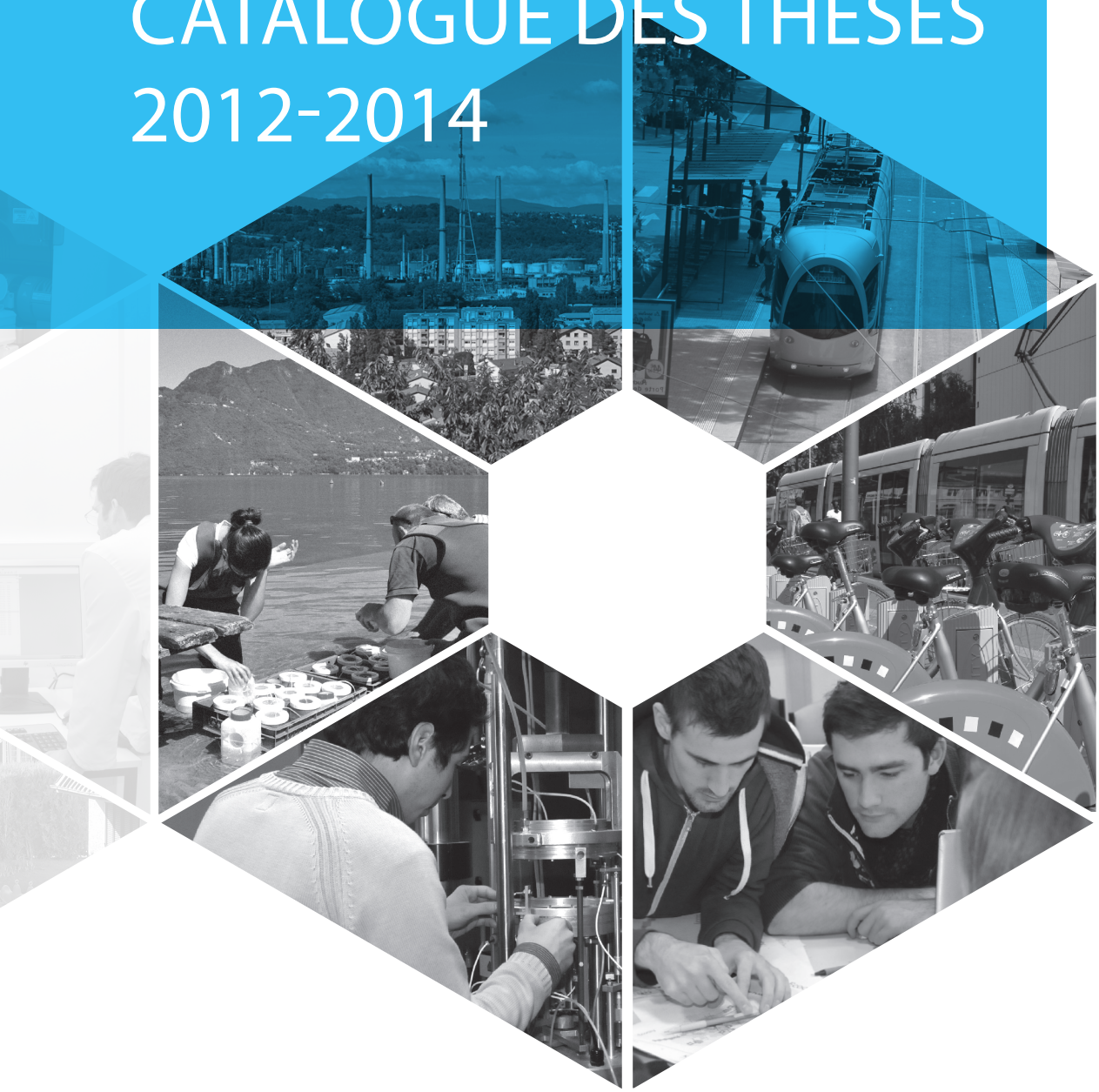
ENTPE

CATALOGUE DES THÈSES 2012-2014



ENTPE

Avant-propos

L'ENTPE a développé une forte activité de recherche liée à ses missions de formation. Aujourd'hui, cette recherche est réalisée dans cinq laboratoires correspondant chacun à un grand domaine de compétence de l'école :

- le **Laboratoire de Génie Civil et Bâtiment** est une unité de l'ENTPE partiellement intégrée au **Laboratoire de Tribologie et de Dynamique des Systèmes** (LTDS) UMR CNRS 5513, adossé à une tutelle principale (ENTPE), et à 3 tutelles par alliance (ECL, ENISE, CNRS),
- le **Laboratoire d'Economie des Transports (LET) devenu le LAET : Laboratoire d'Aménagement, d'Economie des Transports,** est une unité mixte de recherche spécialisée en économie des transports et en aménagement du territoire. Outre le CNRS, le LAET associe l'Université Lyon 2 et l'ENTPE, membres de l'Université de Lyon. Le laboratoire dispose de deux localisations, l'une à l'Institut des Sciences de l'Homme, au centre de Lyon, et l'autre à Vaulx-en-Velin, dans les locaux de l'ENTPE.
- le **Laboratoire d'Ingénierie de la Circulation et des Transports** (LICIT), est une unité mixte de l'IFSTTAR et de l'ENTPE, installé sur 2 sites (Bron et Vaulx-en-Velin),
- le **Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés** (LEHNA), est une unité mixte du CNRS, UMR 5023, adossée à 3 tutelles (CNRS, Université Lyon 1 et ENTPE), sous contrat avec l'INRA, et installée sur 2 sites (Villeurbanne et Vaulx-en-Velin). **L'équipe IPE (Impact des Polluants sur les Écosystèmes)** correspond à la composante du site ENTPE.
- le **laboratoire de Recherches Interdisciplinaires sur la Ville, l'Espace et la Société** (RIVES), est une des composantes de l'Unité mixte de recherche «**Environnement, Ville, Société** » (UMR CNRS 5600 EVS-RIVES).

La recherche de l'ENTPE regroupe : 70 chercheurs, 80 doctorants et une trentaine de personnels administratifs et techniques. Près d'une vingtaine de thèses et habilitations à diriger des recherches sont soutenues chaque année[1].

Ce catalogue vise à présenter une des formes de la production de la recherche : celle des thèses de doctorat soutenues à l'ENTPE. Il fait suite à d'autres catalogues rendant compte des thèses de doctorat soutenues à l'ENTPE :1998-2002, 2003-2008 et 2009-2011.

L'information est classée par année, puis par laboratoire de recherche et, enfin, par ordre alphabétique de nom d'auteur. Elle vise non seulement à faire connaître les productions des doctorants de l'ENTPE, mais aussi à favoriser les relations entre l'ENTPE et toute personne intéressée par les sujets qui y sont traités. L'ensemble rend compte de la quantité de travail produit (52 thèses de doctorat soutenues au total de 2012 à 2014, soit 17 par an en moyenne), de sa qualité et de l'évolution des sujets traités au fil des ans.

Contact : claudine.desforges@entpe.fr

[1] Toutes ces données sont consultables sur le site internet de l'ENTPE : http://www.entpe.fr/internet/contenu/recherche

SOMMAIRE

Thèses soutenues en 2012……5

Thèses soutenues en 2013…….……29

Thèses soutenues en 2014…….……53

Thèses soutenues en 2012

Laboratoire de Génie Civil et Bâtiment

BADI Hamid

Modélisation stochastique de l'interaction poids lourds/infrastructures. Application à l'analyse des risques et prévention des accidents

Thèse de doctorat MEGA en Génie mécanique, sous la direction de Claude-Henri LAMARQUE - ENTPE – 224 p.

Date de soutenance : 17/12/2012

SECURITE ROUTIERE / PREVENTION / ACCIDENT / POIDS LOURD / RISQUE / METHODE DE PREVISION

La sécurité routière est devenue une priorité de santé publique au niveau national et européen afin de réduire le nombre de morts et de blessés et d'améliorer le réseau routier. Une part importante de ces accidents sont causés par les poids lourds articulés et se manifestent par un renversement ou une mise en portefeuille. Pour éviter cela, des programmes de recherche ont été menés afin de répondre à cette problématique, qui vise à diminuer l'impact de ces accidents sur l'environnement. Notamment, les systèmes actuels de prévention des accidents embarqués dans le véhicule sont basés sur une modélisation déterministe de la dynamique du véhicule. En parallèle, des dispositifs de prévention des accidents sont aménagés autour de l'infrastructure, par exemple, des signalisations à messages variables, etc. Il s'ensuit que l'interprétation de ces informations par le conducteur ne tient pas compte du niveau de risque encouru. Par conséquent, il est nécessaire d'alerter le conducteur d'une prise de risque potentielle.

L'objectif de ce travail est le développement d'une méthodologie d'évaluation du risque de renversement et de la mise en portefeuille, encouru par le conducteur lors d'un itinéraire routier donné, qui permette d'alerter le conducteur suffisamment tôt et de manière graduée. Cette méthodologie s'appuie, d'une part, sur la construction d'un modèle stochastique de la dynamique du poids lourd articulé afin de prendre en compte fidèlement les incertitudes inhérentes au conducteur, au véhicule et à l'infrastructure, et, d'autre part, sur l'emploi de méthodes probabilistes d'analyse de fiabilité pour le calcul des probabilités de défaillance. Dès lors, notre contribution réside dans l'évaluation des probabilités de défaillance par l'utilisation de trois méthodes différentes et complémentaires d'analyse de fiabilité qui sont comparées à une méthode de type Monte-Carlo.

L'originalité du travail présenté réside avant tout dans la proposition d'une méthode robuste et rapide d'évaluation numérique d'indices de risque et d'une méthodologie probabiliste générique capable de s'étendre à d'autres risques routiers et d'autres types de véhicules. Les résultats obtenus, tels que l'évolution des indices de risques en fonction de quelques paramètres influents, démontrent le potentiel et l'intérêt de la méthodologie fiabiliste proposée quant à son application au domaine de la sécurité routière.

BERTHOZ Nicolas
Modélisation physique et théorique du creusement pressurisé des tunnels en terrains meubles homogènes et stratifiés
Thèse de doctorat MEGA en Génie civil, sous la direction de Henry WONG et Denis BRANQUE – ENTPE - 292 p.
Date de soutenance : 19/03/2012

TUNNEL / TERRAIN MEUBLE / TERRAIN STRATIFIE / CREUSEMENT PRESSURISE / REGIME IDEAL DE CREUSEMENT / PILOTAGE / DIMENSIONNEMENT / STABILITE DU FRONT DE TAILLE / CALCUL A LA RUPTURE / MODELISATION NUMERIQUE / MODELE REDUIT DE LABORATOIRE

De nos jours, l'utilisation de tunneliers à front pressurisé est souvent pleinement justifiée, en particulier en contexte urbain, où les terrains sont meubles, partiellement ou totalement saturés, et où la préservation du bâti impose une limitation drastique des pertes de volume au cours de l'excavation.
Ce travail de thèse vise à améliorer la compréhension de la phénoménologie de ce mode de creusement et à développer de nouveaux outils d'aide à la justification des ouvrages, au dimensionnement des machines et au pilotage des chantiers.
Dans un premier temps, des analyses sont menées à partir d'essais sur un modèle réduit de tunnelier à pression de terre original à l'échelle internationale. Celles-ci concernent le comportement en contraintes et déplacements du massif au cours du creusement en régime idéal, l'évaluation de la stabilité du front de taille, et l'analyse des grandeurs-machine du tunnelier. Les analyses réalisées sont menées en massifs de sol homogènes ainsi qu'en massifs stratifiés (bicouches/tricouches), configurations fréquemment rencontrées sur chantier.
Dans un second temps, les analyses effectuées à l'échelle du modèle réduit sont confrontées à des données de chantier pour validation de la modélisation physique effectuée.

BILODEAU Kevin

Comportement thermomécanique des matériaux traités au liant hydraulique et des bétons compactés routiers incluant des fraisâts bitumineux et des fibres métalliques

Thèse de doctorat MEGA en Génie civil, sous la direction d'Hervé DI BENEDETTO - ENTPE – 282 p.

Date de soutenance : 30/11/2012

BETON COMPACTE ROUTIER / AGREGAT D'ENROBES BITUMINEUX RECYCLES / ERTALH® / FRCC® / FIBRE METALLIQUE / FATIGUE / MODULE COMPLEXE / VISCOELASTICITE LINEAIRE / PRINCIPE DE SUPERPOSITION TEMPS-TEMPERATURE

Cette thèse s'inscrit dans le cadre d'une collaboration entre l'ENTPE et l'entreprise routière EIFFAGE Travaux Publics au sein du projet de recherche RECYROUTE, financé, en partie, par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR). Ce travail traite de l'analyse du comportement thermomécanique des bétons compactés routiers en présence de fraisâts bitumineux et de fibres métalliques (FRCC®). Les recherches ont été étendues aux matériaux composés d'Enrobés bitumineux Recyclés et traités au Liant (ERTALH®).

Les matériaux sont caractérisés, d'une part, suivant la méthode béton et matériaux traités au liant hydraulique et, d'autre part, à partir d'essais rhéologiques utilisés pour les matériaux bitumineux.

La caractérisation, suivant la méthode béton et matériaux traités au liant hydraulique, consiste à mesurer les propriétés mécaniques à partir de cinq essais normalisés tels que les résistances à la compression, traction par fendage et traction directe ainsi que les modules en compression et traction.

Dans le modèle viscoélastique linéaire (VEL), les matériaux ont été étudiés sur une large gamme de températures et de fréquences grâce à l'essai de traction /compression sur éprouvette cylindrique. Le principe de superposition temps-température a été vérifié et le modèle analogique 2S2PID a été utilisé pour simuler le comportement VEL.

Le comportement à la fatigue des matériaux a été étudié à l'aide de l'essai de fatigue sur éprouvette cylindrique.

Le comportement à basse température a été étudié à l'aide de l'essai de retrait thermique empêché (TSRST). L'évolution de la courbe de contrainte en fonction de la température a été simulée à l'aide du modèle DBN.

BOITHIAS Florent

Architecture et paramétrage de régulateurs multicritères du climat intérieur

Thèse de doctorat MEGA en Génie Civil, sous la direction de Pierre MICHEL et Mohamed EL MANKIBI – ENTPE – 277 p.

Date de soutenance : 20/06/2012

OPTIMISATION / REGULATION / CONTROLE / SYSTEME THERMIQUE / AMBIANCE INTERIEURE / BATIMENT / ALGORITHME GENETIQUE / RESEAU DE NEURONES

Le travail de thèse s'attache à répondre aux objectifs de minimisation de la consommation énergétique des bâtiments, de minimisation des inconforts internes ressentis par les occupants et de minimisation des moyens à mettre en œuvre pour atteindre les deux premiers.

Une méthode d'optimisation en temps réel du paramétrage des régulateurs du climat intérieur a été développée.

L'optimisation est menée à pas de temps réguliers de quelques heures. La méthode s'appuie sur un algorithme génétique et utilise les réseaux de neurones pour prédire le comportement des bâtiments selon le paramétrage testé. Elle a été conçue de manière à être applicable à tous types de systèmes et de bâtiments.

La méthode a été évaluée sur un modèle numérique de bâtiment et sur un ensemble de bâtiments réels instrumentés et pilotés. Les résultats montrent que le principe de la méthode sans le réseau de neurones permet d'atteindre les performances attendues, mais que l'introduction du réseau dégrade ces performances.

BORDERON Julien

Intégration des matériaux à changement de phase comme système de régulation dynamique en rénovation thermique

Thèse de doctorat MEGA en Génie civil, sous la direction de Joseph VIRGONE et Richard CANTIN – ENTPE – 205 p.

Date de soutenance : 31/10/2012

ENERGETIQUE / BATIMENT / MATERIAU A CHANGEMENT DE PHASE / VENTILATION / CONFORT D'ETE / CONVECTION FORCEE / STOCKAGE DE LA CHALEUR / SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE / RENOVATION THERMIQUE / RAFRAICHISSEMENT PASSIF

Dans le contexte actuel de l'amélioration thermique des bâtiments, la recherche de nouvelles solutions à intégrer au processus de rénovation est une étape essentielle pour la réalisation d'économies d'énergie dans l'existant. Dans une optique de maintien ou d'apport du confort d'été après une rénovation, les Matériaux à changement de Phase (MCP) peuvent être utilisés pour apporter une inertie suffisante afin d'utiliser la fraîcheur nocturne aux heures les plus chaudes de la journée. L'utilisation proposée des MCP passe par la constitution d'un système d'échangeur air/MCP couplé à la ventilation du bâtiment. Ainsi, les échanges thermiques entre les plaques de MCP et l'air de ventilation ont lieu par convection forcée pour assurer des échanges plus importants que par convection naturelle. Le stockage se fait par chaleur latente avec des températures de fusions/solidification du MCP adaptées.

