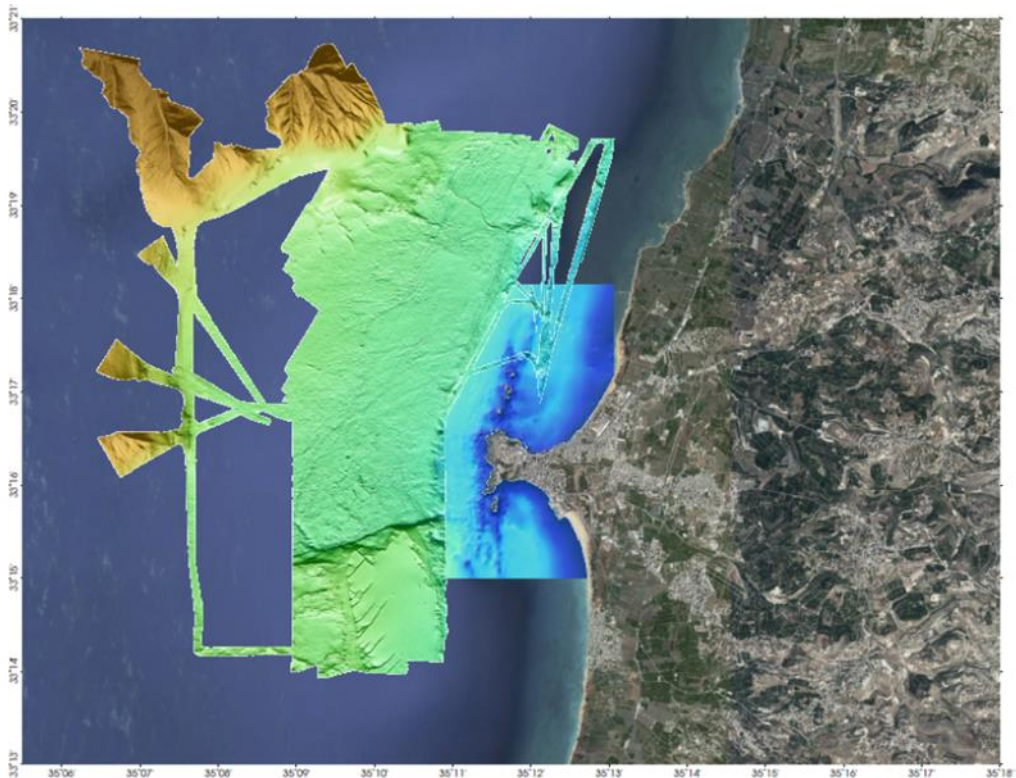


# Proposition de sujet de thèse CNRS-L/UPPA

## 2018-2019



*Bathymétrie côtière en vue de la recherche archéologique sous-marine à Tyr par CANA-CNRS-L : la découverte du tracé d'une faille inconnue jusqu'à présent et qui prolonge l'alignement de la colonnade byzantine*

Dans le cadre de l'accord entre le Conseil National de la Recherche Scientifique de la République Libanaise (CNRS-L) et l'Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA) pour le co-financement des thèses de doctorat dans des thématiques d'intérêt commun, **trois bourses de recherches doctorales pour l'année 2018-2019** seront mises en place. Ces thèses sont proposées conjointement par un laboratoire de recherche de l'UPPA et un laboratoire de recherche libanais dans le cadre d'une convention de co-tutelle ou de co-direction. Ainsi, les équipes souhaitant proposer des thèses de doctorat pour l'année 2018-2019 sont priées de compléter ce formulaire de proposition de sujet de thèse et de l'envoyer par courriel **avant le 11 mai 2018** à: [tamara.elzein@cns.edu.lb](mailto:tamara.elzein@cns.edu.lb) (pour CNRS Liban) et [jacqueline.petitbon@univ-pau.fr](mailto:jacqueline.petitbon@univ-pau.fr) (pour le collège des Ecoles doctorales de l'UPPA). **Les sujets retenus seront diffusés pour l'appel à candidature, et la sélection finale des boursiers se fera par un comité mixte des deux institutions.**

Il est à noter que les thématiques prioritaires pour l'année 2018-2019 sont les suivantes :

- **Ressources aquatiques**
- **Géophysique/géo-ressources**
- **Archéologie/archéométrie**
- **Géographie/aménagement/ télédétection**
- **Eco-construction**
- **Durabilité des ouvrages**
- **Environnement**
- **Energie**
- **Matériaux**
- **Informatique**
- **Sciences sociales**

**Pièces à joindre :**

- CV du co-directeur libanais
- CV du co-directeur français

# I. Fiche de Renseignements sur le laboratoire d'accueil au Liban

Université ou centre de recherche : **Université Libanaise**

Laboratoire d'accueil : **Laboratoire de Génie Civil (LGC)**

Nom du Directeur du laboratoire : **Pr. Jihad ALHAJJAR**

Adresse : **B.P. 8013**

Ville : **Saida**

Tél./Fax/Mél : Tel. : **00 961 7 750190 poste 323**, Fax. : **00 961 7 750 199** – Email : **elghoche@ul.edu.lb**

Faculté ou organisme auquel est affilié le laboratoire d'accueil : **Faculté de Technologie**

Nom du Directeur de thèse : **Hayssam El Ghoche**

Le Directeur de thèse fait-il partie du laboratoire d'accueil :  Oui /  Non

## Principaux thèmes de recherche de l'équipe où sera effectué le travail de thèse :

- Caractérisation des sols
- Glissement des sols au Liban et travaux de soutènement : analyse du phénomène et proposition de solutions
- Comportement des Géométraux et Géo Environnement.

## Liste des publications récentes de l'équipe (pertinentes au sujet proposé- 3 dernières années) :

- Fawaz, F. Hagechehade, E. Farah. (2014). A study of the pressuremeter modulus and its comparison to the elastic modulus of soil. Study of Civil Engineering and Architecture (SCEA). Volume 3 Issue 1, March 2014, pp. 7-15.
- Fawaz A., Farah E., Hagechehadé F. Slope stability analysis using numerical modeling. American journal of Civil Engineering. Volume 2 Issue 3, April 2014, pp. 60-67.

La thèse sera-t-elle effectuée en co-tutelle ou co-direction : **co-direction**

## II. Fiche de Renseignements sur le laboratoire d'accueil à l'UPPA

Laboratoire d'accueil :

**Laboratoire des Sciences pour l'Ingénieur Appliquées à la Mécanique et au Génie Electrique (SIAME)**

Nom du Directeur du laboratoire : **Stéphane Abadie**

Adresse : **Allée du Parc Montaury**

Code postale-Ville : **64 600 Anglet**

Tél./Fax/Mél : **+33 5 59 57 44 57**

École doctorale à laquelle est affilié le laboratoire d'accueil :

**Ecole Doctorale des Sciences Exactes et de leurs Applications  
de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour (ED 211)**


Nom du directeur de thèse [il/elle doit être titulaire d'une Habilitation à Diriger des Recherches (HDR)] :

**Christian La Borderie**

Equipe de rattachement : **SIAME équipe Géomatériaux et Structures**

Téléphone : **+33 5 59 57 44 26**

Email : **christian.laborderie@univ-pau.fr**

<p><b><u>VISA du directeur d'équipe :</u></b></p> <p><b><u>Nom :</u></b> Abadie</p> <p><b><u>Prénom :</u></b> Stéphane</p> <p><b><u>Date :</u></b></p> <p><b><u>Signature :</u></b></p> 	<p><b><u>VISA de la directrice de l'École doctorale :</u></b></p> <p><b><u>Nom :</u></b> Chrostowska</p> <p><b><u>Prénom :</u></b> Anna</p> <p><b><u>Date :</u></b></p> <p><b><u>Signature :</u></b></p>
---	--

## Nombre de thèses dirigées (ou co-dirigées) actuellement :

- **Youssef FAWAZ**  
sujet : Stimulation dynamique des réservoirs (Wave stimulation of reservoir formation)  
début de la thèse : octobre 2017  
encadrement : Christian La Borderie et Gilles Pijaudier-Cabot  
financement : TOTAL
  
