTAL DESIGN METHODOLOGY

Smail SAADI¹, Mohamed BENCHEIKH¹

¹ Laboratoire développement des Géomatériaux Université Mohamed boudiaf msila

Abstract When a mud brick is compacted and stabilized, the soil's gradation and type can greatly influence its hydro-mechanical properties. The grain size of the soil, can impact the brick's density and compressive strength. Typically, the finer the clay, the denser and stronger the brick. Studies have found a direct correlation between the clay content of the soil and its water absorption capacity. Unlike sandy soils, this negatively impacts its hydro-mechanical behaviour, yielding positive results. In essence, the softness and nature of the soil, along with its water content, are crucial factors that can significantly affect the hydro-mechanical behaviour of compacted and stabilized raw earth bricks. Utilizing the design of experiments methodology has enabled us to comprehend the impact of soil gradation and type on brick porosity and water absorption, and the extent of their influence on their strength, durability, and sustainability. Furthermore, the results indicated that the bricks compressed at an optimal rate and cured under suitable conditions exhibited superior strength and more regulated porosity.

Keywords: Raw earth, Porosity, Absorption, Hydro mechanical behaviour.

ECO-MATERIAU DE CONSTRUCTION A BASE DE TERRE CRUE -CAS DE DJIBOUTI.

F. FARAH OMAR¹, S. TAIBI¹, B. DUCHEMIN¹

¹ Université Le Havre Normandie, LOMC, UMR 6294 CNRS, 53, rue Prony, 76600 Le Havre, France
faiza.farah-omar@etu.univ-lehavre.fr, said.taibi@univ-lehavre.fr, benoit.duchemin@univ-lehavre.fr

Résumé : Ce document expose les travaux expérimentaux réalisés dans le cadre de la valorisation des éco-matériaux locaux, en milieu aride et non-saturé, en particulier le sol rouge de la région de Djibouti, en vue de la fabrication de blocs de terre comprimés (BTC). L'étude expérimentale débute par la caractérisation physico-chimique du matériau, suivie de l'analyse du comportement hydro-mécanique. A partir de la caractérisation géotechnique selon à la norme NF EN ISO 17892-4, le sol rouge a été classé comme limon très plastique selon la classification LPC-USCS. En accord avec les recommandations de CRaTerre, le matériau a été compacté à une densité sèche de 1,9 g/cm³ et une teneur en eau de 15%. Les propriétés mécaniques du sol ont été évaluées par des essais de compression simple (UCS), révélant une résistance moyenne d'environ 3 MPa.

Par ailleurs, des essais triaxiaux ont été réalisés sur des éprouvettes compactées dans des conditions saturées et non saturées afin de déterminer le critère de rupture de Mohr-Coulomb du matériau, à savoir l'angle de frottement et la cohésion. On observe que la cohésion augmente avec la diminution du degré de saturation.

Mots clés : Sol non-saturé, Eco-matériaux, BTC, hydro-mécanique, construction durable.

EFFECT OF BENTONITE CLAY ON THE COMPACTED SOIL PROPERTIES

Abdelkader ZERROUK¹, Abdelkader BOUGARA^{1*}, Abdelkader KADRI¹, Nasreddine MEZIANE²

¹ Laboratory of structures, geotechnic and risks, The university Hassiba Benbouali of Chlef

² Faculty of civil engineering and architecture, The university Hassiba Benbouali of Chlef

* Correspondent author, email: aekbougara@hotmail.com

Abstract : Selecting the moisture content to compact the soils to obtain optimum properties is important. In this study, the influence of the optimum moisture content on the strength, elasticity modulus, and strain energy of three compacted soils were investigated. The three soils used in this study had clay to sand ratio of 80:20 (clay), 50:50 (clayey sand), and 20:80 (sandy clay) respectively. The soils were compacted using the Harvard Miniature method. For the clay soil, the optimum moisture content representing the dry density, elasticity modulus, strength and strain energy varied from 10 to 13.6 with a mean of 11.65 and covariance of 0.15. For the clayey sand, the OMC varies from 21.4 to 24.8 with a mean of 22.45 and covariance of 0.07. For the last category of soil (sandy clay), the OMC varies from 29.3 to 30.2 with a mean of 29.73 and a covariance of 0.016. Hence based on the type of compaction effort and the type of soil investigated the optimum water content for all the properties of interest for each soil was very similar. The results found showed that dry density is proportional to the used amount of sand. More strain energy is needed for clayey sand (S50% B50% is used). Scarce properties were obtained for sandy clay (S20% B80%).