Les objectifs du système d'échangeur air/MCP sont de doter le bâtiment d'une capacité passive de régulation de la température sans alourdir sa structure, d'améliorer le confort thermique d'été avec une stratégie de ventilation couplée au système et, enfin, d'éviter le recours à la climatisation active.

La démarche au cours de la thèse est d'évaluer les potentiels et caractéristiques des climats français pour y associer des systèmes d'échangeurs air/MCP dimensionnés. Un prototype avec un composé ternaire de paraffines micro-encapsulées est pré-dimensionné avec un modèle simplifié avant d'être instrumenté en température, en flux et en vitesse d'air au laboratoire. Un banc de test spécialement conçu dans le cadre de ce travail permet de lancer des expérimentations sous différents scénarios d'utilisation.

Ces données expérimentales sont confrontées à un modèle 2D Matlab du dispositif basé sur une modélisation aux différences fines implicites et une capacité thermique équivalente pour le MCP. Les données expérimentales sont analysées dans l'optique de mieux déterminer les coefficients d'échanges convectifs et les phénomènes d'hystérésis dans le prototype pour alimenter le modèle numérique. Celui-ci, validé, est couplé à un modèle global de bâtiment sous TRNSYS pour simuler et évaluer le fonctionnement de plusieurs configurations d'échangeur air/MCP sous les différents climats étudiés : Nice, Lyon, Trappes et Carpentras.

CHADIARAKOU Stella

Isolation thermique comme critère de la stratégie de gestion d'un stock de bâtiment

Thèse de doctorat MEGA en Génie civil, sous la direction de Mathéos SANTAMOURIS et Gérard GUARRACINO – ENTPE – 272 p.

Date de soutenance : 19/12/2012

IMMEUBLE RESIDENTIEL / ISOLATION THERMIQUE / PERTE THERMIQUE / EFFICACITE ENERGETIQUE / SIMULATION / MESURE IN SITU / SOLUTION DE CONSTRUCTION

Le secteur du bâtiment est en train d'atteindre de loin le pourcentage le plus élevé de la consommation d'énergie finale dans les pays européens. Si l'on prend en considération le taux très faible de nouvelles constructions et la refonte de la Directive sur la Performance Energétique dans les Bâtiments, il s'avère nécessaire de mesurer la conservation d'énergie dans les bâtiments existants.

Dans ce cadre, une recherche approfondie a été menée en Grèce dans les "Multy Family Houses" sur la solution rétrospective d'isolation de l'enveloppe de bâtiment. Après une recherche quantitative par questionnaire, les bâtiments typiques ont été définis, où les mesures *in situ* ont été effectuées. Enfin, un programme de simulation a été utilisé, comprenant un certain nombre de scénarios simulant l'isolation de différentes épaisseurs.

Les résultats ont été axés sur l'amélioration du facteur de transmission thermique des éléments de construction et en conséquence sur l'atténuation des pertes thermiques. Ainsi, nous avons atteint un coefficient de transmission d'énergie thermique d'environ 0,1W/m2K et une réduction des pertes thermiques de 58% par rapport à la situation réelle.

DELGADO Horacio
Comportement mécanique à la fatigue d'enrobés bitumineux renforcés de fibres de chanvre
Thèse de doctorat MEGA en Génie Civil, sous la direction de Laurent ARNAUD – ENTPE – 225 p.
Date de soutenance : 04/05/2012

BETON BITUMINEUX / GRAVE EMULSION DE BITUME / FIBRE DE CHANVRE / MODULE COMPLEXE / VISCOELASTICITE LINEAIRE / FATIGUE / ENDOMMAGEMENT / SUIVI MECANIQUE / ONDE ULTRASONORE / PERTE D'ENERGIE

Actuellement, les enrobés bitumineux sont susceptibles d'endommagements apparents à la surface de la chaussée. Ces dégradations provoquent une diminution du niveau du service et par conséquent une répercussion importante dans les coûts d'entretien. Il est donc crucial de trouver de nouvelles solutions pour augmenter les performances des enrobés bitumineux dans un contexte de développement durable.
Ce travail, conduit au DGCB de l'ENTPE, analyse la faisabilité et l'impact de l'utilisation de fibres végétales pour renforcer la résistance mécanique à la fatigue des enrobés bitumineux. Les fibres utilisées sont issues de la culture du chanvre. C'est une matière première facilement disponible, renouvelable et valorisant la biomasse en permettant un stockage du CO2. Elles présentent des caractéristiques physiques et mécaniques intéressantes pour renforcer la microstructure des matériaux bitumineux.
Un travail expérimental a été réalisé sur deux types d'enrobés bitumineux : un béton bitumineux (BBSG10) qui est préparé à haute température (155 °C) et une grave traitée à l'émulsion de bitume (GEB14) préparé à basse température (40 °C). Quatre différentes longueurs (1, 3, 5 et 7 cm) et trois concentrations différentes (0,2; 0,3 et 0,4%) ont été testées et l'influence des fibres de chanvre a été caractérisée sur le comportement à court terme et sur l'évolution des propriétés sous sollicitations cycliques de type fatigue.
Deux essais ont été utilisés pour évaluer l'influence de l'incorporation des fibres de chanvre. D'abord, un essai de module complexe, en tension-compression, a été réalisé pour déterminer les propriétés viscoélastiques initiales de l'enrobé bitumineux. Le deuxième test réalisé a été l'essai de fatigue pour déterminer les propriétés de l'enrobé à long terme.

DUFOUR Nathalie

Comportement poro-viscoplastique endommageable des cavités souterraines : application au stockage des déchets radioactifs

Thèse de doctorat MEGA en Génie Civil, sous la direction de Henry WONG – ENTPE – 265 p.

Date de soutenance : 15/05/2012

COUPLAGE HYDROMECANIQUE / ENDOMMAGEMENT / VISCOPLASTICITE / ELEMENTS FINIS / SOLUTION ANALYTIQUE

Cette thèse a pour objet l'étude du comportement hydromécanique à long terme de galeries de stockage de déchets radioactifs en formation géologique profonde. Une solution quasi-analytique, prenant en compte la totalité du cycle de vie d'une galerie type, de l'excavation à la phase post-fermeture après remblaiement, est présentée dans le cadre de la poroélasticité. Elle constitue une solution de référence utile pour tester la fiabilité de la solution numérique développée ensuite grâce au code de calcul Cast3M. Celle-ci est obtenue en superposant deux modèles rhéologiques sur le même maillage. Ce principe de superposition permet d'étendre la capacité du code de calcul a modéliser des comportements complexes hydromécaniques. Enfin, un nouveau modèle couplant les aspects hydromécaniques, de fluage, d'écrouissage et d'endommagement anisotrope est présenté. Elaboré dans le cadre de la thermodynamique des milieux poreux, il est basé sur le concept « clé » de contrainte doublement effective, combinaison de la contrainte effective de Biot et de la contrainte effective de la Mécanique de l'Endommagement. L'effet de l'endommagement sur les paramètres hydromécaniques est également pris en compte. Ce modèle est intégré à un code de calcul initialement développé au DGCB (Département Génie Civil et Bâtiment). Sa validité est vérifiée en considérant des comportements « limites » (poroélasticité, viscoplasticité monophasique) où des solutions quasi-analytiques sont connues. Des études paramétriques mettent en évidence la cohérence des autres couplages partiels et du modèle complet.

FERNANDEZ Pauline

La perception des environnements lumineux de chambres d'hôtel. Effets de l'éclairage, de l'usage et des caractéristiques individuelles sur le jugement d'appréciation en situation réelle

Thèse de doctorat en Neurosciences et Cognition, sous la direction de Marc FONTOYNONT (Danish Building Research Institute, Aalborg University, Danemark) et Agnès GIBOREAU (Centre de Recherche de l'Institut Paul Bocuse) - Université Claude Bernard Lyon I – 290 p.
Date de soutenance : 09/11/2012

QUALITE DE L'ECLAIRAGE / ECLAIREMENT / TEMPERATURE DE COULEUR / JUGEMENT D'APPRECIATION / USAGER / CHAMBRE D'HOTEL / ANALYSE DE DISCOURS / MODELISATION 2D / SITUATION REELLE

Compte tenu des évolutions technologiques et réglementaires actuelles, l'apparition de la technologie LED décuple les possibilités de conception d'environnements lumineux adaptés aux attentes et besoins des usagers. Bien qu'ingénieurs et architectes accordent une importance croissante à la qualité de l'éclairage, peu d'éléments fondamentaux de l'environnement lumineux ont été scientifiquement identifiés au regard des attentes des clients dans le secteur de l'hôtellerie.

Dans ce contexte, notre projet de recherche vise à mieux comprendre la perception des environnements lumineux de chambres d'hôtel du point de vue de l'usager, le client de l'hôtel lui-même. Nous faisons l'hypothèse que l'évaluation d'un environnement lumineux dépend à la fois des caractéristiques physiques de l'éclairage, de la situation dans laquelle il est perçu ainsi que des caractéristiques individuelles des usagers qui le perçoivent.

Une méthodologie en trois phases a été construite pour tester cette hypothèse et accéder au jugement d'appréciation des usagers d'une chambre d'hôtel en situation réelle. La première phase de ce programme de recherche a permis de mettre en évidence l'importance que le client accorde à la lumière en fonction des situations d'usage qui ponctuent son séjour à l'hôtel, telles que la situation de détente ou de travail. La deuxième phase du programme a conduit à la sélection des paramètres de l'éclairage pertinents dans la conception d'environnements lumineux de chambres d'hôtel, fondée sur les préférences de la clientèle. La troisième et dernière phase a permis de mesurer l'influence de la situation d'usage sur l'évaluation des environnements lumineux variables en termes de niveaux de lumière (30% et 100% du flux) et de températures de couleur (2700 K, 4200 K).

Les résultats de cette étude ont montré que les environnements lumineux préférés des usagers sont caractérisés par une teinte chaude et une faible quantité de lumière lors d'une situation de détente, contrairement à une situation de travail où une teinte chaude et une forte quantité de lumière des environnements lumineux sont préférées. Des différences dans les caractéristiques individuelles, telles que le genre et l'âge, modulent les jugements d'appréciation.

De plus, notre projet de recherche porte un enjeu méthodologique, celui de la construction d'un dispositif expérimental permettant la formulation et le recueil du jugement d'appréciation des usagers, relatif à l'environnement lumineux d'une chambre d'hôtel dans un contexte écologique.

MOREL Julien

Caractérisation physique et perceptive du bruit routier urbain pour la définition d'indicateurs de gêne sonore en situation de mono-exposition et de multi-exposition en présence de bruit industriel

Thèse de doctorat MEGA en Acoustique, sous la direction de Catherine MARQUIS-FAVRE - ENTPE – 291 p.

Date de soutenance : 07/09/2012

GENE SONORE / BRUIT ROUTIER / BRUIT INDUSTRIEL / MULTI-EXPOSITION SONORE / INDICATEUR / CATEGORISATION LIBRE / DONNEE VERBALE / TYPOLOGIE PERCEPTIVE ET COGNITIVE / CARACTERISTIQUE SPECTRALE / CARACTERISTIQUE TEMPORELLE / MODELE DE GENE TOTALE / ENVIRONNEMENT SIMULE / ENQUÊTE IN SITU

Le bruit dans l'environnement représente une nuisance majeure au quotidien pour nos concitoyens. De nombreux outils sont employés dans la lutte contre les nuisances sonores. Parmi ces outils, les cartes de bruit, rendues obligatoires par la directive Européenne 2002/49/CE, visent à représenter l'état acoustique moyen d'une zone donnée au moyen de l'indice énergétique L_{den}. Les limites de ce type d'indices ont été mises en évidence dans de nombreuses études, notamment en ce qui concerne la caractérisation de la gêne sonore. Dans ce contexte, ces travaux de thèse se donnent pour objectif de contribuer à l'amélioration des cartes de bruit par la proposition d'indicateurs acoustiques pertinents du point de vue de l'individu pour rendre compte de la gêne ressentie, en situation de mono-exposition au bruit de la circulation routière, et en situation de multi-exposition au bruit de la circulation routière et au bruit industriel.

Dans cette optique, une démarche en 3 étapes est mise en œuvre : (1) la caractérisation physique et perceptive des bruits de la circulation routière en milieu urbain avec proposition d'indicateurs de gêne sonore en situation de mono-exposition, (2) la caractérisation physique et perceptive de situations de multi-exposition au bruit de la circulation routière et au bruit industriel avec proposition d'indicateurs de gêne sonore, et (3) la confrontation des indicateurs proposés aux données d'une expérimentation menée en environnement simulé en laboratoire, puis aux données d'une enquête conduite in situ.

TAPSOBA Nouffou

Comportement des enrobés bitumineux à base de matériaux recyclés et/ou fabriqués à température réduite

Thèse de doctorat MEGA en Génie Civil, sous la direction de Hervé DI BENEDETTO – ENTPE – 266 p.

Date de soutenance : 14/09/2012

ENROBE BITUMINEUX / ORNIERAGE / DEFORMATION / FATIGUE / VISCOELASTICITE

Ce travail s'inscrit dans le cadre d'une collaboration entre l'ENTPE et l'entreprise LAFARGE et traite du comportement thermo-mécanique des enrobés bitumineux à base de matériaux recyclés et/ou d'enrobés bitumineux fabriqués à température réduite. Le comportement d'enrobés utilisant une combinaison de RAP et de "shingles" avec différentes teneurs a été évalué, et des enrobés "tièdes" utilisant des procédés de fabrication différents ont été comparés aux enrobés à chaud.

Dans le domaine viscoélastique linéaire (VEL), les matériaux ont été étudiés sur une large gamme de températures et de fréquences grâce l'essai de traction/compression sur éprouvette cylindrique. Le principe de superposition temps-température a été vérifié pour un comportement tridimensionnel et le modèle analogique 2S2PID-3D a été utilisé pour simuler le comportement VEL. L'influence des teneurs en RAP et shingle et des procédés de fabrication a été étudiée.

Le comportement à la fatigue des enrobés bitumineux a été étudié à l'aide de deux types d'essais de fatigue : essais de fatigue classiques sur éprouvette cylindrique et essais de fatigue dits "améliorés" (mesure des propriétés VEL au cours des essais de fatigue). La méthode d'endommagement du DGCB est utilisée afin de quantifier le dommage. Une méthode de prédiction est proposée pour déterminer la rupture en considérant uniquement les 300 000 premiers cycles. Le comportement tridimensionnel à basse température a été étudié à l'aide de l'essai de retrait thermique empêché (TSRST). Les évolutions des courbes de contrainte et de déformation radiale en fonction de la température ont été simulées à l'aide du modèle DBN.

Le comportement à l'orniérage a été étudié à l'aide de l'essai de "flow number" et a montré des différences significatives selon les procédés de fabrication.

VILLA Céline
Optimisation multicritère prenant en compte les préférences de panels de sujets. Application à l'éclairage de bureaux
Thèse de doctorat MEGA en Génie civil, sous la direction de Raphaël LABEYRADE - ENTPE – 482 p.
Date de soutenance : 21/12/2012

OPTIMISATION MULTICRITERE / FRONT DE PARETO / TEST PSYCHOVISUEL / ECLAIRAGE

A partir d'un cas d'étude en éclairagisme, une méthode permettant d'intégrer les préférences de panels de sujets au sein d'un processus d'optimisation multicritère est introduite ; elle est destinée à identifier les meilleurs compromis entre préférences et critères physiques. Un protocole de tests psychovisuels sur internet s'appuyant sur l'emploi des blocs aléatoires incomplets, destiné à recueillir des évaluations d'ambiances lumineuses reproduites sur des images, est proposé et validé. Ce protocole étant exploité conjointement à la méthode d'optimisation, des problèmes comportant jusqu'à huit variables de décision peuvent être résolus. Par ailleurs, afin de prendre en compte des fonctions critères incertaines par nature (notamment psychovisuelles) au sein d'un processus d'optimisation, un cadre théorique et une méthode d'implantation associée, fondés sur la détermination d'un "Front de Pareto Incertain" sont introduits. Ces méthodes sont appliquées à l'optimisation d'un bureau double partagé.

Laboratoire d'Ingénierie de la Circulation et des Transports

REY David

Minimisation des conflits aériens par des modulations de vitesse

Thèse de doctorat MSTII en Mathématique et informatique, sous la direction de Zoltan SZIGETI (laboratoire G-SCOP), Christophe RAPINE (Université de Lorraine), Rémy FONDACCI - Université de Grenoble – 181 p.