- **Delphine LESQUERBAULT**  
sujet : Modifications des propriétés mécaniques et de transfert aux interfaces de bétons bas-pH induites par les attaques sulfatiques et la carbonatation  
début de la thèse : octobre 2017  
encadrement : Céline Perlot, Christian La Borderie - Collaboration Hannelore Derluyn (CNRS)  
financement : bourse Andra - programme de recherches Cigéo - stockage de déchets radioactifs en profondeur
  
- **Amaia MATANZA-CORRO**  
sujet : Bétons renforcés de nano-fibres pour la durabilité des infrastructures en environnements marins  
début de la thèse : octobre 2017  
encadrement : Céline Perlot, Christian La Borderie - Silvina Cerveny Murcia (Materials Physics Center, UPV/EHU)  
financement : bourse UPPA/EHU-UPV
  
- **Fariza SULTANGALIYEVA**  
sujet : Formulations de bétons ultra-fluides avec fibres de polypropylène résistant aux hautes températures  
début de la thèse : avril 2017  
encadrement : Hélène CARRE - Christian La Borderie - Nicolas ROUSSEL (IFSTTAR)  
financement : projet UCOMP (PIA-ANDRA)
  
- **Hui WANG**  
sujet : Comportement hydromécanique de la zone d'excavation fracturé dans le stockage souterrain des déchets nucléaires  
début de la thèse : septembre 2016  
encadrement : Christian La BORDERIE, Domenico GALLIPOLI  
financement :

**Pour les cinq dernières années, précisez les thèses soutenues, la durée en mois pour chacune d'entre elle, la liste des publications et la situation actuelle de chaque diplômé.**

1. **Jihad Miah** (coencadrement H. Carré)

Durée de la thèse : 36 mois

Date de soutenance : **19 octobre 2017**

Situation actuelle : **enseignant-chercheur au Bangladesh**

Liste des publications :

- Miah, M.J., Lo Monte, F., Felicetti, R., Pimienta, P., Carré, H and La Borderie, C. "Experimental Investigation on Fire Spalling Behaviour of Concrete: Effect of Biaxial Compressive Loading and Cement Type", 5th International Workshop on Concrete Spalling due to Fire Exposure, 12-13 October 2017, Borås, Sweden, 10 pp.
- Miah, M.J., Kallel, H., Carré, H., Pimienta, P., La Borderie, C., Lo Monte, F and Felicetti, R. "The Effect of Loading on the Residual Gas Permeability of Concrete", 5th International Workshop on Concrete Spalling due to Fire Exposure, 12-13 October 2017, Borås, Sweden, 10 pp.
- Miah, M. J., Lo Monte, F., Felicetti, R., Carré, H., Pimienta, P and La Borderie, C. (2016). "Fire Spalling Behaviour of Concrete: Role of Mechanical Loading (Uniaxial and Biaxial) and Cement Type", Key Engineering Materials, ISSN: 1662-9795, Vol. 711, pp. 549-555, CONSEC 2016, Politecnico di Milano, Lecco, Italy.
- Carré, H., Céline, P., Atef, D., Miah, M. J and Bassem, A. (2016). "Durability of Ordinary Concrete after Heating at High Temperature", Key Engineering Materials, ISSN: 1662-9795, Vol. 711, pp. 428-435, CONSEC 2016, Politecnico di Milano, Lecco, Italy.
- Bamonte, P., Felicetti, R., Kalaba, N., Lo Monte, F., Pinoteau, N., Miah, M. J and Pimienta, P. (2016). "On the Structural behavior of Reinforced Concrete Walls Exposed to Fire", Key Engineering Materials, Vol. 711, pp. 580-587, CONSEC 2016, Politecnico di Milano, Lecco, Italy.
- Miah, M. J., Lo Monte, F., Pimienta, P and Felicetti, R. (2016). "Effect of Biaxial Mechanical Loading and Cement Type on the Fire Spalling Behaviour of Concrete", 9th International Conference on Structures in Fire, June 8-10, 2016, Princeton, USA.
- Miah, M. J., Pinoteau, N and Pimienta, P. (2016). "A Thermo Mechanical Experimental Investigation on 3 Loaded Concrete Walls Exposed to ISO 834-1 Fire", 9th International Conference on Structures in Fire, June 8-10, 2016, Princeton, USA.
- Miah, M.J., Pimienta, P., Carré, H., Pinoteau, N., and La Borderie, C. (2015). "Fire Spalling of Concrete: Effect of Cement Type", 4th International Workshop on Concrete Spalling (IWCS) due to Fire Exposure, October 8-9, 2015, Leipzig, Germany.
- Miah, M. J., Carré, H., Pimienta, P., Pinoteau, N., and La Borderie, C. (2015). "Effect of Uniaxial Mechanical Loading on Fire Spalling of Concrete," 4th International Workshop on Concrete Spalling (IWCS) due to Fire Exposure, October 8-9, 2015, Leipzig, Germany.
- Miah M.J., Pimienta, P., Carré, H., Pinoteau, N., and La Borderie, C. (2015). "Effect of Cement Type on Pore pressure, Temperature and Mass Loss of Concrete Heated up to 800°C", AUGC 2015, 33e Rencontres Universitaires de Génie Civil, Université de Pau et des pays de l'Adour, p. 432-439, May 27 – 29, 2015, Anglet, France.

## 2. Alexandre Gangnant

Durée de la thèse : 39 mois

Date de soutenance : **09 décembre 2016**

Situation actuelle : **V.I.E Ingénieur de Recherche chez EDF Energy R&D UK Centre**

Liste des publications :

- Alexandre Gangnant, Jacqueline Saliba, Christian La Borderie, and Stéphane Morel. "Modeling of the quasibrittle fracture of concrete at mesoscale: Effect of classes of aggregates on global and local behavior", Cement and Concrete Research, 89 :35–44, November 2016.
- Alexandre Gangnant, Stéphane Morel, Christian La Borderie, and Jacqueline Saliba, "Mesoscale modeling of quasi-brittle fracture of concrete Effect of modeling all classes of aggregates", In IV International conference on computational modeling of fracture and failure of material and structures, Cachan, June 2015
- Alexandre Gangnant, Stéphane Morel, Christian La Borderie, and Jacqueline Saliba, "Modélisation de la rupture quasifragile du béton à l'échelle mésoscopique", In RUGC'15, May 2015

## 3. Hatem Kallel (coencadrement H. Carré)

Durée de la thèse : 44 mois

Date de soutenance : **22 juillet 2016**

Situation actuelle : **post-doctorant au laboratoire SIAME (contrat avec EdF)**

Liste des publications :

- H. Kallel, H. Carré, C. La Borderie, B. Masson, N. C. Tran, "Evolution of mechanical properties of concrete with temperature and humidity at high temperatures", Cement and Concrete Composites Volume 91, August 2018, Pages 59–66
- Kallel, H., Carré, H., La Borderie, C., Masson, B., Tran, N.C., "Effect of temperature and moisture on the instantaneous behaviour of concrete", Cement and Concrete Composites 80, pp. 326-332 (2017)
- Kallel, H., Carré, H., Laborderie, C., Masson, B., Tran, N.C. "Effects of the hygrothermal conditions on the fracture energy of the concrete", CONSEC 2016, 711, pp. 397-403
- H. Kallel, H. Carré, C. La Borderie, B. Masson and N.C. Tran, "Influence of moisture and temperature on mechanical properties of the concrete", 9th International Conference on Fracture Mechanics of Concrete and Concrete Structures, FraMCoS-9, California, May 29-June 1, 2016
- Hatem KALLEL, Hélène CARRÉ, Christian LABORDERIE, Benoit MASSON, NhuCuong TRAN, "Effect of temperature and moisture on the fracture energy and the thermal properties of concrete", Fontevraud 8 - Contribution of Materials Investigations and Operating Experience to LWRs' Safety, Performance and Reliability - France, Avignon – 2014

4. **Olivier Nouailletas** (coencadrement C. Perlot-Bascoulès)

Durée de la thèse : 36 mois

Date de soutenance : **12 décembre 2013**

Situation actuelle : **ingénieur d'études à l'UPPA**

Liste des publications :