Keywords: moisture, bentonite, sand, elasticity modulus, strength, strain energy.

COMPORTEMENT DE LA BRIQUE DE TERRE COMPACTEE STABILISEE A LA FUMEE DE SILICE VIS-A-VIS DES ATTAQUES AUX SELS

Ahmed Abdelmadjid AIT SALEM¹, Assia BENCHOUK¹, Naima BELAYACHI²

¹ Université de Tlemcen, Laboratoire Eau et Ouvrages dans Leur Environnement (EOLE), Tlemcen, BP 230, Algérie.

² Université d'Orléans, Université de Tours, INSA CVL, Laboratoire de Mécanique Gabriel Lamé, Polytech Orléans, 8 rue Léonard De Vinci, 45072 Orléans, France,

Résumé : Les applications utilisant les sols compactés non saturés, sont multiples. Parmi les plus fréquentes, les remblais routiers, les barrages, les centres de stockage de déchets et les briques de terre compressée BTC utilisées dans la construction en terre. Ces dernières années, les études sur les BTC se sont multipliées. Cet axe de recherche est boosté par l'utilisation des éco-matériaux dans la construction afin de préserver l'environnement. La BTC a de multiples avantages (matériau terre en abondance selon les régions et les gisements existants, éco-matériau local avec des distances de transport faible), mais présente une vulnérabilité à l'eau suite au changement rapide de la teneur en eau et du degré de saturation du matériau. L'exposition de la BTC à l'eau toute seule (remontée capillaire) ou chargée de sels (zones côtières) peut entraîner des dégradations du matériau et diminuer ainsi ses caractéristiques mécaniques.

Dans ce travail expérimental, nous nous intéressons au comportement à l'eau et aux sels de la BTC stabilisée à la fumée de silice. Les échantillons sont fabriqués à base d'un tuf de la région de Beni-Saf stabilisés avec 10% de fumée de silice. L'étude du vieillissement accéléré des échantillons compactés statiquement à l'aide d'une presse au laboratoire, est réalisée par des cycles d'humidification-séchage en utilisant l'eau et les solutions salines. Deux types de sels ont été utilisés dans notre étude, le chlorure de sodium NaCl et le sulfate de sodium Na₂SO₄ avec une concentration de 14%, suivant la norme EN 12370. Les échantillons ont été préalablement conservés dans un film en plastique et séchés dans une étuve à 40°C jusqu'à masse constante.

Les résultats ont montré que l'ajout de la fumée de silice rend la BTCs plus résistante à l'eau et aux solutions salines.

Mots clés : Brique de terre compactée, tuf, fumée de silice, sulfate de sodium, chlorure de sodium

USING CASEIN AS A SUSTAINABLE ADDITIVE FOR ENHANCED PERFORMANCE OF COMPRESSED EARTH BLOCKS

Abdessalam NOUAOURIA¹, Mohamed Salah NOUAOURIA¹

Université 8 mai 1945 Guelma

Abstract : In industrialized countries, there is a growing policy focus on energy consumption in the building sector, with Algeria standing out as a significant consumer, accounting for approximately 41% of total final energy usage. Recognizing our pivotal role in addressing pressing environmental concerns, we are undertaking initiatives to mitigate this. This includes conducting mineralogical and geotechnical analyses on soil samples sourced from Djebel Debagh quarry, and recent laboratory tests on raw earth bricks have underscored the benefits, particularly in terms of compressive strength. Moving forward, our objective is to enhance this strength further by introducing additives to the base soil in the production of compressed earth bricks.