Date de soutenance : 14/12/2012

GESTION DU TRAFIC AERIEN / OPTIMISATION / PROGRAMMATION MATHEMATIQUE / DETECTION ET RESOLUTION DES CONFLITS

Afin de pouvoir subvenir aux futurs besoins en matière de transport aérien, il est nécessaire d'augmenter la capacité de l'espace aérien. Les contrôleurs aériens, qui occupent une place centrale dans la gestion du trafic, doivent quotidiennement faire face à des situations conflictuelles (conflits) lors desquelles deux vols risquent de violer les normes de séparation en vigueur si aucune modification de trajectoire n'est envisagée. La détection et la résolution des conflits potentiels contribuent à augmenter la charge de travail des contrôleurs et peuvent potentiellement les conduire à diriger les vols vers des zones moins denses de l'espace aérien, induisant *a posteriori* un retard pour les vols. Le problème de la capacité de l'espace aérien peut donc être abordé en régulant les flux de trafic de façon à réduire la quantité de conflits aériens. L'objectif de cette thèse est de mettre au point une méthodologie destinée à minimiser les risques de conflits aériens en modifiant légèrement les vitesses des appareils. Cette approche est principalement motivée par les conclusions du projet ERASMUS portant sur la régulation de vitesse subliminale. Ce type de régulation a été conçu de façon à ne pas perturber les contrôleurs aériens dans leur tâche. En utilisant de faibles modulations de vitesse, imperceptibles par les contrôleurs aériens, les trajectoires des vols peuvent être modifiées pour minimiser la quantité totale de conflits et ainsi faciliter l'écoulement du trafic dans le réseau aérien. La méthode retenue pour mettre en œuvre ce type de régulation est l'optimisation sous contrainte. Dans cette thèse, nous développons un modèle d'optimisation déterministe pour traiter les conflits à deux avions. Ce modèle est par la suite adapté à la résolution de grandes instances de trafic en formulant le modèle comme un Programme Linéaire en Nombres Entiers. Pour reproduire des conditions de trafic réalistes, nous introduisons une perturbation sur la vitesse des vols, destinée à représenter l'impact de l'incertitude en prévision de trajectoire dans la gestion du trafic aérien. Pour valider notre approche, nous utilisons un outil de simulation capable de rejouer des journées entières de trafic au-dessus de l'espace aérien européen. Les principaux résultats de ce travail démontrent les performances du modèle de détection et de résolution de conflits et soulignent la robustesse de la formulation face à l'incertitude en prévision de trajectoire. Enfin, l'impact de notre approche est évalué à travers divers indicateurs propres à la gestion du trafic aérien et valide la méthodologie développée.

Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés

DELHAYE Hélène
Développement d'un bioessai de toxicité chronique en microcosme aquatique de laboratoire et évaluation de l'outil au travers de l'étude des effets du cadmium
Thèse de doctorat en Chimie, spécialité Environnement, sous la direction de Bernard CLEMENT - INSA de Lyon – 158 p.
Date de soutenance : 28/09/2012

MICROCOSME/ OPTIMISATION / VARIABILITE / RENOUVELLEMENT D'EAU / CADMIUM

Les approches physico-chimiques étant insuffisantes pour évaluer l'impact de la pollution sur les écosystèmes, de nombreux bioessais, variant de par le niveau d'organisation représenté, ont été développés. Parmi ces essais, on trouve les essais en microcosme aquatique de laboratoire qui sont un compromis entre (1) les essais mono spécifiques standards de laboratoires, méthodes couramment employées mais très simplifiées et peu représentatives sur le plan écologique et (2) les essais en mésocosme extérieurs, plus représentatifs mais coûteux, lourds à mettre en œuvre, moins réplicables et plus difficiles à interpréter.
Dans ce travail, nous nous sommes plus particulièrement intéressée à l'essai initialement développé par Clément et Cadier (1998). Cet outil permet d'évaluer l'effet de substances ou de matrices potentiellement contaminées sur un écosystème artificiel composé d'eau et de sédiments, dans lesquels sont introduites simultanément 5 espèces aquatiques d'eau douce usuellement employées dans des essais de toxicité monospécifiques : l'algue *Pseudokirchneriella subcapitata*, la lentille d'eau *Lemna minor*, la daphnie *Daphnia magna*, l'amphipode *Hyalella azteca* et l'insecte *Chironomus riparius*.
Cet essai en microcosme a été utilisé dans de nombreux projets depuis sa conception mais sa variabilité demeurait la principale limite malgré les améliorations successives. Le principal objectif de ce travail était donc d'optimiser l'essai. La principale amélioration testée a été le renouvellement continu de l'eau du système qui a permis de stabiliser les paramètres physico-chimiques de la colonne d'eau des microcosmes et la densité algale, et ainsi d'améliorer le développement des organismes et la réplicabilité de l'essai. Le cadmium a été utilisé comme contaminant modèle afin d'évaluer les développements méthodologiques proposés. La diminution de la variabilité en présence de renouvellement d'eau augmente la capacité à détecter des effets sublétaux sur les organismes pélagiques avec des tests statistiques classiques.
Le développement d'un cadre de modélisation dynamique a permis de comparer la sensibilité des daphnies au cadmium dans des expériences aux profils d'exposition différents.

Recherches Interdisciplinaires Ville-Espace-Société

BALAZARD Hélène
Quand la société civile s'organise : l'expérience démocratique de London Citizens
Thèse de doctorat en Science politique, sous la direction de Didier CHABANET - Université Lumière Lyon 2, IEP de Lyon – 417 p.
Date de soutenance : 18/10/2012

ACCOUNTABILITY / ACTION COLLECTIVE / ALINSKY / CITOYENNETE / COMMUNAUTE / *COMMUNITY ORGANIZING* / DEMOCRATIE PARTICIPATIVE / *EMPOWERMENT* / GOUVERNANCE / *LONDON CITIZENS* / LONDRES / MOBILISATION / MOUVEMENT SOCIAL / POLITIQUE / PRAGMATISME / REPRESENTATION / ROYAUME UNI / SOCIETE CIVILE

Trois jours avant les élections nationales de 2010 au Royaume-Uni, l'association London Citizens réunit les trois principaux prétendants à la fonction de Premier Ministre. Parmi les 2 200 personnes présentes dans la salle, certaines défilent sur scène et confrontent les candidats à des revendications (portant sur le salaire minimum, les droits des immigrés, les logements abordables et l'accès au crédit), tout en les enjoignant à reconnaître et à promouvoir le rôle de la " société civile " dans la gouvernance londonienne. À la pointe de ce combat, London Citizens représente un très large éventail d'organisations - congrégations religieuses, établissements scolaires, syndicats et autres associations - qui cherchent collectivement à faire entendre leur voix en interpellant les responsables politiques, mais également les acteurs économiques, bousculant ainsi les règles du jeu politique traditionnel. Construite sur le modèle du *Broad-Based Community Organizing* initié par Saul Alinsky dans les années 1940 à Chicago, London Citizens cherche à mobiliser un très grand nombre de communautés et d'habitants de Londres. Encadrés par des " organisateurs ", les différents membres se rencontrent régulièrement et mènent ensemble des actions collectives sur des territoires et des sujets variés. " Démocratique " sous bien des aspects, l'action de London Citizens est aussi ambiguë au regard de sa conception de l'émancipation citoyenne et des changements sociaux visés. C'est une approche pragmatique de la citoyenneté et de la démocratie qui est alors mise en avant.

ZANETTI Thomas

Une ville et sa multinationale, une multinationale et sa ville : emprise spatiale, organisation sociale, fonction économique et régulation politique du territoire Michelin à Clermont-Ferrand (fin XIXe à nos jours)

Thèse de doctorat en Géographie, aménagement et urbanisme, sous la direction de Vincent VESCHAMBRE - Université Lumière Lyon 2 – 837 p.

Date de soutenance : 03/12/2012

TERRITOIRE / GOUVERNANCE URBAINE / ACTION PUBLIQUE LOCALE / CLERMONT FERRAND / MICHELIN

Michelin est une firme multinationale présente sur tous les continents, elle détient près de 70 sites à travers le monde, qui emploient au total 108 000 salariés. En ce sens, l'entreprise a la capacité de valoriser divers territoires d'implantation dans le cadre de la mondialisation de ses activités, en s'émancipant des contraintes spatiales pour répondre à une consommation globale. Or, la multinationale du pneumatique a toujours maintenu son siège social dans la ville où l'entreprise industrielle est née à la fin du XIXème siècle, Clermont-Ferrand, signe qu'un degré élevé de mondialisation peut coexister avec un ancrage territorial centenaire. Il convient alors de s'interroger sur les ressorts, nécessairement évolutifs, de l'enracinement clermontois de Michelin. De la fin du XIXème siècle jusqu'à la Seconde guerre mondiale, l'entreprise a mis en place à Clermont-Ferrand un système paternaliste d'encadrement social de la force de travail qui accompagnait l'existence de l'ouvrier du « berceau à la tombe ». Cités-jardins, écoles, équipements médicaux, sportifs, œuvres sociales, etc. ont ainsi été conçus pour attirer, fidéliser et finalement assujettir une main-d'œuvre généralement issue du milieu rural auvergnat. S'ajoutant à l'emprise spatiale des sites industriels, tous localisés sur la commune de Clermont-Ferrand et composant un « espace Michelin » s'étalant entre les centres anciens de Clermont et de Montferrand, l'ensemble des équipements du système paternaliste dessine un « monde Michelin », défini comme une entité socio-spatiale autonome par rapport au reste de la société urbaine locale. Cette organisation sociale spécifique a une finalité essentiellement productive. Confrontée à l'absence de tradition industrielle qui caractérise la région clermontoise au début du XXème siècle, la firme façonne un milieu économique progressivement soumis à la croissance d'une mono-industrie, celle du caoutchouc, puis à une seule entreprise, Michelin. Cette dernière devient alors le principal moteur de l'économie locale, le puissant leader d'un bassin qui s'industrialise brutalement. Enfin, les relations de l'entreprise avec les pouvoirs publics locaux sont déterminantes pour comprendre comment un acteur privé a pu conformer une ville à ses logiques économiques. En effet, le déploiement d'une initiative sur l'espace ne se peut se réaliser sans lien avec le pouvoir institutionnalisé des élites politiques, celles-ci maîtrisant des ressources réglementaires indispensables à la mise en œuvre de l'aménagement urbain. Le concours de Michelin à la fabrique de la ville est ainsi indissociable des initiatives publiques, menées notamment par la municipalité de Clermont-Ferrand. Au final, on peut considérer qu'on assiste, dans la première moitié du XXème siècle, à la construction, par une entreprise, d'un territoire formé de quatre dimensions interdépendantes : une emprise spatiale, une organisation sociale, une fonction économique et une régulation politique. Une fois posées les modalités de la constitution de ce « territoire Michelin », l'objectif de ce travail est d'analyser comment cette construction territoriale évolue dans le temps, selon un cycle de « territorialisation / déterritorialisation / reterritorialisation » qui renouvelle les conditions de l'ancrage territorial d'une firme mondiale et renseigne sur la dialectique entre local et global, le territoire pouvant alors être considéré comme une clé de lecture du capitalisme et de ses conséquences sur l'évolution des sociétés urbaines.

Thèses soutenues en 2013

Laboratoire de Génie Civil et Bâtiment

BENOIT Gaëlle

Caractérisation des propriétés acoustiques de revêtements poreux par mesures in situ. Application au colmatage des chaussées

Thèse de doctorat MEGA en Acoustique, sous la direction de Claude BOUTIN et Michel BERENGIER - ENTPE – 201 p.

Date de soutenance : 20/12/2013

REVETEMENT DE CHAUSSEE POREUX / CARACTERISATION ACOUSTIQUE NON DESTRUCTIVE / MESURE ACOUSTIQUE *IN SITU* / ANALYSE DE SENSIBILITE / INVERSION GUIDEE / COLMATAGE

Les revêtements de chaussée poreux possèdent des propriétés intéressantes du point de vue de la sécurité routière autant que de celui du bruit dans l'environnement. Cependant, leurs propriétés peuvent évoluer fortement au cours du temps, jusqu'à devenir équivalentes à celles des revêtements classiques, sous l'effet des conditions climatiques et du colmatage.

L'objectif de ce travail de thèse est de mettre en place les outils nécessaires à l'évaluation in situ des paramètres liés à la microstructure du revêtement poreux par une méthode acoustique non destructive. Ainsi, les méthodes de mesure in situ de l'impédance de surface et du coefficient d'absorption sont étudiées. Trois de ces méthodes sont comparées successivement sur une mousse polymère, puis sur un Béton Bitumineux Drainant.

Par ailleurs, les phénomènes de propagation et de dissipation dans ce type de milieu poreux sont décrits, menant aux modèles qui relient propriétés acoustiques (impédance de surface et coefficient d'absorption notamment) aux paramètres intrinsèques du matériau ; parmi ceux-ci, un modèle respectant la physique du problème et nécessitant peu de paramètres est choisi pour la suite des applications.

Une analyse de la sensibilité de ce modèle aux paramètres conduit au développement d'une démarche d'inversion guidée du modèle. Elle permet, à partir des grandeurs mesurables *in situ*, d'estimer les paramètres un par un sur des gammes de fréquences adaptées à leur influence. Cette démarche est validée sur des carottes de revêtement poreux et présente des résultats satisfaisants sur les mesures réalisées *in situ*.

Enfin, les outils développés sont appliqués à la problématique du colmatage. Le protocole expérimental permet de mettre en lumière l'effet du colmatage sur les grandeurs acoustiques et sur les paramètres liés à la microstructure du matériau.

BUANNIC Maël
Fatigue et propriétés viscoélastiques des bitumes et mastics bitumineux
Thèse de doctorat MEGA en Génie civil, sous la direction de Hervé DI BENEDETTO et Cédric SAUZEAT – ENTPE.
Date de soutenance : 12/04/2013

Thèse confidentielle

GLE Philippe

Acoustique des Matériaux du Bâtiment à base de Fibres et Particules Végétales : Outils de Caractérisation, Modélisation et Optimisation

Thèse de doctorat MEGA en Acoustique, sous la direction de Laurent ARNAUD et Emmanuel GOURDON – ENTPE – 234 p.

Date de soutenance : 15/02/2013

CHENEVOTTE / BETON DE CHANVRE / PARTICULE VEGETALE / MATERIAU POREUX / PROPRIETE ACOUSTIQUE / THEORIE MULTI-ECHELLE / PROPRIETE MULTIFONCTIONNELLE

Dans le bâtiment, de nouvelles réglementations thermiques sont progressivement mises en place afin de répondre à des problématiques d'économie d'énergie, faisant apparaître de nouveaux types de matériaux. Cela ne doit toutefois pas se faire au détriment de leurs propriétés acoustiques. Les matériaux à base de particules et fibres végétales, tels que le béton de chanvre et les laines de chanvre/lin, sont caractérisés par des propriétés multifonctionnelles de haut niveau et constituent des solutions parfaitement adaptées à ce contexte.

L'objectif de ce travail de thèse est d'explorer les propriétés acoustiques de ces matériaux, et plus particulièrement de mettre en évidence la contribution de leurs différentes échelles de porosité à la dissipation acoustique. A cette fin, les propriétés physiques et acoustiques de laines végétales, de chènevottes et de bétons de chanvre ont été caractérisées, et analysées en s'appuyant sur la théorie des matériaux poreux à simple et multiple échelle, développée dans la littérature.

La campagne expérimentale a permis de souligner les performances acoustiques élevées de ces matériaux, ces dernières peuvent être contrôlées par une série de leviers d'action relatifs au choix de leurs constituants et de leur mode de mise en œuvre. Il est de plus montré qu'étant donné le gradient de perméabilité existant entre les micropores (pores intrafibres, intraparticules et intraliants) et les mésopores (pores interfibres et interparticules), seuls les mésopores participent à la dissipation acoustique. Dans ce cadre, des modèles semi-phénoménologiques sont utilisés afin de prédire les propriétés acoustiques à partir des paramètres de base de chaque constituant.

Cette modélisation est finalement exploitée à travers une optimisation des propriétés acoustiques de ces matériaux à partir de leur formulation, leur structure multicouche et leur géométrie de surface. Des méthodes de caractérisation des matériaux par mesures acoustiques sont également proposées afin de réaliser un contrôle de qualité des granulats de chanvre.