- Nouailletas, O., Perlot, C., Rivard, P., Ballivy, G., La Borderie, C. "Impact of Acid Attack on the Shear Behaviour of a Carbonate Rock Joint", *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 50(6), pp. 1439-1451 (2017)
- Nouailletas, O., La Borderie, C., Perlot, C., Rivard, P., Ballivy, G. "Experimental study of crack closure on heterogeneous Quasi-Brittle material", *Journal of Engineering Mechanics*, 141(11) (2015)
- Nouailletas, O., Perlot, C., La Borderie, C., Ballivy, G. "Influence of chemical degradation on shear behaviour of a rock joint - Application to CO2 geological storage", *Sustainable Earth Sciences, SES 2013: Technologies for Sustainable Use of the Deep Sub-Surface*
- Broseta, D., Nouailletas, O., Perlot, C., (...), Contamine, F., Cezac, P. "A summary of the research conducted at Uppa in relation to the Rouse CO2 storage project", *Sustainable Earth Sciences, SES 2013: Technologies for Sustainable Use of the Deep Sub-Surface*
- Nouailletas, O., Perlot, C., La Borderie, C., Rousseau, B., Ballivy, G. "Shear Behavior Evolution of a Fault due to Chemical Degradation of Roughness: Application to the Geological Storage of CO2" (Book Chapter) *2013 Storage Facilities*, pp. 95-114



## **Principaux thèmes de recherche de l'équipe où sera effectué le travail de thèse :**

Le laboratoire SIAME (Laboratoire des Sciences de l'Ingénieur Appliquées à la Mécanique et au génie Electrique - EA 4581) de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour est un laboratoire pluridisciplinaire. Il est constitué de quatre équipes parmi lesquelles, l'équipe "Géomatériaux et Structures du Génie Civil" à laquelle appartient le groupe de recherche impliqué dans ce projet.

### **Savoir-faire du laboratoire**

Depuis 2013, une nouvelle thématique de recherche traitant des éco-matériaux pour la construction durable a été développée au sein de l'équipe Géomatériaux et Structures. Les principaux intervenants sont Domenico Gallipoli (Pr.), Céline Perlot-Bascouls (MCF) et Walter Bruno (ATER).

Ces recherches sont principalement centrées sur le développement de briques de terre crue compressée. Au travers de différents projets, le laboratoire s'est équipé de moyens expérimentaux et acquis un savoir-faire dans la fabrication de ce matériau, sa caractérisation micro-structurale, physique et mécanique, sa durabilité et la modélisation multi-échelle de son comportement thermo-hydro-mécanique.

Les principaux projets en cours en lien avec cette thématique sont :

- "Training Engineers and Researchers to Rethink geotechnical Engineering for a low carbon future" (TERRE).  
Projet européen "Marie Curie" Innovative Training (ITN)  
Conception géotechnique à faible empreinte carbone (novembre 2015 - octobre 2019)
- "Maitrise du confinement d'une enceinte en accident" (MACENA)  
Projet ANR du Programme Investissements d'Avenir  
Partenaires : 3SR de Grenoble, Oxand, IFSTTAR, CEA, EDF R&D, UPPA, LMDC de Toulouse
- "Ultra-fluid cementitious composite for the storage of radioactive waste subjected to fire risk"  
Projet du Programme Investissements d'Avenir (PIA) financé par l'ANDRA  
Partenaires : CERIB, CSTB, IFSTTAR, UPPA

L'équipe travaille également depuis de nombreuses années sur le comportement du béton à hautes températures. Les travaux sont aussi bien expérimentaux que numériques. Les objectifs sont de caractériser le béton à hautes températures afin d'améliorer la formulation des bétons mais aussi de fournir les caractéristiques nécessaires aux simulations numériques, prédire le comportement du béton à hautes températures et en particulier le risque d'écaillage, l'évaluation du béton après exposition à un incendie.

## **Liste des publications récentes de l'équipe (pertinentes vis-à-vis du sujet proposé) :**

- A.W. Bruno, C. Perlot, D. Gallipoli, J. Mendes, A microstructural insight into the hygro-mechanical behaviour of a stabilised hypercompacted earth, *Materials and Structures*, 2018, 51:32. doi : 10.1617/s11527-018-1160-9
- D. Gallipoli, A.W. Bruno, C. Perlot, J. Mendes (2017). A geotechnical perspective of raw earth building, *Acta Geotechnica*, p. 1-16 p. doi: 10.1007/s11440-016-0521-1
- A.W. Bruno, D. Gallipoli, C. Perlot, J. Mendes (2017), Mechanical behaviour of hypercompacted earth for building construction, *Materials and structures*, 50(2). doi: 10.1617/s11527-017-1027-5.
- A.W. Bruno, D. Gallipoli, C. Perlot, J. Mendes (2017), Effect of stabilisation on mechanical properties, moisture buffering and water durability of hypercompacted earth, *Construction and Building Materials* 149:733-740. Doi: 10.1016/j.conbuildmat.2017.05.182.
- H. Kallel, H. Carré, C. La Borderie, B. Masson, N. C. Tran, "Evolution of mechanical properties of concrete with temperature and humidity at high temperatures", *Cement and Concrete Composites Volume 91*, August 2018, Pages 59–66
- Kallel, H., Carré, H., La Borderie, C., Masson, B., Tran, N.C., " Effect of temperature and moisture on the instantaneous behaviour of concrete", *Cement and Concrete Composites Volume 80*, 1 July 2017, Pages 326-332
- Pineaud, A., Pimienta, P., Rémond, S. & Carré, H. "Mechanical properties of high performance self-compacting concretes at room and high temperature", *Construction and Building Materials*, 112, 747 – 755 (2016)
- Jean-Christophe Mindeguia, Hélène Carré, Pierre Pimienta, Christian La Borderie, "Experimental discussion on the mechanisms behind the fire spalling of concrete", *Fire and Materials* 2015 ; 39(7) 619-635
- Hélène Carré, Izabela Hager & Céline Perlot, "Contribution to the development of colorimetry as a method for the assessment of fire-damaged concrete", *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, Volume 18, Issue 10, pp. 1130-1144, 2014

# III. Sujet de thèse

## III.1. Titre

**"Étude du comportement des parois en briques de terre crue à hautes températures"**

\*La thèse fait-elle partie d'un projet de recherche financé par le CNRS-L :  Oui /  Non

\*La thématique sous laquelle s'inscrit la thèse fait-elle partie des priorités de cet appel pour l'année 2018-2019 :  Oui /  Non

Si oui, précisez : **éco-construction, durabilité des ouvrages, matériaux**

## III.2. Résumé

L'objectif de cette thèse est d'étudier le comportement à hautes températures d'éléments d'ouvrages en briques de terre crue compactée. Cet éco-matériau doit être évalué vis-à-vis de son comportement au feu pour pouvoir être utilisé dans des structures du bâtiment. Ce matériau est chauffé depuis plusieurs millénaires pour la fabrication de terre cuite dans des conditions particulières. Cependant, le cas de l'incendie est particulier dans la mesure où le matériau est humide et le chauffage brutal ce qui peut conduire à des instabilités. Le travail de recherche sera à la fois expérimental et numérique. L'expérimentation consistera à évaluer le risque d'instabilités en fonction de différents paramètres : taux de compactage, ajout de stabilisants, degré de saturation... Ces essais seront complétés par des simulations numériques dans le domaine thermo-hydro-mécanique. L'objectif sera à la fois de comprendre et modéliser les phénomènes en jeu ainsi que de formuler un matériau adapté au risque incendie et de caractériser son comportement à haute température.

## III.3. Contexte et problématique

Ce projet a pour but de contribuer à développer un éco-matériaux comme matériaux de construction. La terre crue est un matériau utilisé depuis des millénaires par l'homme pour les constructions. Dans l'objectif de limiter l'impact écologique des constructions, nous nous tournons de plus en plus vers les matériaux biosourcés à faible impact. Ainsi la terre crue est devenue largement étudiée dans les équipes de recherche et la connaissance scientifique a progressé et entraîné une amélioration significative des propriétés attendues du matériau. Malgré ce contexte, le comportement à hautes températures de la terre crue est très mal connu à ce jour. Il n'est donc pas possible de prévoir son aptitude à résister à l'action accidentelle d'un feu et ce qui limite son utilisation réglementaire comme matériau de construction.