Keywords: geotechnical characterization, compressed earth bricks, raw earth, compressive strength, laboratory tests.

EFFET DU TYPE DE SOL (SABLEUX ET/OU ARGILEUX) ET DE TENEUR EN EAU SUR LA PERMEABILITE A L'EAU D'UNE BRIQUE DE TERRE CRUE COMPRESSEE ET STABILISEE PAR LA METHODOLOGIE DES PLANS D'EXPERIENCES

Sabah TOUAHRIA, Mohamed BENCHEIKH

Laboratoire développement des Géo matériaux (LDGM)- Université Mohamed Boudiaf- Msila-Algérie

Résumé : Cette recherche expérimentale vise à examiner l'impact du type de sol sur la perméabilité à l'eau et l'absorption d'une brique de terre crue comprimée et stabilisée. Des échantillons ont été préparés et évalués en fonction de leur résistance à la compression, leur absorption d'eau par capillarité, leur absorption d'eau par immersion totale, leur porosité, leur réaction aux ultrasons, et leur perméabilité à l'eau. Les résultats démontrent que le mélange de terre (rouge) de type sableux se combine bien avec l'argile (grise) pour produire la composition optimale, atteignant une résistance à la compression moyenne de 17 MPa, une porosité moyenne de 7.7% et un taux d'absorption de 4.5%.

Mots clés : Brique de terre crue, Teneur en eau, Absorption par capillarité, Porosité, Perméabilité à l'eau.

DURABILITY ASSESSMENT OF KSOUR: A CASE STUDY ON BRICKSTONE WALL CONSTRUCTION USING LOCAL MATERIALS

Youcef ABIMOULOUD, Nabil KEBAILI and Mohamed DJOUHRI

Department of Civil Engineering and Hydraulics, Faculty of applied Sciences, University Kasdi Merbah Ouargla, EVRNZA

Laboratory, Ouargla Algeria.

E-mail: youabi@hotmail.com

Abstract: The research investigates the durability aspects of Ksour, traditional fortified villages, focusing on the brick stone construction method using local source materials. The study aims to assess the long-term sustainability and resilience of these structures in the face of environmental and climatic challenges.

Even the main important aggressive agent in arid areas is the hygrometry, the present paper focus and analyses the effect of moisture on the mechanical strength of the components of masonry wall (brick stone, clay and traditional plaster called 'Timshemt').

The study show that moister of 10% can affect the strength of the wall by 28% of its initial value. So a little rate of moisture in walls can affect hardly its mechanical strength and can causes consequently the destroying of our Ksour.

Keywords: Ksour, Brick stonewall, Local materials, Sustainable construction.

Thème 5 :

Physique des sols non saturés - milieux naturels et cultivés

TRAITEMENT D'UN SOL AFFAISSABLE (REGION DE AIN NOUISSY (MOSTAGANEM) PAR UN AJOUT DE SCORIE

BOUALLA N., HADJADJ F.Z., DRAOUA Z.

Université des Sciences et de la Technologie d'Oran, Laboratoire de Matériaux, Sol et Thermique.

Auteur Correspondant : nibrasnabila@yahoo.fr; nabila.boualla@univ-usto.dz

Résumé. Le défi majeur pour les ingénieurs géotechniciens réside dans la construction de structures sur des sols affaissables en raison de la diminution subite de leur volume lorsqu'ils sont soumis à l'humidification. Ces sols sont rencontrés surtout dans les régions arides et semi arides.

Le présent article est une contribution à l'étude du comportement des sols affaissables, et au traitement physique de ce phénomène avec la scorie, en vue d'améliorer les caractéristiques mécaniques de ce type de sol et de diminuer son effondrement lors de son humidification.

Les essais pour réaliser l'efficacité du traitement utilisé sont les essais de limites d'Atterberg (NF P 94-051). Cette étude montre des résultats satisfaisants en réduisant le potentiel d'affaissement.