LE Hong Hanh
Stabilité des murs de soutènement routiers en pierre sèche : modélisation 3D par le calcul à la rupture et expérimentation échelle 1
Thèse de doctorat MEGA en Génie civil, sous la direction de Jean-Claude MOREL– ENTPE – 197 p.
Date de soutenance : 16/09/2013

MUR DE SOUTENEMENT / PIERRE SECHE / MODELISATION 3D / CALCUL A LA RUPTURE / HOMOGENEISATION / EXPERIMENTATION ECHELLE 1

Les murs en pierre sèche représentent environ un sixième des murs de soutènement routiers en France (hors autoroute) et environ la moitié des murs de soutènement routiers au Royaume-Uni. Existant depuis le 19e siècle ou depuis le début du 20e siècle, ce système de soutènement est en général encore stable, même s'il est inévitablement plus ou moins détérioré ; et il devrait servir encore longtemps. En présentant un grand avantage de moindre impact environnemental par rapport aux murs de soutènement en béton, les murs de soutènement en pierre sèche font l'objet d'études des chercheurs français et anglais depuis les vingt dernières années. Les études menées s'orientent vers deux objectifs précis : d'une part, ausculter des murs existants et réévaluer leur stabilité pour les restaurer si nécessaire et, d'autre part, dimensionner de nouveaux murs qui répondent à la demande de développement durable. La présente thèse a pour but de dimensionner des murs de soutènement routiers neufs en pierre sèche. En comparaison avec les murs de soutènement des terrasses qui soutiennent un remblai seul, les murs de soutènement des chemins doivent supporter en supplément les charges de trafic. La déformation et la rupture des murs se produisent donc plutôt en 3D. C'est la raison pour laquelle cette thèse étudie le calcul 3D des murs de soutènement en pierre sèche routiers. Elle exploite les résultats de la modélisation 2D d'Anne Sophie Colas des murs de soutènement en pierre sèche par le calcul à la rupture et généralise cette méthode au cas 3D. Le travail consiste en une modélisation 3D de ces murs utilisant le calcul à la rupture et la théorie d'homogénéisation des maçonneries. Les résultats des calculs théoriques sont ensuite comparés avec les résultats expérimentaux obtenus dans les essais échelle 1 sur deux murs en calcaire testés *in situ* pour vérifier la validité du modèle construit.

NGUYEN Van-Nghi
Principes alternatifs pour la détection de masse ultime via la dynamique non linéaire de capteurs résonants N/NEMS
Thèse de doctorat MEGA en Génie civil, sous la direction de Régis DUFOUR (INSA de Lyon) – ENTPE, 163 p.
Date de soutenance : 11/12/2013

N/NEMS / CAPTEUR DE MASSE RESONNANT / DYNAMIQUE NON LINEAIRE / BIFURCATION / DETECTION / QUANTIFICATION / LOCALISATION / RESEAU DE POUTRES

Les capteurs résonants de type M/NEMS sont largement utilisés dans l'environnement biologique pour la mesure de masse de biomolécules en raison de leur grande précision combinée à une taille réduite. Classiquement, la détection et la quantification se basent sur le décalage fréquentiel induit par la masse ajoutée. Toutefois, ce décalage devient très faible et difficile à distinguer du bruit de mesure lorsque les masses considérées sont très petites. Il est théoriquement possible de gagner encore un ou plusieurs ordres de grandeur en résolution avec ces méthodes fréquentielles en diminuant encore les tailles et/ou en augmentant le rapport signal sur bruit, c'est-à-dire en actionnant de manière plus importante les résonateurs. Mais, dans ces conditions, les nanorésonateurs ont un comportement très fortement non-linéaire, source d'instabilités et de mixage de bruit basses et hautes fréquences susceptibles de dégrader la fiabilité et la précision des mesures.
C'est pourquoi cette thèse a pour objectif de définir des principes de détection alternatifs basés sur l'exploitation des phénomènes non linéaires, tels que les comportements hystérétiques et les bifurcations des courbes de réponse en fréquence. Pour cela, un modèle réduit de micro/nano-poutre résonante avec actionnement électrostatique est considéré. Les résultats numériques montrent que les brusques sauts d'amplitude à proximité des points de bifurcation permettent la détection de masses très faibles. Contrairement à la détection fréquentielle, ces sauts sont d'autant plus grands que la masse additionnelle est petite, ce qui rend cette technique particulièrement intéressante. De plus, le seuil de détection peut être ajusté avec la valeur de la fréquence de fonctionnement. Un mécanisme de réinitialisation est toutefois indispensable pour rendre la détection à nouveau possible après un saut d'amplitude. Afin d'automatiser la réinitialisation et ainsi permettre la détection en temps réel, un concept totalement innovant de détection de masse par balayage en fréquence des cycles d'hystérésis est proposé, qui permet de détecter, quantifier et localiser la masse ajoutée sur la poutre résonante.
La mise en réseau de plusieurs poutres résonantes est également traitée et constitue un premier pas vers la mise en œuvre de réseaux de milliers de capteurs. Pour cela, des architectures efficaces sont proposées et les modèles numériques sont adaptés en conséquence. Sur des configurations symétriques, l'exploitation des bifurcations de type brisure de symétrie permet là encore d'améliorer la détection de masse.

TIOUAJNI Samir

Etude du comportement des sables avec analyse de la coaxialité : expérimentation et modélisation

Thèse de doctorat MEGA en Génie Civil, sous la direction de Hervé DI BENEDETTO – ENTPE – 230 p.

Date de soutenance : 05/12/2013

RHEOLOGIE / MILIEU GRANULAIRE / SABLE / PETITE DEFORMATION / HYPOELASTICITE / COMPORTEMENT VISQUEUX / MOD7LE VISQUEUX EVANESCENT / ROTATION D'AXES PRINCIPAUX / PLASTICITE NON-COAXIALE / PLASTICITE CYCLIQUE

Le comportement des sables en petite déformation (élastique), leur comportement visqueux et sous sollicitation avec rotation continue des axes principaux de contrainte (RCAPC) sont abordés.

Dans cette optique, le prototype « T4C StaDy » développé à l'Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat (ENTPE) est utilisé. Il s'agit d'un appareil de torsion compression, confinement sur cylindre creux sous sollicitation statique et dynamique. Cet appareil permet la réalisation de sollicitation quasi statique de torsion, de compression (ou d'extension) et de confinement de manière indépendante. On crée ainsi des sollicitations véritablement tridimensionnelles. En outre, la torsion appliquée permet l'étude de la rotation des axes principaux de contraintes. Durant l'étude expérimentale, réalisée à l'aide de l'appareil « T4C StaDy », deux types de sollicitation sont réalisées. La sollicitation de type RCAPC.mob est caractérisée par un chemin avec rotation continue des axes principaux de contraintes avec des contraintes principales majeure et mineure constantes et donc un angle de frottement de Coulomb mobilisé .mob également constant. La sollicitation de type «T» correspond à une sollicitation de torsion pure faisant suite à un chemin triaxial classique en compression et/ou en extension. En outre, au cours de ces sollicitations, des périodes de fluages à différents états de contraintes sont réalisées. Enfin, une investigation élastique est effectuée en appliquant des sollicitations cycliques de faibles amplitudes (entre 10-6 et 10-4 m/m) à différents états de contraintes situés sur le chemin de sollicitation RCAPC.mob.

Parallèlement à ces travaux expérimentaux, un modèle à trois composantes utilisant un corps élastique, un corps plastique et un corps visqueux est présenté. Le corps élastique suit le modèle hypoélastique « DBGS » intégrant la rotation des axes principaux de contraintes. Le modèle visqueux évanescent « VDTE » (Visqueux à Différents Types d'Evanescence) est introduit pour le corps visqueux. Enfin, le corps plastique est décrit par le modèle plastique LMS (Loading Memory Surface) introduit au cours de la thèse de Blanc (2011) et amélioré au cours de cette étude. La partie élastoplastique du modèle est utilisée pour simuler divers essais sous différentes conditions (essai triaxial classique, essai triaxial vrai, essai avec rotation des axes principaux de contraintes).

THÂN TRONG TRÂN Hoan
Modélisation élastoplastique à surface duales pour simuler le comportement non drainé de sable lâche préchargé
Thèse de doctorat MEGA en Génie civil, sous la direction de Henry WONG et Philippe DUBUJET – ENTPE – 198 p.
Date de soutenance : 05/07/2013

SOL SATURE / MODELE DE COMPORTEMENT / ELASTOPLASTICITE / PRECHARGEMENT / BOUNDING SURFACE / ECROUISSAGE CINEMATIQUE / DILATANCE / ANISOTROPIE / SABLE LACHE / LIQUEFACTION / HYPER ELASTICITE

Cette étude porte sur la modélisation élastoplastique du comportement non drainé des sols saturés précédés d'un préchargement drainé ou d'un cycle de préchargement drainé.
Le préchargement préalable à l'écrasement non drainé est traduit par un chargement triaxial drainé classique de la pente 1/3 dans le plan (q - p0) à partir d'un état initial isotrope jusqu'à un niveau de déviateur des contraintes. Dans le cadre de cette étude, la densité de l'échantillon est très lâche et quasiment identique. L'influence principale du préchargement est donc l'anisotropie induite.
Après une synthèse des principales caractéristiques du comportement des sols saturés ainsi que de plusieurs propositions récentes de modèles numériques de comportement mécanique, un nouveau modèle élastoplastique est proposé. Ce modèle est formulé de la manière suivante : un mécanisme hyperélastique isotrope, un mécanisme plastique basé sur le concept de « Bounding Surface Plasticity » à double écrouissage, isotrope et cinématique, et une dépendance d'état de la dilatance. Le modèle ainsi obtenu est alors validé par des résultats expérimentaux réalisés en laboratoire.
Le modèle ainsi développé est capable de reproduire le comportement classique des sols saturés en condition drainée et non drainée : le radoucissement post-pic, l'écrouissage négatif, la transition contractance-dilatance, la transition progressive du comportement élastique au comportement plastique, la liquéfaction statique. Ce modèle permet de simuler les traits principaux du comportement non drainé de sable lâche préchargé à savoir la partie commune pseudo-élastique, l'apparition progressive de la dilatance définissant une ligne de transformation de phase, l'évolution du comportement non drainé : liquéfaction statique, liquéfaction temporaire, et stabilité complète, chute ou perte de la résistance non drainée en extension.

Laboratoire d'Economie des Transports

CABRERA DELGADO Jorge

Quelle prise en compte des dynamiques urbaines dans la prévision de la demande de transport ?

Thèse de doctorat en Sciences Economiques, spécialité « Economie des transports », sous la direction de Patrick BONNEL - Université Lumière Lyon II – 258 p.

Date de soutenance : 01/07/2013

MODELE A QUATRE ETAPES / TRANSFERABILITE TEMPORELLE / GENERATION / DISTRIBUTION / CHOIX MODAL

Dans la pratique de la planification urbaine, la prévision de la demande de transport fait en général appel au modèle à quatre étapes (génération, distribution, répartition modale et affectation), malgré des avancées théoriques considérables dans le domaine. Cette persistance s'explique par une facilité relative de mise en œuvre, liée notamment à la forme des données disponibles et susceptibles d'alimenter les modèles. Cependant, la nature statique de l'approche pose des interrogations quant à sa pertinence pour faire des prévisions de moyen-long terme. Cette thèse étudie la validité de l'hypothèse de stabilité temporelle des trois premières étapes du modèle de prévision. Pour ce faire, en prenant l'agglomération lyonnaise comme terrain d'étude, nous avons codifié des réseaux routiers et de transports en commun à différentes dates (1985, 1995 et 2006). Cette donne, généralement indisponible, combinée aux enquêtes ménages déplacements correspondantes, nous permet de calibrer les trois premières étapes du modèle traditionnel et de tester leur capacité prédictive. Pour les modèles de génération, on note des prévisions acceptables à un horizon de 10 ans. À 20 ans, certaines évolutions dans les styles de vie se sont traduites par une baisse du nombre moyen de sorties pour le motif travail, que les modèles traditionnels ne permettent pas de prévoir complètement. Au niveau de la distribution, l'allongement des distances entre les lieux de réalisation de certaines activités et le lieu de domicile peut être relativement bien reproduit par des modèles gravitaires avec des paramètres stables dans le temps. Au niveau de la répartition modale, les paramètres ne sont pas stables et les modèles estimés n'auraient pas permis de prévoir le regain de parts de marché des transports en commun observé ces dernières années.

CLEMENT Florent

La politique autoroutière française à l'épreuve des mots du Grenelle de l'Environnement. Saisir le changement par l'infusion des lignes narrative

Thèse de doctorat en Science politique, sous la direction d'Alain FAURE et Philippe ZITTOUN - Université de Grenoble – 443 p.
Date de soutenance : 19/12/2013

POLITIQUE PUBLIQUE / AUTOROUTE / CHANGEMENT DE POLITIQUE / TRANSPORT / DISCOURS / LIGNE NARRATIVE

Comment le « Grenelle de l'Environnement », un événement politique dont on ne peut retenir que des discours malléables à première vue, a-t-il pu conduire à l'abandon de plusieurs grands projets autoroutiers étudiés depuis de nombreuses années en France ? Comment cet événement du domaine de l'action publique environnementale et extérieur au secteur routier et autoroutier, auquel ni l'administration ni les parlementaires n'étaient parties prenantes, a-t-il pu être à l'origine d'un changement aussi important dans une politique considérée comme traditionnelle et sectorielle ? Ce travail argumente que l'on peut établir un lien entre la transformation d'une politique publique et la production d'un discours en dehors des frontières de son secteur. Il s'appuie pour cela sur le concept de lignes narratives – à savoir de courts récits porteurs de sens reliant les éléments qui composent les politiques publiques – et développe la notion d'infusion en tant que processus de construction d'un cadre cognitif à partir de nouvelles lignes narratives. Notre cas d'étude montre ainsi que l'infusion des lignes narratives du Grenelle dans le secteur des routes et des autoroutes permet de comprendre le changement constaté. D'un point de vue théorique, la thèse défendue dans le cadre de ce travail consiste à dire que les lignes narratives permettent d'analyser les politiques publiques et d'appréhender la question du changement. D'un côté, les lignes narratives peuvent être saisies comme des variables explicatives du changement d'une politique : elles permettent de comprendre comment le Grenelle, en tant qu'ensemble de discours malléables, a pu produire du changement dans la politique autoroutière avec l'abandon de différents projets. D'un autre côté, elles peuvent aussi être interprétées en tant que variable d'état : l'infusion des lignes narratives produites lors du Grenelle dans la politique autoroutière donne une représentation de la politique et en particulier de ses dynamiques antagonistes entre le niveau central et le local.

LEMETTRE Sonia

Gouverner le fret ferroviaire en France et en Allemagne (1990-2010). Processus de diffusion d'énoncés réformateurs à l'ère du développement durable

Thèse de doctorat en Science politique, sous la direction de Alain FAURE et Philippe ZITTOUN - Université de Grenoble – 528 p.

Date de soutenance : 29/11/2013

ACTION PUBLIQUE / POLITIQUE DE TRANSPORT / PRATIQUE DISCURSIVE / ENONCE DE POLITIQUE PUBLIQUE / RECIT

L'objectif de faire transporter plus de marchandises par le train est un leitmotiv des politiques de transport depuis les années 1990, notamment à l'ère du développement durable. Cette thèse analyse les formulations et les recompositions d'énoncés de politique de fret ferroviaire en France et en Allemagne entre les années 1990 et 2010, à travers l'étude de quatre cas.

Le développement durable a diversement servi des énoncés réformateurs, légitimant parfois des mesures totalement différentes sur l'un et l'autre terrain. La réforme allemande des chemins de fer de 1994, dont la préservation de l'environnement n'était qu'un des objectifs, a abouti après un processus large d'intéressement des acteurs et la construction d'une conviction partagée de la nécessité de mener une réforme d'ampleur. Le récit de sa réussite a contribué à verrouiller l'énoncé de 1994, obligeant les acteurs souhaitant réformer certains éléments de la politique des transports à redéfinir le problème du fret ferroviaire, notamment lors de l'élaboration du Masterplan (2007-2008), pour proposer de nouvelles solutions. L'injonction au développement durable a été autrement mise en avant en France sous le ministère Gayssot pour légitimer un soutien public d'ampleur à Fret SNCF. Les usages du développement durable se transforment dans les années 2000 et à l'occasion du Grenelle de l'Environnement, donnant lieu à des énoncés réformateurs partiellement concurrents, qui peinent à s'imposer. Le résultat de la thèse encourage l'étude des batailles argumentatives qui rythment l'élaboration de l'action publique, pour en tracer les changements.

Laboratoire d'Ingénierie de la Circulation et des Transports

BRUTTI-MAIRESSE Eugénie
Réflexion sur les méthodes d'évaluation environnementale des mesures de gestion des déplacements et du trafic : analyse critique et proposition d'un nouveau cadre contextuel.
Thèse de doctorat MEGA en Génie civil, sous la direction de Ludovic LECLERCQ et Michel ANDRE – ENTPE – 375 p.
Date de soutenance : 12/03/2013

EVALUATION ENVIRONNEMENTALE / MESURE DE GESTION DES DEPLACEMENTS / TRAFIC / MODELE STATIQUE DE DEPLACEMENTS / MODELE D'EMISSION / EMISSION DE POLLUANTS / METHODE D'EVALUATION

Dans un contexte d'émergence des enjeux environnementaux liés aux transports, une large palette de mesures de gestion des déplacements et du trafic (développement des transports en commun, mise en place de Zones à Actions Prioritaires pour l'Air, développement du concept de voiture partagée...) est mise en œuvre ou envisagée. Les effets réels de ces mesures sur les émissions de polluants, à court ou long terme, sont difficilement évaluables selon des méthodes non rationalisées.
Il s'agit ici de mener une réflexion scientifique sur l'évaluation environnementale à travers une importante analyse bibliographique. Le questionnement concerne les trafics, les émissions de polluants, la pertinence des outils de modélisation et la compréhension des mécanismes d'action.
L'évaluation des mesures de gestion du trafic et des déplacements se heurte à leur diversité, la complexité et l'interaction des mécanismes d'effet et à leur représentation dans les modèles. Dans une approche de caractérisation des effets et de représentation de l'impact des mesures, nous définissons des actionneurs (stimuli), composantes des entités trafic/déplacements ou émissions de polluants, déclinés suivant la localisation de leur action et par lesquels les différentes mesures peuvent être traduites. La demande en déplacements Véhicules Particuliers, la capacité de la voirie, y compris dans leur dimension spatiale, et la composition du parc automobile ont été identifiées, et permettent de caractériser un grand nombre de mesures (demande, changement modal, gestion locale du trafic, politiques de parking. etc.). On analyse ainsi la réponse à ces stimuli en termes de trafic et d'émissions. Ces travaux sont effectués sur la plate-forme de calcul sur l'aire de Nantes Métropole (modèle Visem/Visum/modèle CopCETE) et permettent l'esquisse d'une approche d'évaluation de mesures individuelles. La méthode est démontrée sur le cas de la mise en place d'un Transport en Commun en Site Propre.