Des instabilités thermiques ont été observées lors d'essais feu sans qu'une explication claire de ce phénomène ne soit donnée ni les solutions à mettre en œuvre pour l'éviter. Ainsi, aujourd'hui, des connaissances doivent être développées sur les caractéristiques thermo-hydro-mécaniques à hautes

températures, les simulations numériques capables de prédire le comportement, la formulation de matériaux de terre crue possédant un bon comportement à haute température.

### III.4. Descriptif des objectifs et de l'impact

Le premier objectif de ce projet est d'évaluer les propriétés thermo-hydro-mécaniques à hautes températures. Ces propriétés seront particulièrement utiles pour alimenter les simulations numériques à hautes températures.

Le deuxième objectif est de développer la modélisation et les simulations d'une paroi de briques de terre crue. Ces calculs doivent être capable de reproduire les résultats expérimentaux obtenus et de permettre la prédiction du comportement d'une paroi.

Le troisième objectif du projet est de proposer une optimisation de matériaux de terre crue afin de proposer un éco-matériaux apte à résister à l'action accidentelle d'un incendie. Des éco-matériaux seront proposés en prenant en compte les spécificités des matériaux disponibles aussi bien en France qu'au Liban. Les avancées réalisées grâce au projet seront donc directement applicables dans les deux pays.

### III.5. Aspect appliqué et/ou aspect innovateur

Ce projet est directement appliqué. En effet, il vient compléter un ensemble de travaux réalisées ces dernières années pour permettre le développement de l'utilisation des briques de terre crue dans la construction.

Les aspects innovateurs résident à la fois dans la démarche expérimentale et dans le développement des simulations numériques. En effet, les essais à hautes températures nécessitent des appareillages de haute technologies. Des essais mécaniques, thermiques ainsi que de perméabilité seront réalisés jusqu'à 600 °C. Les simulations numériques sont également complexes en raison du couplage des nombreux phénomènes en jeu : thermiques, mécaniques et hydriques.

### III.6. Etat des recherches dans le domaine avant la thèse

Le comportement de la terre crue a été largement étudiées dans les dernières années. Le travail a mené sur la formulation des matériaux à base de terre crue, sur leur mise en œuvre et sur son comportement mécanique, thermique et hydrique. Cependant, aucune référence bibliographique n'est disponible, à notre connaissance, sur le comportement au feu de la terre crue.

Nous avons eu l'information que le laboratoire CRAterre a réalisé deux essais feu sur une paroi en terre crue. L'un des essais a montré un bon comportement alors que l'autre a conduit à de très fortes instabilités de la paroi. Cette différence ne s'expliquait pas facilement, les deux parois ayant été réalisées de la même manière. La principale hypothèse du laboratoire est que l'eau présente dans la paroi est à l'origine des instabilités observées.

Cette situation montre bien l'intérêt de s'intéresser à ce sujet si l'on souhaite élargir le champs d'utilisation possible pour la terre crue.

## III.7. Programme de recherche prévu pour la thèse et contribution des différents partenaires

Les différentes tâches prévues dans le projet sont :

### Tâche 1 : État de l'art (LGC, SIAME)

- différents matériaux de terre crue utilisés en France et au Liban
- comportement thermo-hydro-mécanique de la terre cuite : modélisation et simulation
- comportement à haute température du béton

### Tâche 2 : Caractérisation des matériaux à hautes températures (LGC, SIAME)

- choix des éco-matériaux testés
- caractérisation de la microstructure ( à température ambiante, avant et après chauffage)
- détermination des caractéristiques mécaniques à hautes températures
- détermination des caractéristiques thermiques à hautes températures

### Tâche 3 : Caractérisation du comportement des parois au feu (LGC, SIAME)

- essais au feu de petits éléments (surface chauffée : 20 x 20 cm<sup>2</sup>)
- essais au feu d'éléments de moyenne échelle (surface chauffée d'un diamètre de 50 cm)

### Tâche 4 : Simulations numériques à hautes températures (LGC, SIAME)

- simulations thermo-hydro-mécaniques
- simulation des chauffages à hautes températures
- simulations des essais de perméabilités à hautes températures

### Tâche 5 : Suivi et pilotage du projet (LGC, SIAME)

- organisation des réunions de pilotage du projet
- suivi financier du projet
- organisation de la diffusion des résultats

L'apport du SIAME dans le projet correspond, en particulier, à ses compétences dans le domaine du comportement au feu des matériaux cimentaires ainsi que le design de matériaux à base de terre crue. Quant à lui, le LGC apportera ses compétences dans le domaine du comportement des géomatériaux. Ainsi, la partie expérimentale du projet sera menée en France et supervisée par le SIAME. La partie modélisation et simulations numériques sera réalisée pour l'essentiel au Liban sous la supervision du LGC.

Les compétences des deux laboratoires sont donc bien complémentaires et permettent d'assurer la réussite du projet.

### III.8. Calendrier prévisionnel des mobilités

Le tableau ci-dessous présente le calendrier des mobilités ainsi que la planification des différentes tâches.

	Année 1												Année 2												Année 3											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Lieu	Liban						France						Liban						France																	
Tâche 1																																				
Tâche 2																																				
Tâche 3																																				
Tâche 4																																				
Tâche 5																																				

### III.9. Diffusion/valorisation des résultats

Différentes actions sont prévues pour diffuser et valoriser les résultats du projet :

- participation à deux conférences internationales
- publication de deux articles dans des revues internationales à comité de lecture
- organisation d'une journée technique

### III.10. Compétences requises

Afin de mener à bien ce doctorat, le candidat devra posséder des compétences fortes dans le ou les domaines suivants :

- sciences et génie des matériaux
- génie Civil
- méthodes expérimentales mécaniques et thermiques
- méthode de simulations numériques par la méthode des éléments finis

Une première expérience de stage en laboratoire de recherche sera appréciée.

Le candidat devra pouvoir maîtriser la lecture et la rédaction de publications scientifiques en anglais.

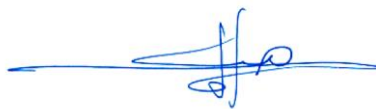
*Le 11 mai 2018*

***Noms et signatures (directeurs de thèse)***

Christian La Borderie

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping, sweeping strokes that form a stylized, abstract shape.

Haïssam El Ghoche

A handwritten signature in blue ink, featuring a horizontal line with a vertical stroke intersecting it, and a small loop on the right side.

# Christian La Borderie

## Curriculum Vitae

University of Pau  
1, Allée du Parc Montauray  
64600 Anglet, France

☎ +33(0)559 57 44 26

📞 +33(0)620 60 16 28

✉ christian.laborderie@univ-pau.fr



### Situation

- Full professor at ISA-BTP / University of Pau, France.
- Director of ISA-BTP Engineering school.
- Member of the SIAME Laboratory.
- Editor in chief “*European Journal of Environmental and Civil Engineering*”.

### Education

- Former student of mechanics division of École Normale Supérieure of Cachan.
- PhD in civil engineering, Paris 6 - ENS Cachan, 1991.
- Habilitation à Diriger des Recherches in civil engineering, University of Pau, 2003.

### Key competencies and skills

- Structural computation, finite elements, multi-physics;
- Behavior of concrete and reinforced concrete structures;
- Damage mechanics, cracking, coupling with permeability, durability.

### References

H. Kallel, H. Carré, C. Laborderie, B. Masson, N. Cuong Tran. Evolution of mechanical properties of concrete with temperature and humidity at high temperatures. *Cement and Concrete Composites* **2018**, *91*, 59–66.

O. Nouailletas, C. Perlot, P. Rivard, G. Ballivy, C. La Borderie. Impact of Acid Attack on the Shear Behaviour of a Carbonate Rock Joint. *Rock Mechanics and Rock Engineering* **2017**.