Mots clés: Potentiel d'affaissement, Sol de AIN NOUISSY, Traitement, Scorie.

BIOCHAR PARTICLE SIZE EFFECTS ON THE MECHANICAL CHARACTERIZATION OF RIVER SAND

Mohammed MEGROUSSE¹ | Abdellah CHERIF TAIBA^{1,2} | Youcef MAHMOUDI¹ | Zoubir ISMAIL¹ | Madouni ELHADJ¹

¹Laboratory of Material Sciences & Environment, Hassiba Ben Bouali, university of Chlef (Algeria)

²Laboratory of Architecture, Cities and Environment, Hassiba Ben Bouali, university of Chlef (Algeria)

Correspondent author email

m.megrousse22@univ-chlef.dz

Abstract This laboratory study is proposed to investigate the influence of biochar particle size in terms of maximum diameter ($D_{max} = 4.00$ mm, 2.00 mm, and 0.63 mm) on the mechanical response of granular soils. Additionally, an experimental protocol using the Casagrande shear box is performed to identify the different mechanisms governing the mechanical behavior of these materials and to confirm the existence of possible relationships between biochar characteristics and the maximum shear strength of Chlef sand-biochar mixtures considering the biochar content parameter ranging from $F_{bio} = 10\%$ to $F_{bio} = 30\%$. In general, the results confirm that increasing the maximum diameter of biochar particles (D_{max}) induces a significant increase in the shear strength of sand-biochar mixtures. Moreover, the findings demonstrate that the maximum diameter (D_{max}) is a very relevant factor in predicting the shearing resistance of the different sand-biochar mixtures considered.

Keywords: Sand, Biochar particle size, shear box, mechanical behaviour.

SHEAR STRENGTH CHARACTERISTICS OF A SAND-BENTONITE MIXTURE: INFLUENCE OF MINIMUM PARTICLE SIZE

Hamou Azaiez^{1,2*}, Abdellah Cherif Taiba², Youcef Mahmoudi², Amine Taibi², Mostefa Belkhatir²

¹Laboratory of Structures Geotechnics and Risks, University of Chlef, Algeria.

²Laboratory of Materials Sciences and Environment, University of Chlef, Algeria.

*Corresponding author, E-mail: ha.azaiez@univ-chlef.dz

Abstract. Sand-bentonite mixtures have a notable impact on various civil engineering activities, including the optimization for stable engineered barriers, enhancing impervious liners and earth dams. The influence minimum and mean particle sizes (D_{min} & D_{50}) on the shear strength of sand-bentonite mixture is studied in this paper. To achieve this goal, a series of direct shear strength tests was conducted on three sand samples ($D_{min} = 0.08$ mm, 0.63 mm, 2.00 mm; with $D_{max} = 4.00$ mm) mixed with four bentonite contents (0%, 10%, 20%, 30%) and three normal stresses were applied. The test results showed clearly the impact of bentonite material on the mechanical behavior of the sand classes under study, where an increase in the bentonite content reduces the shear strength of the examined samples. In addition, the obtained data confirm that the minimum particle size could be considered a reliable factor in the prediction of the friction angle of the tested sand-bentonite mixtures.

Keywords: Minimum particle size, Direct shear strength, Sand-Bentonite mixture, Mean particle size, Friction angle.

HYDROMECHANICAL BEHAVIOR OF SUDDEN COLLAPSE SOILS IN THE METLILI REGION, ALGERIA

Ali FERNANE¹, Mohamed Salah LAOUAR¹, Salah MESSAST², Samir BENMOUSSA³, Nafaa AYEB⁴, Saida GUERAIDIA¹, Abderrahim MIHOUBI¹

¹ Department of Civil Engineering, Larbi Tebessi University, Tebessa, Mining Laboratory

² Department of Civil Engineering, University 20 August 1955 -Skikda, Algeria

³ Department of Civil Engineering, University Batna 2, NMISSI Laboratory, University of Biskra