VIEIRA DA ROCHA Thamara
Quantification des erreurs associées à l'usage de trajectoires simplifiées, issues de modèles de trafic, pour le calcul de la consommation en carburant
Thèse de doctorat MEGA en Génie Civil, sous la direction de Ludovic LECLERCQ et Céline PARZANI – ENTPE – 155 p.
Date de soutenance : 07/11/2013

COUPLAGE / MODELE DE TRAFIC / MODELE D'EMISSION / TRAJECTOIRE SIMPLIFIEE / CONSOMMATION ENERGETIQUE / VEHLIB

De récentes études utilisent des modèles microscopiques de trafic couplés à des modèles d'émission pour estimer des externalités environnementales, comme les consommations énergétiques. Ces estimations sont importantes pour évaluer l'efficacité des stratégies de trafic visant à réduire l'impact environnemental associé. La précision des estimations fournies par les outils utilisés est essentielle pour garantir le choix de la stratégie la plus adaptée. Les modèles de consommation énergétique compatibles avec une échelle microscopique ont été élaborés en utilisant en entrée des trajectoires construites à partir de données mesurées. Lorsqu'on souhaite alimenter ces modèles avec des trajectoires simulées par un modèle de trafic, se pose la question de la pertinence de ce couplage et de la quantification des erreurs associées.
Dans cette perspective, cette thèse évalue l'influence de trajectoires issues de modèles de trafic sur l'estimation des consommations énergétiques des véhicules. Trois aspects du couplage sont évalués : (i) la simplification de la représentation du trafic, (ii) les paramètres des modèles de trafic et (iii) la méthode de calage des modèles de trafic. Pour le premier aspect, les consommations énergétiques de trajectoires réelles et simplifiées sont comparées en vue de quantifier l'erreur d'approximation et de déterminer les principales simplifications cinématiques qui conduisent à cette erreur. Pour le deuxième aspect, l'influence des lois d'écoulement propres à deux modèles de trafic (Newell et Gipps) a été évaluée. Enfin, pour le troisième et dernier aspect, l'influence de la méthode de calage des modèles de trafic cités a été analysée. Les consommations énergétiques ont été estimées en utilisant une version simplifiée de la bibliothèque Vehlib développée par le LTE/IFSTTAR.
Les résultats montrent que, globalement, les estimations des consommations énergétiques restent assez précises tant qu'on respecte bien les paliers de vitesse cibles sur un trajet. L'accélération et les micro-variations de la vitesse apparaissent d'ordre secondaire pour le modèle de consommation utilisé. Ceci cependant n'élimine pas l'importance du choix du modèle de trafic et de la méthode de calage pour l'estimation de la consommation énergétique. En effet, il est bien connu qu'un modèle microscopique ne peut être calé en utilisant les caractéristiques individuelles de chaque véhicule observé. Le biais qui apparaît alors sur les trajectoires se retrouve sur les consommations énergétiques des véhicules. Cet effet est cependant plus limité quand on s'intéresse à un ensemble de véhicules, ce qui est le cadre de l'étude menée. Bien que restant faible, les erreurs liées au couplage doivent être mises en relation avec le gain attendu par l'implémentation de stratégies de trafic qui peut être inférieur à 5%.

XIE Xiaoyan

Etude et modélisation des couloirs de bus dynamiques

Thèse de doctorat MEGA en Génie civil, sous la direction de Ludovic LECLERCQ et Nicolas CHIABAUT – ENTPE – 163 p.

Date de soutenance : 29/10/2013

TRAFIC ROUTIER / BUS / MODELISATION / GESTION DYNAMIQUE / DIAGRAMME MACROSCOPIQUE / TRANSPORT EN COMMUN

En milieu urbain, le trafic routier a un impact considérable sur la qualité des systèmes de transports, et en particulier, sur les transports collectifs de surface. Ainsi, les bus sont directement ralentis par les files d'attente et les congestions. Ils sont donc considérés comme moins ponctuels que les autres modes de transports. La conséquence directe est de renforcer la compétitivité du véhicule particulier par rapport aux transports en commun (TC). Même si les couloirs de bus ou les sites propres permettent de limiter les effets de la circulation, il en résulte potentiellement une utilisation inefficace de l'espace urbain pour les autres véhicules. Il est donc nécessaire d'avoir recours à des techniques innovantes de gestion du trafic pour améliorer la qualité du réseau TC.

Dans cette perspective, la thèse étudie le concept de couloirs de bus dynamiques. Cette stratégie de gestion dynamique de la voirie consiste à réserver, lorsqu'un bus est effectivement présent, une voie à ce dernier. Un couloir de bus temporaire est alors créé et la compétitivité des bus vis-à-vis des autres véhicules de la voirie se voit renforcée. Après un état de l'art des solutions de gestion dynamique de la voirie, ce nouveau dispositif est étudié et modélisé.

Tout d'abord, la phase de déclenchement du système de couloirs de bus dynamiques est abordée. Il s'agit de déterminer analytiquement les effets sur la performance d'un boulevard urbain théorique. Il s'avère que même si la phase de déclenchement est, dans un premier temps contreproductif (baisse de la capacité et augmentation des temps de parcours des véhicules), ce coût est rapidement comblé par les bénéfices obtenus en aval de la zone de déclenchement lorsque le bus peut éviter les files d'attente aux prochains feux de signalisation. Cette étude analytique est ensuite renforcée par l'utilisation de la micro-simulation du trafic, qui donne accès à une représentation plus détaillée des phénomènes physiques.

Dans un second temps, un modèle agrégé et simple du fonctionnement d'un boulevard urbain multimodal est proposé. En s'appuyant sur les travaux existants concernant le diagramme fondamental macroscopique, ce modèle permet de comparer différents aménagements (un couloir de bus dynamique et un couloir de bus permanent) avec la situation où rien n'est fait pour les bus. Les résultats obtenus permettent de déterminer les différents domaines d'application de ces aménagements en fonction des conditions de trafic.

Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés

BIEN Le Binh

Transferts d'eau et de soluté en milieu non saturé hétérogène à l'échelle d'un pilote de laboratoire: expériences et modélisations

Thèse de doctorat en Chimie, spécialité « Sciences de l'Environnement industriel et urbain », sous la direction de Rafaël ANGULO-JARAMILLO - INSA de Lyon – 245 p.

Date de soutenance : 04/07/2013

BARRIERE CAPILLAIRE / ECOULEMENT PREFERENTIEL / HETEROGENEITE / LYSIMETRE / PENTE/ / SOL NON SATURE / SOLUTE / TRANSFERT / MODELISATION

L'hétérogénéité de la zone non saturée joue un rôle important dans le transfert d'eau et de soluté car elle accentue à la fois le développement des zones de stockage temporelles et les écoulements préférentiels. Par conséquent, la validation des modèles prédictifs nécessite le développement d'outils expérimentaux spécifiques afin d'observer et de quantifier les mécanismes de transport impliqués dans un système non saturé hétérogène. Cette thèse vise à étudier l'effet combiné de la vitesse d'infiltration, de la barrière capillaire et de la pente d'interface entre deux matériaux sur les processus de l'écoulement de l'eau et du transport de soluté dans un modèle physique, le lysimètre de laboratoire 1x1x1.6 m3, nommé LUGH (Lysimeter for Urban Groundwater Hydrology) et un modèle numérique 3D de ce lysimètre. Le lysimètre LUGH est rempli par un sable fin et un mélange bimodal (50 % sable fin et 50 % gravier) en deux configurations : un profil uniforme de matériau bimodal ou un profil avec deux couches avec une pente de 14o. Ces agencements figurent l'hétérogénéité structurale et texturale observée sur un des sites expérimentaux de l'OTHU (Observatoire de Terrain en Hydrologie Urbaine) : le bassin d'infiltration d'eaux pluviales Django Reinhardt, géré par la ville de Lyon (France). Le lysimètre est alimenté en eau et avec un traceur inerte (bromure de potassium, KBr) sur une partie de la surface par un système d'arrosage automatique. Les effluents ont été recueillis dans quinze sorties différentes en bas du lysimètre. La forte hétérogénéité des flux des sorties et des courbes de percée souligne la mise en place des écoulements préférentiels résultant à la fois de l'effet de barrière capillaire et de l'effet de fond du lysimètre. A partir des résultats expérimentaux, la modélisation numérique à l'aide du logiciel COMSOL Multiphysics™ a permis de mieux comprendre les mécanismes responsables de ces transferts hétérogènes. Lorsque le modèle numérique est validé, un test de sensibilité a été conduit pour étudier les effets de la vitesse d'infiltration et de la pente de l'interface sur l'écoulement. Les résultats montrent que la diminution de la vitesse d'infiltration ou l'augmentation de la pente de l'interface favorisent le développement des écoulements préférentiels. Notre étude a donné également des renseignements pertinents sur le couplage entre les processus hydrodynamiques et le transfert des solutés dans les sols non saturés hétérogènes en soulignant le rôle de la géométrie des interfaces ainsi que celui des conditions aux limites comme des facteurs clés pour la quantification des écoulements préférentiels.

FERRO Yannis
Evaluation de l'impact des rejets urbains de temps de pluie sur le compartiment algal des écosystèmes aquatiques. Mise au point d'outils pour la surveillance des milieux récepteurs
Thèse de doctorat en Chimie, spécialité « Sciences de l'environnement industriel et urbain », sous la direction de Claude DURRIEU et Yves PERRODIN - INSA de Lyon – 252 p.
Date de soutenance : 23/10/2013

REJET URBAIN DE TEMPS DE PLUIE / BIOESSAI / BIOCAPTEUR / MICROALGUE / ACTIVITE ENZYMATIQUE / FLUORESCENCE CHLOROPHYLLIENNE / SOL-GEL / ECOTOXICOLOGIE

La gestion des eaux pluviales constitue un défi important à relever dans les villes du monde entier : aujourd'hui, on ne compte plus les problèmes d'inondation et de pollution, problèmes chroniques qui tendent à s'amplifier à mesure que l'urbanisation grandit. Une gestion durable de ces eaux est au cœur des enjeux du XXIe siècle et, afin de répondre à ces problèmes, le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable a engagé une opération de recherche.
Parmi les problèmes posés par les eaux pluviales, notre étude se focalise sur les rejets urbains de temps de pluie (RUTP). Ces rejets constituent un apport important et imprévisible de nombreux polluants pour les masses d'eaux réceptrices. La pollution des RUTP est étudiée depuis de nombreuses années et, alors que la connaissance en la matière s'affine, il n'existe à l'heure actuelle aucune étude de grande ampleur permettant d'identifier l'impact des RUTP sur les écosystèmes récepteurs.
Notre travail a consisté à étudier l'impact de différents échantillons de RUTP collectés sur 3 sites d'assainissement pluvial de l'agglomération lyonnaise sur l'environnement. Nous nous sommes dotés de bioindicateurs pertinents, les microalgues d'eau douce, organismes unicellulaires à la base des chaînes trophiques et très sensibles aux polluants présents dans les RUTP. Nous avons réalisé des bioessais écotoxicologiques connus de la littérature et contribué au développement de nouveaux indicateurs de toxicité. De plus, nous avons cherché à adapter ces bioessais pour permettre leur utilisation sur le terrain. En parallèle, nous avons travaillé à l'amélioration d'un biocapteur enzymatique à cellules algales. Nous avons évalué ses performances sur les échantillons de RUTP et nous avons ensuite construit une station de mesure automatisée afin de réaliser des mesures directement sur les sites d'assainissement (*on line monitoring*).

KIENZLER Aude

Intérêt des lignées cellulaires de poisson en écotoxicologie pour l'étude de nouveaux biomarqueurs de génotoxicité

Thèse de doctorat de Chimie, spécialité « Sciences de l'Environnement industriel et urbain », sous la direction de Alain DEVAUX et Sylvie BONNY - INSA de Lyon – 318 p.

Date de soutenance : 15/03/2013

GENOTOXICITE / BIOMARQUEUR / LIGNEE CELLULAIRE / POISSON / REPARATION DE L'ADN / EPIGENETIQUE

Un contexte réglementaire de plus en plus strict dans le domaine de l'évaluation du risque écotoxicologique des milieux aquatiques exige de renforcer les outils d'évaluation. A ce titre, l'étude des biomarqueurs de génotoxicité doit être privilégiée, compte tenu du rôle central de l'ADN dans le fonctionnement du vivant et dans la transmission d'effets trans-générationnels susceptibles d'affecter les populations sur le long terme. L'exposition à des agents génotoxiques peut générer des dommages par interaction directe avec la molécule d'ADN, mais aussi indirectement, en modulant l'efficacité des mécanismes de réparation de l'ADN, ou la régulation épigénétique de l'expression des gènes en agissant par exemple sur le niveau de méthylation de l'ADN. Aujourd'hui, la plupart des biomarqueurs de génotoxicité visent les dommages primaires à l'ADN ou la mutagènicité mais les effets indirects des contaminants sur l'ADN et sa fonctionnalité sont encore peu étudiés, en partie par manque de développement méthodologique de biomarqueurs correspondants à ces types d'effets génotoxiques. Dans ce contexte, à l'issue d'une analyse bibliographique comprenant entre autres la rédaction d'une revue sur les mécanismes de réparation des dommages à l'ADN chez le poisson, ce travail visait au développement méthodologique de plusieurs biomarqueurs de génotoxicité à l'aide de trois lignées cellulaires pisciaires (RTL-W1, RTGill-W1 et PLHC-1). Pour ce faire, l'essai des comètes en conditions alcalines a été décliné sous plusieurs versions dans l'objectif d'utiliser une technique de base unique permettant la mesure complémentaire de plusieurs biomarqueurs de génotoxicité : les dommages primaires à l'ADN, les activités de réparation et le niveau de méthylation des cytosines du génome.

Les résultats soulignent l'intérêt des trois lignées cellulaires de poisson en évaluation de la génotoxicité 1) pour détecter *in vitro* de manière sensible des atteintes primaires à l'ADN de natures variées à de faibles concentrations grâce à un essai des comètes modifié par une étape de digestion enzymatique avec une glycosylase (Fpg), 2) pour évaluer l'influence des contaminants sur l'activité de réparation par excision de bases (BER) *via* la mesure de la capacité d'incision d'un ADN substrat porteur de lésions de type 8-oxoGua par des extraits cellulaires (essai BERc). Le niveau de methylation des cytosines (5-meCyt) des lignées RTgill-W1et RTL-W1 a été mesuré par HPLC-MS-MS, leur valeur élevée (1,5 à 2,5% des cytosines totales) permet d'envisager le paramètre méthylation comme biomarqueur potentiel. Ce volet nécessitera cependant des étapes de validations ultérieures car il n'a pas été techniquement possible de mettre au point un essai des comètes modifié pour la mesure du niveau de méthylation de l'ADN.

Plusieurs activités de réparation des lignées RTgill-W1 et RTL-W1 ont été caractérisées et révèlent de bonnes aptitudes de réparation de type « Base Excision Repair » (BER) et « Photo Enzymatic Repair » (PER) et une plus faible capacité au « Nucleotide Excision Repair » (NER), soit un profil proche de celui décrit *in vivo* et sans différence marquée entre les deux lignées.

Les biomarqueurs développés sur les lignées cellulaires de poisson au cours de ce travail ont été appliqués à la mesure des effets génotoxiques d'effluents issus du lessivage de revêtements routiers à base de goudrons de houille dans le cadre d'un scénario d'évaluation du risque écotoxicologique.

SANTOS Raphaël

Un biomarqueur de génotoxicité chez l'épinoche (Gasterosteus aculeatus) : application au biomonitoring et étude de sa valeur prédictive en écotoxicologie

Thèse de doctorat de Chimie, spécialité « Sciences de l'Environnement industriel et urbain », sous la direction de Alain DEVAUX - INSA de Lyon – 226 p.