H. Kallel, H. Carré, C. La Borderie, B. Masson, N. C. Tran. Effect of temperature and moisture on the instantaneous behavior of concrete. *Cement and Concrete Composites* **2017**.

A. Gangnant, J. Saliba, C. La Borderie, S. Morel. Modeling of the quasibrittle fracture of concrete at meso-scale: Effect of classes of



aggregates on global and local behavior. *Cement and Concrete Research* **2016**, *89*, 35–44.

H. Kallel, H. Carré, C. La Borderie, B. Masson, N. C. Tran. Effects of the Hygrothermal Conditions on the Fracture Energy of the Concrete. *Key Engineering Materials* **2016**, *711*, 397–403.

M. J. Miah, F. Lo Monte, R. Felicetti, H. Carré, P. Pimienta, C. La Borderie. Fire Spalling Behaviour of Concrete: Role of Mechanical Loading (Uniaxial and Biaxial) and Cement Type. *Key Engineering Materials* **2016**, *711*, 549–555.

G. Pijaudier-Cabot, C. La Borderie, T. Reess, W. Chen, O. Maurel, F. Rey Bethbeder, Antoine De Ferron, *Electro-hydraulic fracturing of rocks*, ISTE Ltd/John Wiley and Sons Inc, Hoboken, NJ, **2015**.

J.-C. Mindeguia, H. Carré, P. Pimienta, C. La Borderie. Experimental discussion on the mechanisms behind the fire spalling of concrete: Mechanics behind the fire spalling of concrete. *Fire and Materials* **2015**, *39*, 619–635.

O. Nouailletas, C. L. Borderie, C. Perlot, P. Rivard, G. Ballivy. Experimental Study of Crack Closure on Heterogeneous Quasi-Brittle Material. *Journal of Engineering Mechanics* **2015**, *141*, 04015041.

W. Chen, C. La Borderie, O. Maurel, G. Pijaudier-Cabot, F. Rey-Bethbeder. Simulation of damage-permeability coupling for mortar under dynamic loads: Coupled damage and permeability modelling. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics* **2014**, *38*, 457–474.

W. Chen, O. Maurel, C. La Borderie, T. Reess, A. De Ferron, M. Matalah, G. Pijaudier-Cabot, A. Jacques, F. Rey-Bethbeder. Experimental and numerical study of shock wave propagation in water generated by pulsed arc electrohydraulic discharges. *Heat and Mass Transfer* **2014**, *50*, 673–684.

**DR. HAYSSAM EL GHOCHE**

**PARCOURS ACADEMIQUE ET PROFESSIONNEL**

Dr. Hayssam **EL GHOCHÉ**  
B.P. 11 – 40 98, Riad El Solh  
Beyrouth 1107 2150– LIBAN.  
Tél. : (00 –961) 3 – 40 80 87

**Adresse professionnelle :**  
IUT – Saida, Département Génie  
Civil : Bâtiments et Travaux Publics.  
B.P. 813. Saida – Liban.  
Tél : (00 –961) 7 – 750 190  
Fax : (00 –961) 7 – 750 198  
E-mail : [elghoche@ul.edu.lb](mailto:elghoche@ul.edu.lb)

**INGENIEUR, DOCTEUR EN GENIE CIVIL - GEOTECHNIQUE -  
PROFESSEUR ADJOINT – CHERCHEUR**

**FORMATION ET QUALIFICATION**

**1992** **Diplôme de Doctorat (Nouveau Régime)** de l'Université Lyon 1. Spécialité : Génie Civil, Géotechnique.

**Thèse intitulée :** " Expérimentation Et Modélisation De Blocs Compressibles De Matières Plastiques Pour Des Remblais Allégés – Détermination D'une Loi De Comportement Orthotrope De Révolution Viscoélastique Non-linéaire."

**Mention :** Très Honorable. **Directeur de thèse :** Professeur J. GIELLY.

**1989** **Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA)** de l'INSA de Lyon. Spécialité Génie Civil et Sciences de l'Habitat, filière Géotechnique. **Mention :** Assez Bien.

**Mémoire intitulé :** "Les Remblais Allégés : Etude du procédé Plastbloc".

**1987** **Diplôme d'Ingénieur** Génie Civil, Option Bâtiment, Faculté de Génie de l'Université Libanaise. **Mention :** Bien.

**Projet de fin d'études :** Conception Architecturale et structurale de l'Hôpital Public De Mreyjeh (Beyrouth). **Note :** Excellent.

**1993** **Qualification** pour occuper un emploi de Maître des Conférences attribuée par le CNU (Conseil National des Universités) du Ministère de l'Education Nationale, France.

**1997** **Chargé d'Affaires du BTP et des Industries Connexes.** Centres des Etudes Supérieures et Industrielles (CESI). Le Mans, France.

	Page
<b>FORMATIONS CONTINUES – STAGES.....</b>	4
<b>ACTIVITES PROFESSIONNELLES TANT QU'INGENIEUR.....</b>	5
<b>ACTIVITES D'ENSEIGNEMENT.....</b>	6
<b>ACTIVITES ADMINISTRATIVES.....</b>	7
<b>PROJETS REALISES AU PROFIT DES MUNICIPALITES.....</b>	8
<b>ACTIVITES DE RECHERCHE.....</b>	9
<b>TITRES - TRAVAUX - OUVRAGES - ARTICLES – REALISATIONS.....</b>	15
<b>PARTICIPATION A DES CONFERENCES ET SEMINAIRES.....</b>	18

#### **DISTINCTION :**

Distinction de La Fondation HARIRI récompensant mes travaux de recherche lors de la préparation du Diplôme de Doctorat.(1993)

#### **LANGUES**

Parfaitement bilingue : français, arabe.

Anglais : lu, écrit et parlé, stage de six mois à l'Université Américaine de Beyrouth et un voyage de 60 jours aux Etats Unis..

#### **CONNAISSANCES INFORMATIQUES**

Maîtrise de l'outil informatique : Bureautique, programmation, logiciels scientifiques.

#### **DIVERS**

Membre de l'Ordre des Ingénieurs et Architectes du Liban.

Activités associatives et humanitaires.

Lecture, voyage, promenades, cinéma, photographie, peinture.

## FORMATIONS CONTINUES - STAGES

- 2007** Identification des bétons. ACTS, Beyrouth.
- Janvier 1992** Formation sur "la viscoélasticité non linéaire : Rhéologie et modélisation numérique". EDF, Clamart.
- Décembre 1990** Formation sur "la modélisation numérique viscoélastique ou viscoplastique en grandes déformations". Ecole Polytechnique de Palaiseau, Paris.
- Juin 1990** Stage sur "la durabilité des polymères". CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment), Paris.
- 1986 (2 mois)** Stage d'Ingénieur au sein du bureau d'études, EL GHOCHE. Beyrouth.  
*Travaux effectués* : Etudes de la structure et des fondations d'un immeuble , suivi sur chantier.
- 1997( 2 mois)** Stage de Chargé d'Affaires au sein de l'Université Claude Bernard, Lyon I.  
*Travaux effectués* : préparation des cahiers de charges concernant des équipements à l'Institut Universitaires de Technologie – Saida, Liban.

## ACTIVITES PROFESSIONNELLES EN TANT QU'INGENIEUR

**1988 – 1997**

Bureau d'études INGEVAL et Laboratoire Mécanique, Matériaux.

*Travaux effectués :*

- conception et études des ouvrages géotechniques.
- réalisation des essais d'identification en mécanique des Sols, Béton,.  
Organisation du laboratoire.
- élaboration d'une nouvelle technique de remblais allégés par utilisation des blocs en matières plastiques.
- élaboration d'une nouvelle technique qui consiste à minimiser les surcharges au dessus des canalisations enterrées.
- conception de plusieurs chantiers routiers (remblais) par utilisation des matériaux légers, dans des sites géotechniquement difficiles. Suivi et contrôle de l'exécution de ces projets.
- aménagements des locaux destinés à un établissement universitaire :  
besoins en surfaces bâties, nombre des salles, équipements techniques (sanitaire, chauffage, climatisation, éclairage,..), matériaux à utiliser selon la spécificité de chaque local.