⁴ National Engineering School of Tunis El Manar, LR14ES03, Tunisia

Abstract Unsaturated soils undergo various solicitations, such as drying, wetting due to climate changes, precipitation, evapotranspiration, and fluctuations in groundwater levels. These factors lead to continuous variations in their suction capacity. Recent research has demonstrated that retention curves allow the characterization of stress in an unsaturated soil and the evaluation of its strength parameters. This study aims to analyze the additional contribution of shear strength due to suction variations and its impact on the soil settlement process. Soil samples were collected from the Metlili Valley, an arid region located southwest of Ghardaïa. These soils were subjected to compressibility and shear tests, as well as suction measurements. To cover a wide range of suction values, different measurement and imposition techniques were used, including the filter paper method for wetting and the saline solutions method for suction imposition. Several approaches, such as the Wathman 42 filter paper method ASTM D 5298-10[1]. Were employed to indirectly measure suction. The results obtained highlight significant volume changes and settlement deformations associated with a decrease in suction.

Keywords: Collapse potentials, Suction, Unsaturated soil, Shear strength.

ANNUAIRE DES AUTEURS CORRESPONDANTS DES ARTICLES

	Nom et Prénom		Université d'origine	Adresse mail
1	ABIMOULOUD	Youcef	University of Ouargla	youabi@hotmail.com
2	ADJAL	Leila	Bouira university	l.adjal@univ-bouira.dz
3	AIT SALEM	Abdelmadjid	Université de TLEMCEM	aits.madjid@gmail.com
4	AMRANE	Moussa	University of Batna 2	mousaique2000@yahoo.fr
5	ARAB	Maria	Université de Chlef	m.arab22@univ-chlef.dz
6	ASSELI	Aymen Elouanas	Université de Chlef	a.asseli@univ-chlef.dz
7	AYEB	Nafaa	Univ. of Tunis El Manar	ayebnafaa@gmail.com
8	AZAZIEZ	Hamou	Université de Chlef	ha.Azaiez@univ-chlef.dz
9	BADID	Nawel Zakia	Usto oran	n.z.badid@gmail.com
10	BEKAKRA	Sofiane	Annaba University	bekakra.sofiane@gmail.com
11	BELHAMIDECHE	Kheira	Université Mostaganem	belhamideche1805@gmail.com
12	BELLIL	Soumia	Université Batna 2	Bellil.soumia88@gmail.com
13	BENCHEIKH	Karim	université annaba	koukou_bencheikh@yahoo.fr
14	BENMOUSSA	Samir	batna2 university	s.benmoussa@univ-batna2.dz
15	BENNACEUR	Djihad	Mostaganem University	djihed28@gmail.com
16	BENREBOUH	Imed	Unvierty Ferhat Abbas Setif 1	imedbeen@gmail.com
17	BOUACHA	Nadjet	université de souk-ahras	n.bouacha@yahoo.fr
18	BOUAFIA	Abdelhak	Souk-Ahras university	a.bouafia@univ-soukahras.dz
19	BOUALLA	Nabila	USTO MB	nibrasnabila@yahoo.fr
20	BOUCHEMELLA	Salima	University of Souk Ahras	salima.bouchemella@univ-soukahras.dz
21	BOUDRA	Hafida	université des sciences et de la technologie d'Oran	boudrahafida@yahoo.fr
22	BOUKEFFOUSSA EL ROUL	Abdelnacer	Universite Hassiba Benbouali Chlef	ab.boukeffoussa-elroul@univ-chlef.dz
23	BOUNOUARA	Zohra	USTO Oran	bounouarazahra@gmail.com
24	CHAMMA	Fatma Zohra	Université de Chlef	f.chamma22@univ-chlef.dz
25	CHEGROUCHE	Rabab	Université de Tebessa	chegroucherabab@gmail.com
26	DAHEUR	Elhadj Guesmia	Université de Ghardaia	daheur86@yahoo.fr
27	DEBOUCHA	Sadek	University of Bordj Bou Arreridj	s.deboucha@univ-bba.dz
28	DJELLOUL	Ramzi	Usto - Oran	ramzi.djelloul@univ-usto.dz
29	FARAH OMAR	Faiza	Université du Havre Normandie	faiza.farah-omar@etu.univ-lehavre.fr
30	FERNANE	Ali	Université de Tebessa	ali.fernane@univ-tebessa.dz
31	GHEMBAZA	Moulay Smaine	Université de Sidi Bel-Abbès	amelz.cherifi@gmail.com
32	HAFHOUF	Ilyas	University de Setif	ilyas.hafhouf@gmail.com
33	HAOUARI	Leila	University of Saida	haouarileila4@gmail.com
34	HIDJAZI	Abdessamed	Unversity oh Bechar	hidjazi.abdo@gmail.com
35	JAMLI	Raja	Université le Havre /L'école d'ingénieurs de Tunis	raja.jamli@etu.univ-lehavre.fr
36	KATTI	Atmane	INSA ROUEN NORMANDIE	atmane.katti@insa-rouen.fr
37	KELLOUCHE	Yasmina	Chlef University	y.kellouche@univ-chlef.dz
38	KHELLIFI	Mossedek	AFITEX ALGERIE	farid.cherifi@afitexalgerie.com
39	LAMMARI	Meriem	Université de Msila	meriem.lammari@univ-msila.dz
40	MEGROUSSE	Mohammed	University of Chlef	m.megrousse22@univ-chlef.dz
41	MEKAIDECHE	Khalfallah	University of Tlemcen	mekaidecheoussama@gmail.com
42	MIHOUBI	Abderrahim	University-Tebessa	abderrahim.mhbi@gmail.com