Date de soutenance : 18/01/2013

POLLUANT / GENOTOXICITE / POISSON / GASTEROSTEUS ACULEATUS / GAMETE / REPRODUCTION / FITNESS / ERYTHROCYTE / BIOMARQUEUR

Un contexte réglementaire de plus en plus strict dans le domaine de l'évaluation environnementale de l'impact des composés chimiques d'origine anthropique, et plus précisément du risque écotoxicologique dans l'environnement aquatique, exige de renforcer les outils d'évaluation et d'affiner la connaissance de leur valeur prédictive. A ce titre, l'étude des biomarqueurs de génotoxicité doit être privilégiée, compte tenu du rôle central de l'ADN dans le fonctionnement du vivant et des effets transgénérationnels susceptibles de conduire à un fardeau génétique affectant les populations exposées à un environnement contaminé.

Dans cette perspective, et après avoir défini la problématique à l'issue d'une analyse bibliographique, ce travail de thèse a permis de développer un biomarqueur de génotoxicité chez l'épinoche (*Gasterosteus aculeatus*), espèce modèle en écotoxicologie, en utilisant la mesure des dommages primaires à l'ADN par le test des comètes en conditions alcalines. Il visait à : i) apporter une information complémentaire au sein d'une batterie de biomarqueurs utilisée en biomonitoring chez cette espèce, 2) apporter des éléments de compréhension sur la valeur prédictive d'un effet génotoxique sur le tissu germinal des organismes aquatiques exposés au stress chimique.

Concernant le premier point, les résultats soulignent l'intérêt de ce biomarqueur de génotoxicité développé sur le tissu sanguin au laboratoire, sa grande sensibilité amenant à un pouvoir discriminant significatif dans le cadre d'approches multiparamétriques menées dans un second temps sur le terrain. Pour ce qui est de l'étude de la signification écotoxicologique de ce biomarqueur de génotoxicité, le but était d'explorer le lien entre l'intégrité de l'ADN des cellules germinales de ce poisson et la qualité de la descendance. Les résultats de ce travail démontrent de manière originale la contribution majoritaire du génome paternel à la transmission d'une information génétique délétère ayant pour conséquence des anomalies de survie et de développement mesurées sur la descendance. Ils permettent de disposer d'un élément d'évaluation prédictive pertinent de l'effet des contaminants à potentiel génotoxique dans les écosystèmes aquatiques, dans un contexte d'intérêt grandissant de la compréhension du déclin de populations de poissons universellement recensés.

Thèses soutenues en 2014

Laboratoire de Génie Civil et Bâtiment

BUI Tuan Anh

Etude théorique et numérique du comportement poro-plastique endommageable non saturé des géomatériaux. Application au stockage de déchets radioactifs

Thèse de doctorat MEGA en Génie Civil, sous la direction d'Henry WONG – ENTPE – 380 p.

Date de soutenance : 17/11/2014

COUPLAGE HYDROMECANIQUE / GEOMATERIAU NON SATURE FISSURE / ENDOMMAGEMENT / POROPLASTICITE / FLUAGE / STOCKAGE DE DECHETS RADIOACTIFS / PERMEABILITE / COURBE DE RETENTION D'EAU / APPROCHE ANALYTIQUE / APPROCHE NUMERIQUE

Ce travail de thèse a pour objet l'étude du comportement hydromécanique endommageable des géomateriaux non saturés. Plus précisément, cette recherche est appliquée à l'étude du comportement de galeries de stockage de déchets radioactifs en formation géologique profonde.

Dans un premier temps, après avoir résumé les principaux traits du comportement hydromécanique des géomateriaux, en insistant sur l'effet de la succion et de l'endommagement mécanique, un nouveau modèle PPE-NS couplant les aspects hydromécaniques, de plasticité et d'endommagement isotrope est présenté. Etabli dans le cadre de la thermodynamique des milieux poreux, il est basé sur le concept de contrainte effective plastique et de la pression interstitielle équivalente. Supposant une distribution bimodale de tailles des pores pour les milieux poreux endommagés, l'effet d'endommagement sur le comportement hydraulique est modélisé au moyen des fonctions phénoménologiques. L'endommagement intervient donc aussi bien sur le comportement mécanique qu'hydraulique dans ce modèle. La prise en compte des contributions à l'énergie des interfaces venant à la fois de l'interaction mécanique entre les phases solide et fluide (*via* la pression équivalente) et du mécanisme physico-chimique de rétention d'eau (*via* la fonction de rétention d'eau) permet à ce modèle de décrire de façon pertinente le couplage bilatéral entre elles. Dans un deuxième temps, ce modèle rhéologique est appliqué au comportement de l'argillite du Callovo-Oxfordian, qui est potentiellement la roche hôte du stockage de déchets nucléaires en France, afin d'étudier les évolutions hydromécaniques d'une galerie type selon son cycle de vie simplifié. Tout d'abord, ce modèle est validé par des essais mécaniques et hydrauliques au laboratoire, en considérant des échantillons « homogènes ». Ensuite, l'approche analytique est utilisée pour constituer une solution exacte de référence de ce problème dans un cas limite d'une roche hôte poro-viscoplastique saturée. Cette solution permet de mieux comprendre l'effet du fluage sur le comportement de la galerie et aussi de tester la fiabilité d'autres solutions numériques complexes développées par la suite. Enfin, l'approche numérique des éléments finis est mise en œuvre afin d'implémenter le nouveau modèle PPE-NS dans un code de calcul initialement développé au LGCB (Laboratoire Génie Civil et Bâtiment). Sa validité est partiellement vérifiée en considérant le comportement « limite » en photoélasticité d'une galerie non revêtue ou des solutions quasi-analytiques ont été développées. Des études paramétriques dans le cas général d'un tunnel revêtu montrent la cohérence du modèle et mettent en lumière l'influence de la désaturation sur le comportement de la galerie.

CHABRIAC Pierre-Antoine
Mesure du comportement hygrothermique du pisé
Thèse de doctorat MEGA en Génie Civil, sous la direction de Jean-Claude MOREL – ENTPE – 262 p.
Date de soutenance : 28/07/2014

COMPORTEMENT HYGROTHERMIQUE / HUMIDITE RELATIVE / PISE / TDR / TENEUR EN EAU

Les murs massifs en pisé sont connus pour leur confort d'habitation et leur capacité à réguler la température et l'humidité à l'intérieur des bâtiments. L'évolution des réglementations – notamment thermiques (RT 2012) – implique aujourd'hui d'avoir des bâtiments répondant à des critères drastiques. Or, le bâti en pisé semble, *a priori*, ne pas s'inscrire dans les références définies par ces règlements. Il semblerait donc qu'il faille prendre en compte d'autres critères que la simple résistance thermique pour caractériser le comportement d'un bâtiment en pisé. Les mécanismes couplés de transferts de masse et de chaleur qui ont lieu au sein d'un matériau poreux comme le pisé et qui conduisent à cette régulation naturelle sont bien connus empiriquement. Cependant, leurs mises en évidence scientifiques sont, quant à elles, plus difficiles.
L'objectif de la thèse a été de développer une chaîne de mesure des transferts hydriques et thermiques dans les bâtiments en pisé afin de les observer et de les quantifier. Une habitation neuve en pisé a été étudiée en particulier durant ces trois ans. La thèse s'est alors déroulée en quatre phases :
1 - Développement d'une chaine de mesure (capteurs de teneur en eau liquide, d'humidité relative, de température, de flux de chaleur). Chacun de ces capteurs a été modifié, adapté et étalonné pour résister au damage et fonctionner dans un matériau dense et contenant de l'argile ;
2 - Caractérisation géotechnique, thermique et hydrique du matériau : granulométrie, densité, transferts de liquide et de vapeur, sorption, conductivité thermique, chaleur spécifique ;
3 - Essais à l'échelle du mur en laboratoire dans un caisson étanche fonctionnant en double enceintes climatiques conçues au laboratoire. Quatre murs en pisé ont été équipés des capteurs développés en phase 1 ;
4 - Essais à l'échelle de l'habitation : la maison référence a été équipée des mêmes capteurs durant sa construction et un monitoring des transferts a été établis pour au moins 5 ans.
Les objectifs principaux étaient d'instrumenter des murs en pisé durant leur fabrication en prenant en compte l'énergie de compaction, d'avoir un étalonnage des capteurs tenant compte des variations importantes de températures *in situ* et, d'enregistrer sur une longue période (au moins 5 ans) les conditions hydriques et thermiques dans les murs, ainsi qu'à l'intérieur et à l'extérieur de l'habitation. Les résultats obtenus mettent en évidence les phénomènes de transferts thermiques et hydriques se produisant dans le pisé. Les résultats expérimentaux permettent d'envisager la mise au point de modélisations adaptées à la terre compactée.

DAVID Marion

Towards sequential segregation of speech sounds based on spatial cues

Thèse de doctorat MEGA en Acoustique, sous la direction de Nicolas GRIMAULT et Mathieu LAVANDIER – ENTPE – 103 p.

Date de soutenance : 13/11/2014

AUDITORY SCENE ANALYSIS / SEQUENTIAL SEGREGATION / SPECTRAL DIFFERENCE / SPATIAL CUE / SPEECH SOUND

In a context of competing sound sources, the auditory scene analysis aims to draw an accurate and useful representation of the perceived sounds. Solving such a scene consists of grouping sound events which come from the same source and segregating them from the other sounds. This PhD work intended to further our understanding of how the human auditory system processes these complex acoustic environments, with a particular emphasis on the potential influence of spatial cues on perceptual stream segregation. All the studies conducted during this PhD endeavoured to rely on realistic configurations.

In a real environment, the diffraction and reflection properties of the room and the head lead to distortions of the sounds depending on the source and receiver positions. This phenomenon is named colouration. Speechshaped noises, as a first approximation of speech sounds, were used to evaluate the effect of this colouration on stream segregation. The results showed that the slight monaural spectral differences induced by head and room colouration can induce segregation. Moreover, this segregation was enhanced by adding the binaural cues associated with a given position (ITD, ILD). Especially, a second study suggested that the monaural intensity variations across time at each ear were more relevant for stream segregation than the interaural level differences. The results also indicated that the percept of lateralization associated with a given ITD helped the segregation when the lateralization was salient enough. Besides, the ITD per se could also favour segregation.

The natural ability to perceptually solve an auditory scene is relevant for speech intelligibility. The main idea was to replicate the first experiments with speech items instead of frozen noises. A characteristic of running speech is a high degree of acoustical variability used to convey information. Thus, as a first step, we investigated the robustness of stream segregation based on a frequency difference to variability on the same acoustical cue (i.e., frequency). The second step was to evaluate the fundamental frequency difference that enables to separate speech items. Indeed, according to the limited effects measured in the two first experiments, it was assumed that spatial cues might be relevant for stream segregation only in interaction with another "stronger" cue such as a F0 difference.

The results of these preliminary experiments showed first that the introduction of a large spectral variability introduced within pure tone streams can lead to a complicated percept, presumably consisting of multiple streams. Second, the results suggested that a fundamental frequency difference comprised between 3 and 5 semitones enables to separate speech item. These experiments provided results that will be used to design the next experiment investigating how an ambiguous percept could be biased toward segregation by introducing spatial cues.

GOURLAY Etienne

Caractérisation expérimentale des propriétés mécaniques et hygrothermiques du béton de chanvre : détermination de l'impact des matières premières et de la méthode de mise en œuvre

Thèse de doctorat MEGA en Génie Civil, sous la direction de Laurent ARNAUD – ENTPE – 131 p.

Date de soutenance : 25/06/2014

BETON DE CHANVRE / CHENEVOTTE / LIANT / MATERIAU BISOURCE / COMPORTEMENT MECANIQUE / INTERACTION PHYSICO-CHIMIQUE / ISOTHERME D'ADSORPTION ET DE DESORPTION / PROPRIETE THERMIQUE / TRANSFERT HYGROTHERMIQUE

Le béton de chanvre est un matériau biosourcé multifonctionnel à faible impact environnemental utilisé dans le domaine de la construction. Il résulte du mélange de granulats végétaux issus de la tige de chanvre séchée et concassée (la chènevotte), d'un liant, d'eau et d'éventuels adjuvants effectué dans des proportions variables selon l'usage recherché : fabrication de mur, de dalle, isolation de toiture ou confection d'enduit à caractère isolant. En raison de sa porosité élevée (plus de 70% pour une formulation de type « Mur »), ce matériau présente un comportement mécanique « atypique » et ses performances thermiques et acoustiques sont extrêmement intéressantes. Dans le cadre de ce travail de thèse, les propriétés mécaniques, hydriques et thermiques du béton de chanvre ont été corrélées aux caractéristiques des matières premières employées pour le formuler et au mode de mise en œuvre du matériau (projection mécanique ou banchage) grâce à une approche expérimentale multi-échelle. Il a été établi que des interactions physico-chimiques entre le liant et la chènevotte sont susceptibles de perturber la montée en cohésion du béton de chanvre tandis que sa déformabilité en compression à long terme dépend des caractéristiques physiques de la chènevotte. En outre, le fonctionnement hygrothermique d'un béton de chanvre peut être optimisé lors de sa formulation en concevant un matériau dont la porosité permet de réaliser un compromis satisfaisant entre diffusion de vapeur d'eau, inertie et isolation thermique. Par ailleurs, les bétons de chanvre fabriqués par projection mécanique sont plus résistants et moins rigides que ceux banchés manuellement. Enfin, l'arrangement des particules végétales dans un mur confectionné par projection nuit à sa régulation hygrothermique en freinant les flux de chaleur et d'humidité en son sein.

LAMOTHE Sébastien

Endommagement d'un enrobé bitumineux partiellement saturé en eau ou en saumure soumis à des sollicitations cycliques de gel-dégel et mécaniques

Thèse de doctorat MEGA en Génie Civil, sous la direction d'Hervé DI BENEDETTO et de Daniel PERRATON – ENTPE et Ecole de technologie supérieure de l'Université du Québec – 400 p.

Date de soutenance : 15/05/2014

ENROBE / GEL-DEGEL / EAU / SAUMURE / RHEOLOGIE

Au Québec, lors de la période de gel et dégel, l'enrobé bitumineux, constituant le revêtement de la chaussée, est soumis à des conditions sévères qui le dégradent. Ces conditions sont : précipitations de pluie et fontes de neige générant une saturation partielle du matériau, présence de sel déverglaçant, passages de véhicule lourd sollicitant mécaniquement le matériau, variations de températures engendrant la création de déformations et de contraintes au sein du revêtement, et présence de cycles de gel-dégel.

A cet effet, la revue de la littérature porte sur l'étude : des conditions sévères (sollicitations mécaniques, climatiques, hydriques et chimiques), et des caractéristiques physiques de l'enrobé qui affectent sa durabilité, ses comportements mécaniques (viscoélastique linéaire et en fatigue) et thermomécaniques (coefficient de dilatation-contraction thermique).

Notamment, un programme expérimental de laboratoire a été réalisé en vue de vérifier l'influence de ces conditions sévères sur la dégradation et le comportement de l'enrobé.

Premièrement, des essais thermiques, incluant des cycles de gel et dégel, ont été réalisés sur des éprouvettes d'enrobé à l'état sec et partiellement saturé en eau ou en saumures. Les éprouvettes sont instrumentées d'une jauge axiale et de deux thermocouples. L'éprouvette partiellement saturée en eau, comparativement à celles partiellement saturées en saumures, est soumise à des dilatations et des contractions nettement plus importantes lors de la formation et la fonte de la glace. De +10 à +23°C, les coefficients de dilatation linéique des éprouvettes partiellement saturées sont assez similaires, mais supérieurs à celui de l'enrobé à l'état sec, ce qui implique que l'enrobé partiellement saturé se contracte et se dilate un peu plus que celui a l'état sec à ces températures.

Deuxièmement, les éprouvettes ont été soumises à des essais mécaniques, de module complexe, afin d'évaluer l'évolution de leur endommagement suite aux cycles de gel et dégel. Les résultats des essais et du modèle rhéologique 2S2P1D ont été utilisés afin de simuler le comportement de l'enrobé selon les divers états. Au fil des cycles de gel et dégel, un endommagement est observable pour l'ensemble des éprouvettes, mais nettement supérieur pour l'éprouvette partiellement saturée en eau. De plus, pour les éprouvettes partiellement saturées, un comportement distinct est observable en dessous et au-dessus de la température de solidification des liquides.

Pour terminer, l'étude du comportement à la fatigue de l'enrobé suivant l'état sec et partiellement saturé en eau est réalisée. A +10°C et 10Hz, seules des diminutions légères ont été observées au niveau du module (3%) et de la résistance à la fatigue (ε_6 de 105 vs 109$f\mu$def) pour l'enrobé partiellement saturé en eau. Ces faibles diminutions sont attribuables à la faible periode d'immersion des éprouvettes d'enrobé dans l'eau, à la faible température de l'eau et de l'essai, à la faible teneur en vides des éprouvettes, au bitume modifié et aux granulats de qualité utilisés.