**1987 – 1988**

Bureau d'études EL GHOCHE, Barja - Liban.

Poste occupé : Chef du bureau.

*Travaux effectués :*

- conception et calcul dans le domaine du bâtiment  
calcul des structures (béton armé, fondations, ...), équipements, terrassement, étude des prix, design architectural...
- Suivi et contrôle sur chantier.

**1987 (sept mois)** Projet de fin d'études au Bureau d'Etudes OTHMANI, Beyrouth.

*Travaux effectués :*

- étude d'un hôpital de capacité de 150 lits  
étude approfondie de l'état actuel des hôpitaux , évaluation des besoins, proposition d'une politique sanitaire générale  
conception de l'hôpital : design architectural, calcul des structures, équipements...

## **ACTIVITES D'ENSEIGNEMENT**

J'exerce l'enseignement supérieur depuis octobre 1989. Mes diverses fonctions ont été :

**Département Génie Civil, Institut Universitaire de Technologie, Saida, Université Libanaise:**

Depuis 1997      Maître Des Conférences.

**Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes (ESGT), CNAM, Beyrouth – Liban :**

1999 - 2001      Chargé de Cours

**Département Génie Civil de l'I.U.T. A, Université Claude Bernard, LYON 1 :**

1989 – 1992      Allocataire d'Enseignement et de Recherche.

1992 – 1994      Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche.

1995 – 1997      Vacataire.

**Centre d'Actualisation Scientifique et Technique (CAST), INSA, Lyon, France.:**

1991              Vacataire.

**Matières enseignées :**

Mécanique des Sols- Géotechnique  
Matériaux  
Route et Tracés Routiers  
Etude de Prix et Métré  
Gestion du Chantier  
Maintenance des ouvrages  
Réhabilitation  
Hydraulique  
Thermique  
Climatisation  
Electricité  
Aéraulique et Ventilation  
Isolation et Etanchéité  
Expression et communication  
Environnement  
Architecture

**Encadrement de :**

projets de fin d'études, projets informatiques, stagiaires, visites de chantier.

## ACTIVITES ADMINISTRATIVES

- 2001 – 2002**      **Chef** du Département Génie Civil à l'Institut Universitaire de Technologie -  
**2006-2008**      Saida – (Université Libanaise)(5ans).
- Depuis 1997**      **Coordinateur** des cours théoriques  
**Coordinateur** de la Commission de **Relations Extérieures**  
**Coordinateur** des projets de fin d'études.  
**Coordinateur** de la Commission de **Des Stages**  
**Coordinateur** des sessions intensives du français, IUT Université Libanaise.  
**Responsable** de laboratoires : **Matériaux.**
- 2001 – 2002**      Membre du Conseil Scientifique de l'IUT de Saida – Université Libanaise  
**2006-2008**      (5ans).
- 2007-2008**      **Coordinateur** de la mise en place du système **LMD**, Département Génie  
Civil : Bâtiments et Travaux Publics
- 1998**              **Membre et Coordinateur** de deux commissions : « **Equipements**  
**Techniques** » et « **Matériaux, Géotechnique, Topographie** » chargées de  
l'élaboration des programmes pédagogiques du Département Génie Civil,  
Institut Universitaire de Technologie, Université Libanaise.
- 1996**              Montage d'un projet de coopération en recherche entre la Formation Doctorale  
Lyonnaise en Génie Civil dont le Professeur Pierre LAREAL est le Directeur  
et La Faculté de Génie, Ecole d'Ingénieurs à Beyrouth, sur le thème:  
"Infiltrations des polluants en sol".
- 1995 – 1997**      Membre de l'équipe française chargée de la création d'un **Institut**  
**Universitaire de Technologie** (six départements en deux phases), à Saida  
(Liban), projet décidé suite à une coopération entre les deux ministères de  
l'Enseignement Supérieur français et libanais.
- 1994**              Participation aux réunions de la commission chargée de la mise en place de  
l'année spéciale en Génie Civil : programme pédagogique, options, ...
- 1991**              Participation aux journées sur l'**Enseignement de la Géotechnique en IUT**  
organisées par le département Génie Civil de l'IUT A de Lyon.



## **PROJETS REALISES AU PROFIT DES MUNICIPALITES**

### **Municipalité de Saida :**

- Aménagement du carrefour ELIA. Proposition de deux solutions : Feu et passage souterrains
- Recensement des voiture au centre ville afin de résoudre le problème de l'embouteillage sur la place de l'Etoile. Projet réalisé sous la direction du CETE Toulouse, France.
- Conception et dimensionnement des ponts piétons sur le boulevard EST.en structure métallique et en béton armé.
- Recensement des bâtiments résidentiels

### **Municipalité de Barja :**

- Aménagement de l'échangeur de Jyieh-Barja.
- Réhabilitation de la route principale Jyieh-Barja
- Aménagement de la place EL Ain
- Conception et dimensionnement d'un parc de stationnement de 200 place.

### **Municipalité de Abbassieh :**

- Conception et dimensionnement d'une route secondaire
- Réhabilitation de la route principale
- Conception et dimensionnement des réseaux d'assainissement (collecteurs et ramifications)
- Aménagement d'une zone industrielle de 85000m<sup>2</sup> : schéma directeur et V.R.D.
- Conception et étude d'un complexe sportif.

## **ACTIVITES DE RECHERCHE**

### **TRAVAUX ACTUELS :**

**Etablissement : Unité de Recherche – IUT, Département Génie Civil – Université Libanaise.**  
**Domaine:«Géotechnique, Matériaux et Structures : Expérimentation et Modélisation Théorique»**

**Unification d'informations pour l'estimation du risque d'instabilité de pentes au Liban, en partenariat avec le Laboratoire Génie Civil, CUST, Université Blaise Pascal. Clermont Ferrand. France :**

### **Modélisation des répliques sismiques.(CNRS-LIBAN)**

L'étude s'inscrit dans le cadre d'une démarche de validation de l'approche semi-Markovienne déjà développée (1ère phase) et son application sur un ensemble d'enregistrements sismiques dans la région du moyen orient (2ème phase). L'objectif de l'étude était double::

Détermination des paramètres d'un modèle semi-markovien pour les répliques. L'aboutissement à cet objectif nécessite une démarche basée sur une étude de sensibilité des résultats du modèle aux différents paramètres du modèle.

L'étude a été menée à partir d'une base de données (séismes) générale qui englobe des enregistrements sismiques dans tous le monde (de l'ordre de 100 séismes). L'intérêt de considérer une base de données générale a été d'examiner la possibilité d'évaluation des paramètres du modèle indépendamment de la région géologique.

Adaptation du modèle à des séismes enregistrés dans la même zone géologique (la région du moyen orient) ; ce qui a permis, à terme, de comprendre l'évolution des répliques sismiques dans notre région.

### **Formulation des Bétons Fabriqués avec des Constituants d'Origine Libanaise. Elaboration des Recommandations Techniques et d'une Base des Données.(Université Libanaise)**

Ces travaux de recherches se sont portés sur les études des bétons fabriqués sur chantiers non contrôlés au Liban.

Au début, des constituants des bétons de différentes origines ont été caractérisés et identifiés, à savoir les sables, les graviers et les ciments.

Ensuite, des bétons ont été fabriqués avec des matériaux utilisés sur chantiers et caractérisés. Les résultats ont conduit à une autre campagne d'essais, mais sur des constituants modifiés pour qu'ils soient conformes aux normes. Les bétons obtenus ont été

identifiés. En fin, des modélisations théoriques ont été menées dans l'objectif de trouver un outil de formulation aidant à la fabrication d'un béton conforme.

Par conséquent, les symptômes et les problèmes ont été cernés et des solutions et des recommandations ont été proposées.

### **Géotechnique et Environnement : Substitution des Sols.(CNRS-Liban)**

Des travaux antérieurs ont été effectués tant sur le plan expérimental que sur le plan théorique, au sein du laboratoire « Mécanique et Matériaux (L 2M) », Université Claude Bernard, Lyon, France.

Des essais de différents types ont conduit à une modélisation complexe du comportement.