43	MOBAREK	Houria	Université de Tizi-Ouzou	houria.mobarek@ummtto.dz
44	MOULAY OMAR	Hassan	Université d'Adrar	hassan.mh@univ-adrar.edu.dz
45	NOUAOURIA	Abdessalam	Université de Guelma	nouaouria.abdessalam@gmail.com
46	OUMRICH	Kamel	Université Souk-Ahras	k.oumrich@univ-soukahras.dz
47	SAADI	Smail	Université de Msila	smail.saadi@univ-msila.dz
48	SERBAH	Boumediene	université de Tiaret	boumediene.serbah@univ-tiaret.dz
49	SHAMAS	Youssef	INSA Rouen Normandie et Université Le Havre Normandie	youssef.shamas@gmail.com
50	TOUAHRIA	Sabah	Université Msila	sabah.touahria@univ-msila.dz
51	ZERROUK	Abdelkader	Université de Chlef	abdzerrouk@yahoo.fr
52	ZIANI	Hocine	Univ. Bordj Bou Arréridj	hocine.ziani@univ-bba.dz

Liste des sponsors

N	Sponsor	Logo	Téléphone	Adresse mail	Adresse	Site web
01	Société ENTEC	 <p>أنتيك ENGINEERING ENTEC TECHNICS</p>	031 60 13 77 031 60 13 79	contact@entec-dz.com	N° 03 Lotissement Abdelhafid BOUSSOUF 2ème Tranche, Canstantine, Algérie	https://entec-dz.com/
02	Société AFITEX Algérie	 <p>AFITEX ALGERIE Drainage - Soutènement - Etanchéité</p>	021 21 19 59	contact@afitexalgerie.com	Cité les Castors Villa N°41, Bordj El Kiffan 16120 - Alger	https://www.afitexalgerie.com/
03	Société SINAL	 <p><i>Sinal</i> Equipements Scientifique & Didactique</p>	041 41 15 09 041 40 40 50	sinaldg@sinaldz.com	El Moudjahid PB 5139 Oran – Algérie	https://www.sinaldz.com/#/

6^{EME} COLLOQUE INTERNATIONAL SUR LES SOLS NON SATURES

Sols Non Saturés et Sismique