MANGIAFICO Salvatore

Linear viscoelastic properties and fatigue of bituminous mixtures produced with Reclaimed Asphalt Pavement and corresponding binder blends

Thèse de doctorat MEGA en Génie Civil, sous la direction d'Hervé DI BENEDETTO - ENTPE – 311 p.

Date de soutenance : 23/06/2014

BITUMINOUS MIXTURE / RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT / MIXTURE DESIGN MECHANICAL PERFORMANCE / VISCOELASTIC BEHAVIOR / FATIGUE

The investigation presented in the dissertation has been carried out in collaboration between Université de Lyon/École Nationale des Travaux Publics de l'État (ENTPE), EIFFAGE Travaux Publics (ETP) and BP. The objective of the study is the characterization of mechanical performances of bituminous binders and mixtures produced with Reclaimed Asphalt Pavement (RAP). Linear ViscoElastic (LVE) and fatigue resistance properties have been investigated. In particular, the relation between thermomechanical properties of binders and related mixtures has been studied. For each mixture, the corresponding binder blend was produced, by mixing the base bitumen with RAP-extracted binder in the same proportions. These blends were tested to further investigate the relation between binder and mixture properties.

LVE and fatigue resistance performances of bitumens were obtained by means of Dynamic Shear Rheometer (DSR) and tension-compression Métravib® tests. Two-point bending and tension-compression tests were performed on bituminous mixtures. A new protocol for tension-compression tests on mixtures was also developed to isolate and quantify biasing effects occurring during laboratory fatigue tests because of cyclic loading.

The experimental workload has been shared between ENTPE, ETP and BP. Three comprehensive experimental campaigns, called Campaign A, Campaign B1 and Campaign B2, have been carried out. Campaign A focuses on the quantitative estimation of the influence of RAP material content and fresh added binder penetration grade on complex modulus and fatigue resistance properties of bituminous materials. Campaign B1 consists in a qualitative evaluation of the influence of the variation of some mixture design parameters on complex modulus and fatigue properties of bituminous mixtures containing 20% of RAP material. Campaign B2 is a complement to Campaign B1. It is specifically focused on the influence of bitumen nature on mechanical performances of bituminous mixtures, also containing 20% of RAP material.

Several different bitumens were used, including unmodified and modified straight-run and air-rectified bitumens. A recycling agent was added to some mixtures of Campaign A to evaluate its effects on material properties. One mixture was produced by using a perfect blend of base and RAP bitumens as binder. A total of 27 binders (including base bitumens, RAP-extracted binder and bitumen blends) and 44 mixtures were used in the study, including commonly used and innovative materials.

Regarding Campaign A, results obtained for complex modulus tests on bitumens and mixtures were modeled using 2S2P1D (2 Springs, 2 Parabolic elements, 1 Dashpot) model. A new method is proposed to estimate LVE properties of bitumen blends over the whole range of frequency and temperature. Test results obtained for bitumens and mixtures suggest the possibility of incomplete blending between base and RAP binders within mixtures. Two-point bending complex modulus and fatigue test results of mixtures were statistically analyzed using a response surface methodology. A statistical analysis was also performed on two-point bending complex modulus and fatigue test results obtained on mixtures of Campaign B1. Mixture design factors significantly affecting LVE and fatigue resistance properties were isolated.

OETOMO James Jatmiko
Comportement à la rupture des murs de soutènement en pierre sèche : une modélisation par approche discrète
Thèse de doctorat MEGA en Génie civil, sous la direction de Eric VINCENS et Jean-Claude MOREL - Ecole centrale de Lyon – 173 p.
Date de soutenance : 23/09/2014

MUR DE SOUTENEMENT / PIERRE SECHE / MED / APPROCHE DISCRETE-CONTINUE

Un mur de soutènement en pierre sèche (MSPS) est un ouvrage vernaculaire construit par empilement de blocs rocheux sans liant. Ce type de mur a fortement sculpté les campagnes françaises mais a aussi été utilisé par le passé dans des ouvrages de soutènement que ce soit routier ou ferroviaire. Pourtant, l'utilisation de cette technologie a disparu au cours du 20e siècle au profit de solutions industrialisées comme le béton armé. Face à ce patrimoine vieillissant, il est très difficile de proposer des protocoles de réparation alors que la réglementation associée à ces ouvrages est inexistante. Pour les mêmes raisons, alors que cette technologie répond parfaitement aux questions soulevées par le développement durable, elle est rarement envisagée ou retenue par les prescripteurs.
La rupture des MSPS neufs peut apparaître à cause de : (1) une poussée excessive du remblai soutenu par le mur, (2) un effort concentré excessif présent sur la surface du remblai et proche de la tête du mur. Ces deux causes induisent deux types de rupture très différents, respectivement : (1) rupture en déformation plane, (2) rupture par apparition d'un ventre. Trois expériences récentes à l'échelle 1 des MSPS chargés par : (1) une poussée hydrostatique, (2) un remblai, (3) un remblai avec une force concentrée sur la surface de ce dernier, ont permis d'identifier certains phénomènes mis en jeu dans ces ruptures.
Ce travail de thèse contribuera alors au développement de nouveaux outils scientifiques mais aussi à valider des outils existants pour dimensionner les MSPS. Les expériences réalisées à l'échelle 1 serviront alors de cadre à ce travail pour valider les outils développés.
Nous avons choisi d'utiliser une approche aux éléments discrets (MED) où chaque bloc de pierre du mur est modélisé individuellement, respectant ainsi la nature-même de l'ouvrage réel. Dans un premier temps, une rupture de type déformation plane est modélisée par une approche discrète pure et une approche discrète-continue. Les atouts et inconvénients de chacune des méthodes sont mis en avant. Une validation quantitative des modèles numériques est faite en comparant la hauteur critique de chargement avec les expériences à l'échelle 1. Ensuite, on étudie la sensibilité de plusieurs paramètres géométriques et mécaniques sur la hauteur critique de chargement, tout comme l'influence de la cohésion du remblai. Enfin, une première modélisation 3D de type qualitative sur la rupture des MSPS par un chargement concentré en surface du remblai est présentée. Les problèmes de modélisation sont soulevés et l'influence de la forme des blocs dans le processus de rupture est étudiée.

PATRIARCHE Manolis
Mesure et modélisation de la lumière naturelle dans les canyons urbains
Thèse de doctorat en Ecole doctorale MEGA en Génie Civil, sous la direction de Dominique DUMORTIER – ENTPE – 390 p.
Date de soutenance : 08/09/2014

LUMIERE NATURELLE / CANYON URBAIN / MODELE REDUIT / SIMULATION / MESURE SUR SITE / FACTEUR DE REFLEXION LUMINEUX

L'augmentation de la population mondiale et l'urbanisation croissante conduisent à une densification urbaine qui menace l'accès des habitants des villes au soleil et à la lumière naturelle. Cet accès est lié à des problématiques de consommation d'énergie, de santé et de bien-être ; il peut être limité par plusieurs caractéristiques du tissu urbain telles que la largeur des rues, la hauteur des bâtiments, la clarté des façades et de la chaussée. Nous avons étudié l'influence des caractéristiques les plus importantes d'un canyon urbain sur la disponibilité de la lumière naturelle à l'intérieur du canyon sous des conditions climatiques réelles.
Nous avons fabriqué dans ce but le modèle réduit d'un canyon urbain, la représentation simplifiée d'une rue. Cette maquette est modifiable, le rapport d'aspect H/W (Hauteur/Largeur) du canyon peut être modifié et les façades sont interchangeables. Durant une année, les éclairements lumineux y ont été mesurés sur le sol et à plusieurs hauteurs des façades, au pas de la minute, sous des conditions de ciel réelles. Au total, 12 configurations sont représentées dans la base de données obtenue, avec 3 rapports d'aspect : H/W=0,5, 1 et 2, et 4 types de façades de facteur de réflexion lumineux différent. Les revêtements de façade utilisés sont : noir, blanc, crépi et crépi avec des parties vitrées. Nous étudions l'influence de ces paramètres en fonction des types de ciel définis par la CIE pour un canyon orienté nord/sud.
Nous utilisons aussi ces données pour étudier l'usage, la performance et la précision de trois logiciels de modélisation du rayonnement solaire en milieu urbain : Citysim, Daysim et Heliodon. Ces trois logiciels offrent différents niveaux de simplification.
Enfin, nous avons mené une campagne de mesure dans les rues de Lyon. Cela nous a permis de nous confronter à la réalité des données de terrain, juger des difficultés à les recueillir et à modéliser le rayonnement solaire dans l'espace réel. Nous avons aussi évalué une nouvelle méthode de mesure des éclairements lumineux d'une façade. Cette méthode se base sur des cartes de luminances obtenues à partir de photos *fisheye* avec un appareil photo numérique étalonné en luminances. La comparaison de ces mesures avec celles de la maquette permet d'évaluer l'erreur commise en utilisant un revêtement simplifié.
En utilisant les données récoltées sur la maquette, le rapport d'aspect H/W=1 permet d'obtenir le meilleur accès à la lumière naturelle dans le canyon, il correspond à un bon compromis entre la contribution des façades et du ciel. Pour chaque ville, une configuration optimale peut être déterminée en fonction du climat local, qui peut être représenté par la fréquence d'observation des différents types de ciel CIE. Nous avons évalué la capacité des logiciels choisis à prendre en compte le climat. Avec Heliodon, il est possible d'obtenir des éclairements lumineux proches de ceux mesurés sur la maquette, pour des ciels sans nuages. Puisque le climat varie tout au long de l'année, la prise en compte des 15 types de ciel CIE doit être préférée à l'utilisation d'un ciel uniquement sans nuages, ou couvert comme cela est souvent le cas. Les logiciels Citysim et Daysim sont capables de prendre en compte le climat réel et produisent de bonnes corrélations avec les mesures effectuées sur la maquette pour tous les types de ciel.
Grâce aux mesures effectuées dans les rues de Lyon, nous avons pu valider la méthode de calcul des éclairements lumineux à partir de photos avec un objectif *fisheye*. Cette méthode pourrait donner des résultats plus précis en disposant d'une carte des facteurs de réflexion de la façade. La complexité du terrain a été mise en évidence, empêchant de faire le lien entre les mesures sur la maquette et dans les rues réelles. L'utilisation de modèles simplifiés de rues dans des simulations peut donc produire des résultats erronés, par exemple, dans les études d'estimation de la consommation énergétique des bâtiments pour l'éclairage à l'échelle d'un quartier ou d'une ville.
Il est nécessaire de réduire la densité des zones urbaines afin d'améliorer l'accès à la lumière naturelle. Cela apporte d'autres avantages comme la réduction de l'exposition à la pollution des véhicules ou la réduction de l'îlot de chaleur urbain. Le calcul d'un rapport d'aspect idéal peut être effectué à l'aide des outils étudiés et de données météo locales.

PHAM Nguyen Hoang

Etude thermomécanique avancée de différents types d'enrobés recyclés tièdes avec additifs

Thèse de doctorat MEGA en Génie Civil, sous la direction d'Hervé DI BENEDETTO - ENTPE – 268 p.

Date de soutenance : 12/12/2014

ENROBE BITUMINEUX / ENROBE TIEDE / RAP / ADDITIF / VISCOELASTICITE / THERMOMECANIQUE / ESSAI DE MODULE COMPLEXE / ESSAI DE FATIGUE / ESSAI DE RETRAIT THERMIQUE EMPECHE (TRST) / ESSAI DE PROPAGATION D'ONDE

Cette thèse s'inscrit dans le cadre d'une collaboration entre le Laboratoire Génie Civil et Bâtiment (LGCB)/Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systèmes (LTDS) et l'entreprise Arkema, l'entreprise routière Malet, l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME). L'objectif de la thèse est l'étude du comportement thermomécanique des enrobés bitumineux, et spécifiquement les enrobés tièdes avec et sans agrégat d'enrobé (RAP, Reclaimed Asphalt Pavement), dans le but de prévoir leur durée de vie et d'optimiser leur dimensionnement dans un contexte de développement durable.

Sept types d'enrobés bitumineux sont étudiés. Les enrobés diffèrent par leur procédé de fabrication, le pourcentage de RAP, les additifs et le pourcentage d'additif utilisé. Deux types de fabrications sont étudiées : à chaud (Hot Mix –HM) qui sert de référence et tièdes (Warm Mix –WM). Trois pourcentages de RAP sont considérés : 0%, 30% et 50%. Deux types d'additifs fournis par ARKEMA sont utilisés, ETIMA (E) et ETIMA-BIO (B), avec deux pourcentages, 0% et 0.4%. L'utilisation des enrobés tièdes contribue à réduire considérablement la consommation d'énergie, l'impact sanitaire et l'impact environnemental. D'autre part, l'ajout des RAP dans les enrobés permet d'augmenter le taux de recyclage des matières non renouvelables. Ces innovations participent à la prise en compte des enjeux du développement durable et de la préservation de l'environnement.

Quatre types d'essais ont été réalisés. Ce sont : l'essai de module complexe, l'essai de fatigue, l'essai de retrait thermique empêché (TSRST) et l'essai de propagation d'ondes. Dans le domaine du comportement viscoélastique linéaire, les essais de module complexe sont réalisés sur une large gamme de températures (de -25°C à 45°C) et de fréquences (de 0.03Hz à 10Hz). Chaque test est dupliqué. Les résultats sont modélisés à l'aide du modèle analogique 2S2P1D qui a été développé au laboratoire LGCB de l'ENTPE. Ce modèle permet de modéliser correctement le comportement tridimensionnel viscoélastique linéaire des enrobés. Ensuite, le comportement en fatigue est étudié grâce à des essais de fatigue. Pour chaque matériau, quatre ou cinq éprouvettes sont testées. Quatre critères sont utilisés pour évaluer la durée de vie des matériaux. Puis, le comportement à basse température est caractérisé à l'aide de l'essai de retrait thermique empêché (TSRST). Pour chaque matériau, trois éprouvettes sont testées. Enfin, des essais de propagation d'ondes sont réalisés. La méthode de détermination du temps de vol des ondes « P » et des ondes « S » ainsi que la méthode Impact Résonance sont utilisées. Ces essais fournissent des mesures non destructives et faciles à réaliser. A partir de ces méthodes, on peut calculer les valeurs de modules et de coefficients de Poisson des matériaux.

Soulignons que les essais réalisés permettent d'obtenir certain des paramètres utilisés pour le dimensionnement des chaussées. Un résultat essentiel de l'étude est la bonne performance des enrobés tièdes contenant des agrégats d'enrobés (RAP).

RALLU Antoine
Dynamique à basses et moyennes fréquences de milieux hétérogènes périodiques
Thèse de doctorat MEGA en Génie Civil, sous la direction de Claude BOUTIN et Stéphane HANS – ENTPE – 219 p.
Date de soutenance : 15/05/2014

DYNAMIQUE / PROPAGATION D'ONDE / HOMOGENEISATION PERIODIQUE / PERIODE MULTICELLULAIRE / MODULATION / STRUCTURE DISCRETE / MILIEU POREUX / COMPOSITE VISCO-ELASTIQUE

La dynamique à basses fréquences de milieux hétérogènes périodiques est classiquement décrite par la méthode d'homogénéisation des milieux périodiques, lorsqu'il existe une séparation d'échelles entre les déplacements et la taille caractéristique d'une cellule irréductible du milieu. A plus haute fréquence, cette séparation d'échelles est perdue et la méthode d'homogénéisation devient caduque. Afin de franchir cette barrière, nous proposons de considérer des modes périodiques sur une période composée de plusieurs cellules irréductibles. Autour des fréquences de résonance de ces périodes multicellulaires avec des conditions aux limites périodiques, des situations de grande modulation émergent. Une nouvelle séparation d'échelles est donc définie entre l'amplitude du mode et la taille caractéristique de la période. Les équations gouvernant la modulation sont ainsi obtenues, et leur nature diffère si le mode considéré est simple ou multiple.
Cette méthode est dans un premier temps appliquée à des structures discrètes unidimensionnelles : un système masse-ressort (un degré de liberté) et des poutres réticulées (trois degrés de liberté), puis dans un second temps les objets d'études sont des milieux continus tridimensionnels : un milieu poreux saturé par un gaz parfait (variable pilotante scalaire) et un composite (visco-)élastique à masse variable (variable pilotante vectorielle). La faible dissipation est traitée comme une petite perturbation complexe du problème élastique.

SCHWAN Logan

Etude théorique et expérimentale de surfaces résonantes en milieu élastique. Application à l'effet site-ville et à la conception de métasurfaces

Thèse de doctorat en Ecole doctorale MEGA en Génie Civil, sous la direction de Claude BOUTIN – ENTPE – 317 p.