Dans le cadre de ces travaux de recherche, nous avons repris les résultats expérimentaux bruts.

Une analyse approfondie a permis de bien cerner le comportement du milieu et de dégager les paramètres indispensables à la modélisation qui a fait l'objet de la deuxième phase de ce projet.

Afin de mettre le sujet de ces travaux dans son contexte global, des recherches bibliographiques sur différents thèmes ont été réalisées. Elles couvrent les déchets et les déchets plastiques, les techniques de remblais allégés, la valorisation des sous produits en Génie Civil et les phénomènes de vieillissement et la dégradabilité des polymères.

### **Corrélation entre les paramètres du sol à partir des essais de laboratoire et des essais pressiométriques pour l'Analyse Inverse pour les calcul géotechniques, et validation. Programme CEDRE, Partenaire français : Laboratoire 3S, Université Joseph Fourier, Grenoble. :**

L'essai pressiométrique est l'un des essais in-situ le plus répandu dans les travaux du génie civil, il s'agit d'un essai simple à exécuter et permet d'obtenir des caractéristiques mécaniques d'une grande utilité dans le dimensionnement et les vérifications des ouvrages.

L'objectif de ce travail est, d'une part, l'étude de l'expansion d'une cavité dans un massif de sol réalisée lors de l'essai pressiométrique, et d'autre part, la comparaison des paramètres déduits de cet essai avec ceux déterminés au laboratoire et plus précisément la résistance au cisaillement du sol.

Dans ce contexte, ce travail de recherche a comporté trois phases essentielles :

-Synthèse bibliographique : Dans cette phase, notre attention a porté sur les études récentes concernant l'exploitation des résultats de l'essai pressiométrique pour en déduire les paramètres mécaniques du sol.

- Etude expérimentale : plusieurs essais pressiométriques ont été réalisés in-situ dans un terrain libanais dans le quartier Unesco à Beyrouth – Liban. Des échantillons du sol ont été prélevés à partir des forages où les essais pressiométriques ont été réalisés, ces échantillons ont été soumis à des essais d'identification, des essais de cisaillement et oedométriques au laboratoire de l'IUT Saida de l'Université Libanaise.

- Etude numérique de l'essai pressiométrique par analyse inverse : à partir des essais réalisés ci-dessus, on a entrepris la modélisation par un outil d'analyse inverse en vue de déterminer les caractéristiques des sols à prendre en compte dans un calcul d'ouvrage géotechnique.

### **Suivi de l'évolution de la plage sableuse de la ville de Saida. (UNESCO, Université de la Sorbonne et la Mairie de Saida)**

Ces travaux consistaient à suivre l'évolution de la plage sableuse de la ville de Saida dans l'objectif de comprendre les causes véritable de sa dégradation et surtout pendant les années de la guerre. Une première phase a visé la superposition des photos aériennes prises à des périodes séparées. Ceci a permis de reconstituer un historique de la dégradation. Ensuite des relevés topographiques ont été réalisés pour pouvoir comprendre si un jour le rétablissement se fait d'une manière naturelle ou il faut intervenir artificielement.

### **TRAVAUX ANTERIEURS :**

#### **Etablissement**

Laboratoire Mécanique, Matériaux, Sols, Structures (L2M).

Directeur : Professeur P. HAMLIN. Equipe du Professeur Jacques GIELLY.

Université Claude Bernard - Lyon 1.

Au sein de ce laboratoire et en faisant partie de l'équipe du professeur Jacques GIELLY, je mène, depuis septembre 1989, des activités de recherche tant sur le plan expérimental que sur le plan théorique selon trois axes :

I - Recherche dans le cadre de la thèse et au delà.

II - Encadrement de chercheurs.

III - Collaboration avec le milieu professionnel.

## **I – Recherche**

Mes travaux de recherche ont commencé par l'étude d'une nouvelle technique de remblais allégés qui consiste à utiliser des blocs de matières plastiques, comprimés et ligaturés, de densité variable (0,3 à 0,6).

Ceci a nécessité la conception et la réalisation de :

- Deux bâtis qui permettent la fabrication des échantillons cylindriques et parallélépipédiques.
- Des modifications sur des bâtis déjà existants pour permettre la réalisation, avec une plaque rigide et guidée, des essais à contraintes ou à vitesses de déformation imposées.
- Un appareil biaxial conçu spécialement pour ce type de matériaux qui permet d'appliquer un état bidimensionnel de contraintes
- Des essais de fluage suivant un chemin de contrainte par palier. Plusieurs cycles de chargement - déchargement ont été appliqués.
- Des essais cycliques à vitesses de déformation imposées.
- Des essais biaxiaux.
- construction d'un remblai expérimental en vraie grandeur

En exploitant les résultats expérimentaux, j'ai élaboré une loi de comportement en passant par les étapes suivantes :

- Analyse approfondie de la réalité physique et mise en évidence de phénomènes rencontrés.
- Formulation théorique du comportement à partir des chemins de contraintes particuliers.
- Homogénéisation en choisissant le milieu continu équivalent
- Identification des paramètres nécessaires en fonction de la contrainte, de la densité initiale et du temps.
- Elaboration d'un modèle viscoélastique, non linéaire qui prend en compte l'orthotropie du matériau.
- Validation de ce modèle numériquement par la méthode de Runge - Kutta d'ordre 4.

Des modifications ont été apportées à ce modèle pour qu'il puisse tenir compte de **l'écroutissage** dû à l'évolution de la densité en cours de sollicitation. Cette nouvelle version du modèle a été validée par comparaison avec des résultats expérimentaux récoltés sur chantiers réels.

### **Compétences particulières :**

- Rhéologie et lois de comportement : formulation, démarches utilisées, milieux anisotropes, viscoélasticité, plasticité, comportement non linéaire, homogénéisation,....
- Différentes techniques des remblais allégés.
- Vieillessement et dégradabilité des polymères.
- Valorisation de sous produits et surtout ceux de matières plastiques : les possibilités de leur réutilisation en génie civil.

## **II - Encadrement de chercheurs**

### **Encadrement des D.E.A. :**

Sujets :

- Mise en place d'un essai biaxial en fluage (1990-1991).
- Identification des paramètres d'un modèle viscoélastique linéaire (1993-1994).

**Encadrement des thésards :** (co-encadrement)

Sujets :

- Etude du procédé Plastbloc, partie théorique.
- Renforcement des sols par des nappes discontinues en matières plastiques, études expérimentales et théoriques.
- Mise en place d'une boîte de cisaillement à plan vertical afin d'étudier le comportement des sols renforcés.

De plus, j'ai été **membre de plusieurs jurys de D.E.A.**

### **III - Collaboration avec le milieu professionnel**

Ces travaux ont été effectués en collaboration avec le bureau d'études **INGEVAL**, spécialisé en géotechnique et des entreprises de récupération des sous produits plastiques. Ils ont conduit, à l'heure actuelle, à la réalisation de plusieurs chantiers routiers dans des sites géotechniquement difficiles :

- Elargissement d'un virage en site montagneux, lacet du Cudret sur la RN 99, commune de Montaimont, Haute Savoie, France.
- Remblai léger au-dessus d'une conduite enterrée sur une voirie entre Thiez et Marnaze en Haute Savoie, France.
- Remblai derrière une culée à coté de Chambéry, France.

**Missions :**

D'un autre coté, j'ai mené des négociations afin de promouvoir ces procédés avec :

- la société **SABLA**.
- des représentants du **Ministère de l'Equipement allemand (BAST)**.

## **TITRES - TRAVAUX - OUVRAGES - ARTICLES - REALISATIONS PUBLICATIONS**

### **Livres :**

VISCOELASTICITY From Theory to Biological Application.

Chapter 16 : Non Linear Viscoelastic Model on Compressed Plastic Films for Light-Weight Embankment.

**Hayssam El Ghoche. INTECH Edition, 2012**

### **PUBLICATIONS**

#### **A - Revues :**

**1- EL GHOCHE H** – "Conception and Construction of Biaxial Apparatus for Identification of axial Orthotropic Material".

**Advanced Materials Research Vol. 324 (2011), pp 368-371.**

**2- EL GHOCHE H** – " Linearization of a viscoelastic model for light-weight Embankment " .

**Advanced Materials Research Vol. 324 (2011), pp 364-367. 6**

**3- EL GHOCHE H., COULET C., CAMBOU B.** - "Expérimentation et Modélisation de Blocs Compressibles de Matières Plastiques pour des Remblais Allégés.- Elaboration d'un Modèle Viscoélastique Non-linéaire Orthotrope de Révolution".

**Revue Française de Géotechnique. N° 66, 1er trimestre 1994.**

**4- EL GHOCHE H., BOUDISSA M., COULET C.** - " Validation d'un Modèle Viscoélastique Appliqué à des Chantiers de Remblais Allégés En Blocs de Matières Plastiques Compressibles."

**ANNALES de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics. Revue Technique et Scientifique. Septembre 1995.**

**5- C. COULET, D. DAUDON, H. EL GHOCHE, D. RAKOTONDRAMANITRA.**- "Valoriser les déchets textiles en travaux publics."

**TUT (Textiles à Usages Techniques). La Revue des Utilisateurs. 3ème trimestre 1992, N° 5.**

**6—A. FAWAZ, H. EL GHOCHE, Y. KAZAN, Y. MALECOT, M. BOULON, Y. FLAVIGNY-** « Analyse inverse et modélisation d'essais pressiométriques réalisés sur un sol de Beyrouth ».

**Revue Française de Géotechnique. N° 112, 3e trimestre 2005.**

#### **B : Congrès et Conférences Internationaux (avec actes) :**



- 5- **EL GHOUCHE H.**, COULET C., DAUDON D.- "Plastic waste for low-weight embankments". ASCE; Grounding Soil Improvement & Geosynthetics : New Orleans, Louisiana, USA, february 25-28, 1992
- 6- DAUDON D., **EL GHOUCHE H.**, COULET C.- "Plastic waste low-weight embankments for pavements construction on soft soil". GEO-COAST'91 : Yokohama, Japan, 3-6 sept. 1991.
- 7- COULET C., DAUDON D., **EL GHOUCHE H.**, RAKOTONDRAMANITRA J.D.- "Valorisation des déchets textiles plastiques par réemploi en travaux publics". 4iem symposium international Techtextil des textiles techniques et des matériaux armés de textiles : Francfort, Allemagne, 2-4 juin 1992.
- 8- COULET C., DAUDON D., **EL GHOUCHE H.**, RAKOTONDRAMANITRA J.D.- "Valorization of waste plastic materiel by insertion into civil engineering earthworks". The 7 seventh international conference on solid waste management and secondary materiels : Philadelphia, PA. USA, december 10-13, 1991.
- 9- **EL GHOUCHE H.**, BOUDISSA M., COULET C.- " Etude Expérimentale et Théorique de Blocs de Déchets de Matières Plastiques pour la Construction de Remblais Allégés." 6ème Colloque Franco-Polonais de Mécanique des Sols Appliquée. 20 - 22 Septembre 1993 - Douai.
- 10- **EL GHOUCHE H.**, DAUDON D., RAKOTONDRAMANITRA J.D.-"Study of the Plastbloc process : Search for a law of behaviour for low-weight embankments". IX national conference on soil mechanics and foundation engineering : Cracow, Poland, 11-13 october, 1990.
- 11- **EL GHOUCHE H.**, PERRIN J., COULET C. - "A Linear Viscoelastic Model applied on Plastic Materials Blocks for Light-Weight Embankments." Second International Congress on Environmental Geotechnics, Kyoto, JAPAN - 1996.
- 12 - **EL GHOUCHE H.**, COULET C., GIELLY J. - "Modèle Viscoélastique Non Linéaire Ecrouissable pour des Blocs Compressibles de Matières Plastiques. Huitièmes Rencontres du Centre Jacques Cartier : Elasticité, Viscoélasticité et Contrôle Optimal. Aspects Théoriques et Numériques. Université Claude Bernard. Lyon, France - 6 - 8 Décembre 1995.
- 13- **EL GHOUCHE H.**- " Modèle Viscoélastique Non Linéaire Ecrouissable Pour des Blocs Compressible De Matières Plastiques". Première Conférence Syrio-Libanaise de l'Ingénierie (CSLI-1). 13-14 octobre 1999. Université de Damas. Damas, Syrie.
- 14- **EL GHOUCHE H.**- "Conception et Construction d'un Appareil biaxial pour l'Identification d'un Matériau Orthotrope de Révolution" , Deuxième Colloque Franco-Libanais Sur Les Sciences des Matériaux (CSM2) (**Conférence Internationale**), 25 et 26 Mai 2000 – Beyrouth Liban.

15- **EL GHOCHE H.**- "Modélisation d'un matériau Alvéolaire. Application en Génie Civil." , Troisième Colloque Franco-Libanais Sur Les Sciences des Matériaux (CSM3) (**Conférence Internationale**), 16 - 18 Mai 2002 – Beyrouth Liban.

16- A. FAWAZ, **EL GHOCHE H**, Y. KAZAN, Y. MALECOT, M. BOULON, E. FALVIGNY.- « Analyse Inverse et Modélisation des Essais Pressiométriques Réalisés sur un Sol de Beyrouth ».**GEO-Beyrouth 2004** (Conférence Internationale), **19-21 Mai 2004 – Beyrouth, Liban.** 8

17- **EL GHOCHE H.**- "Etude du procédé PLASTBLOC : Recherche d'une loi de comportement". Huitièmes Rencontres Universitaires du Génie Civil : Cergy, France, 10-11 mai 1990.

18- **EL GHOCHE H.**- " Nonlinear,Viscoelastic and hardening Model For Compressible Plastic material Blocks".13th Science Meeting, organized by National Council for Scientific Research and Lebanese Association for the Advancement of Science. Nov 2-4, 1999

**19- EL GHOCHE Hayssam-** "Conception and Construction of Biaxial Apparatus for Identification of axial Orthotropic Material". Conférence Méditerranéenne sur les Matériaux Innovants et Applications. 15-17 mars 2011, Beyrouth Liban.

**20- Hayssam EL GHOCHE,** Fadi Hage Chehade- " Identification of Concrete. Using of a Mix Design Tool". Conférence Méditerranéenne sur les Matériaux Innovants et Applications. 15-17 mars 2011, Beyrouth Liban.

**21- EL GHOCHE Hayssam-** " Linearization of a viscoelastic model for light-weight Embankment". Conférence Méditerranéenne sur les Matériaux Innovants et Applications. 15-17 mars 2011, Beyrouth Liban.

#### **RAPPORTS D'ACTIVITE DE RECHERCHE**

22- Rapport de Recherche :

**EL GHOCHE H,** F. HAGE CHEHADE, Kh. KAHINE. "Formulation des Bétons Fabriqués avec des Constituants d'Origine Libanaise. Elaboration des Recommandations Techniques " Janvier 2007. 148 pages.

23- Rapport de Recherche :

**EL GHOCHE H,** J. ALHAJJAR, Kh. MOCHAORAB. "Géotechnique et Environnement : Substitution des Sols". Deuxième Partie Conseil National de la Recherche Scientifique- Liban, Juin 2004. 166 pages.

24- Rapport de Recherche :

J. ALHAJJAR, **EL GHOCHE H**, A. FAWAZ. "Modélisation des Répliques Sismiques". Deuxième Partie Conseil National de la Recherche Scientifique- Liban, Juin 2004.

25- Rapport de Recherche :

**EL GHOCHE H**, A. FAWAZ, J. ALHAJJAR, W. CHEHADE, M. BOULON, E. FLAVIGNY, Y. MALECOT. "Corrélation entre les paramètres du sol à partir des essais de 9 laboratoire et des essais pressiométriques pour l'Analyse Inverse pour les calcul géotechniques, et validation.". Première Partie Programme CEDRE- Liban, Mai 2003.

26- Rapport de Recherche :

**EL GHOCHE H**, J. ALHAJJAR, Kh. MOCHAORAB. "Géotechnique et Environnement : Substitution des Sols". Première Partie Conseil National de la Recherche Scientifique-