Date de soutenance : 18/06/2014

METASURFACE RESONANTE / HOMOGENEISATION / COUCHE LIMITE / DEPOLARISATION / EFFET SITE-VILLE

L'étude porte sur la modélisation théorique et expérimentale des interactions entre des ondes élastiques de grande longueur et un réseau périodique de résonateurs mécaniques placé à la surface "libre" du milieu propagatif. Les applications concernent la réponse sismique de structures en interactions mutuelles à grande ou moyenne échelle (effet site-ville ou quartier urbain homogène) et, dans un cadre plus large, la conception de (méta)surfaces résonantes en mécanique. Expérimentalement, un prototype est dimensionné sur la base du modèle dérivé par méthode asymptotique multi-échelles (Boutin et al. 2006). Les essais réalisés dans le cadre du projet européen SERIES (table vibrante de l'université de Bristol U.K.) valident les prédictions théoriques et mettent en évidence des phénomènes atypiques tels que la dépolarisation d'ondes mécaniques, un effet de mémoire de surface ou encore la présence d'une couche limite élastique confinée en surface. Par ailleurs, de nouveaux développements théoriques ont conduit à une généralisation micropolaire de la surface résonante qui rend compte de rotations et moments locaux appliqués en surface. Différents modèles de couche limite sont proposés dans ce cadre et le cas d'un réseau de résonateurs de flexion est détaillé par une approche modale. Enfin, le potentiel d'application des métasurfaces est illustré par l'analyse de la réflexion d'ondes homogènes sur une surface résonante qui fait apparaître des conversions de modes atypiques, impossibles à obtenir par des interfaces usuelles.

STEPHAN Emma

Méthode d'aide à la décision multicritère des stratégies de réhabilitation des bâtiments anciens en pierre calcaire. Application au patrimoine en tuffeau

Thèse de doctorat en Ecole doctorale MEGA en Génie civil, sous la direction de Pierre MICHEL – ENTPE – 217 p.

Date de soutenance : 17/12/2014

REHABILITATION / BATIMENT ANCIEN / PIERRE CALCAIRE / AIDE A LA DECISION MULTICRITERE

Le parc de bâti ancien représente un potentiel d'économies d'énergie avéré. Cependant, sa diversité et certaines caractéristiques des matériaux d'enveloppe gênent la mise en place de stratégies de réhabilitation efficaces. Parmi ce patrimoine, les maisons individuelles en pierre calcaire présentent des problématiques spécifiques vis-à-vis de la réhabilitation. Le tuffeau, plus spécifiquement, est une pierre calcaire à forte porosité dont la particularité est la facilité avec laquelle il se gorge d'eau. Ses propriétés hygrothermiques sont alors impactées et le matériau se dégrade. Par ailleurs, ce bâti bénéficie de températures intérieures confortables en été et de qualités architecturales certaines.

Il s'agit là de contraintes à considérer lors de la réhabilitation énergétique de ces bâtiments. Les solutions proposées doivent donc répondre à des objectifs parfois divergents. Pour le patrimoine en tuffeau, quatre critères sont apparus indispensables : les besoins de chauffage, le confort hygrothermique intérieur, le risque de dégradation du matériau et l'investissement financier. Dans ce contexte, l'objectif est de développer une démarche d'aide à la décision multicritère de stratégie de réhabilitation pérenne des bâtiments en tuffeau.

Cette démarche a vocation à s'adapter à tous types de bâtiments en tuffeau et à considérer l'ensemble de ses spécificités. Un panel d'actions de réhabilitation portant sur les éléments d'enveloppe est identifié et testé sur le bâtiment considéré. La mise en place du processus a nécessité l'utilisation d'un outil de modélisation traduisant la réalité du comportement énergétique de ces bâtiments. L'outil EnergyPlus avec l'algorithme de transfert de masse et de chaleur HaMT a été mis en place et vérifié avec des mesures expérimentales. L'ensemble des résultats des stratégies de réhabilitation sont alors agrégées dans une méthode d'analyse multicritère. L'incertitude de l'évaluation des stratégies de réhabilitation est intégrée à la méthode (ELECTRE III) pour que les recommandations soient réalisées avec un degré de confiance satisfaisant.

L'application de cette démarche à deux cas de bâtiments en tuffeau a mis en évidence l'adaptabilité de la démarche à des bâtiments de typologie et de complexité variables. Elle permet par ailleurs de fournir des recommandations robustes sur les travaux les plus pertinents à mener.

TALBOURDET Fabien
Développement d'une démarche d'aide à la connaissance pour la conception de bâtis performants
Thèse de doctorat en Ecole doctorale MEGA en Thermique Energétique, sous la direction de Pierre MICHEL – ENTPE – 209 p.
Date de soutenance : 25/09/2014

CONCEPTION DE BATIMENT PERFORMANT / ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE / OPTIMISATION MULTICRITERE / ALGORITHME GENETIQUE / EFFICACITE ENERGETIQUE / COMPORTEMENT DES OCCUPANTS

Les demandes des usagers conjuguées à la réglementation nécessitent de concevoir des bâtiments de plus en plus confortables et économes en énergie. En parallèle de ces exigences, les réglementations concernant les bâtiments sont renforcées dans différents domaines (acoustique, sécurité incendie, risque sismique,…) afin d'obtenir des bâtiments plus sûrs et correspondant aux demandes des usagers. Les impacts conjugués de ces deux facteurs engendrent une complexification de la conception des bâtiments.
Cette thèse présente une démarche d'aide à la connaissance pour la conception de bâtis performants se basant sur une méthode d'optimisation. Cette démarche vise à ce que les architectes et les bureaux d'études aient une connaissance claire du potentiel de leur projet (exploration de solutions) en phase amont de conception, pour concevoir des bâtiments les plus performants possibles. Ce potentiel est évalué *via* des paramètres de la géométrie extérieure et intérieure ainsi que des caractéristiques énergétiques du bâti. La démarche leur permet également d'évaluer les avantages et inconvénients de différentes géométries et solutions de conception qu'ils envisagent pour répondre à leurs projets. Cette démarche est appliquée à un immeuble de bureaux à Lyon.
Pour le cas testé, la démarche permet d'obtenir rapidement des solutions performantes et de définir pour certains des paramètres étudiés, des valeurs conduisant aux solutions performantes dans une partie de l'espace des solutions ou dans l'ensemble de cet espace.
Cette application de la démarche montre également qu'il peut exister des solutions ayant des besoins énergétiques et des coûts de construction proches mais étant très différentes en termes de paramètres de conception. Bien que remettant en cause l'applicabilité directe de la démarche, ce résultat met en exergue un problème nouveau. Cette thèse pose alors les bases pour une nouvelle étude.

TRAN Van Huong
Optimisations mécaniques des constructions en matériaux locaux
Thèse de doctorat MEGA en Génie Civil, sous la direction de Jean-Claude MOREL – ENTPE – 232 p.
Date de soutenance : 18/11/2014

MATERIAU LOCAL / CONSTRUCTION DURABLE / BETON DE POUDINGUE/ VULNERABILITE SISMIQUE / MEF / MED / STABILITE DE LA STRUCTURE / CALCUL AUX CONTRAINTES ADMISSIBLES

Les matériaux locaux utilisés en génie civil se définissent comme présents directement sur les sites de construction ou lieux proches. Parmi ces matériaux, nous avons étudié la terre crue, la limousinerie (maçonnerie de pierre associée au mortier de terre de chaux maigre) et le béton de poudingue (un béton maigre à base de granulat de poudingue). L'objectif général de cette thèse est de faciliter l'utilisation des constructions durables en matériaux locaux. Les études à l'échelle du matériau et à l'échelle de la structure ont été effectuées sur ce type de construction. À l'échelle du matériau, le comportement mécanique des matériaux locaux a été étudié. Une procédure d'optimisation de la composition des matériaux en fonction de leur résistance mécanique a été également proposée. À l'échelle de la structure, le comportement des constructions en matériaux locaux a été étudié par les études de cas. Premièrement, le comportement mécanique d'un pont neuf, voûté en limousinerie, a été étudié en effectuant des mesures *in situ* du champ de déplacements du pont lors du décintrement. Le pont a également été modélisé par un modèle 2D utilisant la MED. La modélisation du phénomène de contacts partiels dans la zone des voussoirs adjacents du voussoir de clé a permis de retrouver le profil particulier du champ de déplacements mesuré, ce qui ne peut pas être effectué par la MEF. Deuxièmement, l'auscultation dynamique d'un bâtiment en limousinerie a été effectuée par des mesures de bruit de fond. Un modèle 3D utilisant la MEF a été fait et validé en le comparant avec les résultats expérimentaux. Une simulation des actions sismiques conformément à l'EC8 a été effectuée afin d'estimer sa vulnérabilité aux séismes. Troisièmement, le comportement d'une maison en béton de poudingue a été étudié. Une procédure d'optimisation de la forme de voûte a été proposée pour ce type de construction. Puis, les principes de justification de la stabilité par la méthode de calcul aux contraintes admissibles ont également été proposés.

Laboratoire d'Economie des Transports

NGUYEN Quan Son

Mobilités spatiales et ségrégation dans un contexte de métropolisation. Le Cas de Hanoï

Thèse de doctorat en Sciences sociales, mention « Géographie, aménagement et urbanisme », sous la direction de Didier PLAT - Université Lumière Lyon II - 370 p.
Date de soutenance : 01/07/2014

HANOI / METROPOLISATION / URBANISATION / SEGREGATION SOCIO-SPATIALE / MOBILITE RESIDENTIELLE / MOBILITE QUOTIDIENNE / POPULATION SENSIBLE / TRANSPORT URBAIN

Depuis 2008, Hanoï est devenue l'une des grandes capitales du monde, en intégrant de nouveaux territoires. Hanoï a pour ambition de devenir une ville tournée vers la sous-région et fortement compétitive. Cependant, son processus d'urbanisation se heurte à de nombreux obstacles, notamment en matière de transports urbains fortement dépendants des modes individuels, tout particulièrement des motos. Or, le processus actuel de métropolisation de Hanoï est porteur de nouveaux défis pour le transport urbain tels que le changement de structure et de fonctions urbaines, l'émergence d'une mobilité intra-urbaine sur des distances importantes, le risque de ségrégation socio-spatiale… A partir d'un constat sur les caractéristiques de la métropolisation de Hanoi, cette thèse étudie quelles sont les influences de la ségrégation socio-spatiale sur la mobilité des citadins et comment ils s'adaptent au contexte urbain de plus en plus ségrégatif à Hanoï en termes de mobilité et d'activités. Pour répondre à cette problématique, nous avons mené en 2013 une enquête ciblée sur la population sensible. Des analyses comparatives ont été effectuées grâce aux données de notre propre enquête et celles de l'enquête PRUD en 2003. Les données des recensements tant au niveau national que de Hanoï ont été également utilisées. Les résultats nous montrent que la métropolisation à Hanoï présente non seulement des similitudes mais également des singularités par rapport aux autres logiques observées dans d'autres villes. Les dynamiques métropolitaines renforcent les caractères ségrégatifs dans les territoires de Hanoï. La ségrégation socio-spatiale a des impacts nets sur les comportements de mobilité des habitants (mobilité résidentielle) et l'accès aux services urbains (mobilité quotidienne) au détriment des pauvres. Face à cette réalité et à cause de l'inefficacité du réseau de bus et du retard des projets de transports en commun, la population la plus modeste recourt aux modes de transports alternatifs (taxi et mototaxi) pour s'adapter à ses conditions de vie.

Laboratoire d'Ingénierie de la Circulation et des Transports

MARCZAK Florian

Observation empirique et modélisation des discontinuités du réseau autoroutier : vers l'estimation des capacités

Thèse de doctorat MEGA en Génie Civil, sous la direction de Christine BUISSON – ENTPE – 119 p.

Date de soutenance : 27/10/2014

CONGESTION ROUTIERE / RESEAU AUTOROUTIER / DISCONTINUITE / MODELISATION

La congestion routière résulte d'un excès de la demande sur l'offre. En particulier, sur le réseau autoroutier, la congestion apparaît soit en section courante, soit au niveau des bretelles d'accès, des bretelles de sortie ou des zones d'entrecroisement qui sont généralement appelées « les discontinuités ou nœuds du réseau routier ».

Cette thèse se concentre sur l'étude des discontinuités du réseau autoroutier. Nous portons donc une attention particulière aux convergents, aux divergents et aux zones d'entrecroisement.

Contrairement aux modèles existants, les modèles proposés dans le cadre de cette thèse devront prendre en compte les phénomènes physiques du trafic en intégrant explicitement les comportements individuels des usagers et leur variabilité.

MONTEIL Julien

Investigating the effects of cooperative vehicles on highway traffic flow homogenization: analytical and simulation studies

Thèse de doctorat MEGA en Génie Civil, sous la direction de Nour Eddin EL FAOUZI – ENTPE – 191 p.

Date de soutenance : 29/01/2014

TRAFFIC MODELING / CONNECTED VEHICLE / AUTONOMOUS VEHICLE / SYSTEM IDENTIFICATION / MULTI-AGENT SYSTEM / STABILITY ANALYSIS / NON-LINEAR WAVE PROPAGATION / LEARNING OF UNRELIABLE SENSOR

The traffic engineering community currently faces the advent of a new generation of Intelligent Transportation Systems (ITS), known as cooperative systems. More specifically, the recent developments of connected and autonomous vehicles, i.e. cooperative vehicles, are expected to cause a societal shift, changing the way people commute on a daily basis and relate to transport in general.

The research presented in this dissertation is motivated by the need for proper understanding of the possible inputs of cooperative vehicles in a traffic stream. Beyond legal aspects regarding the introduction of such vehicles and considerations on standardization and harmonization of the communication norms, the research focuses on the use of communication for highway traffic flow homogenization. In particular, the selected approach for the introduction of cooperation inherits from the theory of traffic flow and the recent developments of microscopic traffic models.

Cooperation can first be introduced as a form of multi-anticipation, which can either come from drivers' behaviors or from communication. A mathematical framework for investigating the impact of perturbations into a steady-state traffic is proposed for the class of time continuous car-following models. Linear stability analyses are refined for forward and backward multi-anticipation, exploring the underlying importance of considering upstream information. The linear stability analyses for all wavelengths can be deepened by the mean of the graphical root locus analysis, which enables comparisons and design of strategies of cooperation. The positive influence of bilateral cooperation and of added linear control terms are highlighted. Weakly non-linear analyses are also performed, and the equations of solitary waves appearing at the frontier of the instability domain are obtained. A simple condition over the partial derivatives of the dynamical system is found to determine the acceleration regime of the leading edge of the travelling wave.

Following these analytical results, one aim is to simulate a realistic traffic thereby reproducing the driving behavior variability. A Next Generation Simulation trajectory dataset is used to calibrate three continuous car-following models. A methodology involving data filtering, robust calibration, parameters estimation and sampling of realistic parameters is detailed, and allows realistic traffic with stop-and-go waves appearances to be replicated. Based on these simulated trajectories, previous analytical results are confirmed, and the growing perturbations are removed for various coverage rates of cooperative vehicles and adequately tuned cooperative strategies.

Finally the issue of information reliability is assessed for a mixed fleet of cooperative and non-cooperative vehicles. The modelling choice consists in building a three layers multi-agent framework that enables the following properties to be defined: the physical behavior of vehicles, the communication possibilities, and the trust each vehicle -or agent- has in another vehicle information or in itself. The investigation of trust and communication rules allow the model to deal with high rates of disturbed cooperative vehicles sensors and to learn in real time the quality of the sent and received information. It is demonstrated that appropriate communication and trust rules sensibly increase the robustness of the network to perturbations coming from exchanges of unreliable information.

Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés

GETTE-BOUVAROT Morgane

Rôle du compartiment biologique dans les processus de colmatage et décolmatage de bassins d'infiltration

Thèse de doctorat en Chimie, spécialité « Sciences de l'environnement », sous la direction de Cécile DELOLME – ENTPE - 271 p.

Date de soutenance : 16/10/2014

BASSIN D'INFILTRATION / COLMATAGE / DECOLMATAGE / BIOFILM

Les bassins d'infiltration sont de plus en plus utilisés en milieux urbains pour la réduction des eaux de ruissellement et la recharge des nappes phréatiques. Toutefois, leur fonctionnement est souvent affecté par des problèmes de colmatage, physiques, chimiques et/ou biologiques, qui conduisent à une diminution des capacités d'infiltration et à une altération potentielle de la qualité des eaux infiltrées.

Aussi, la prévention de ce risque devient-elle un enjeu majeur pour garantir la pérennité des ouvrages d'infiltration et la qualité des eaux infiltrées. Si les mécanismes impliqués dans le colmatage sont décrits assez finement dans le cas des processus purement physiques ou géochimiques, les verrous scientifiques sont encore importants pour comprendre la contribution du compartiment biologique (biofilms, végétation, invertébrés). Ce travail de thèse avait ainsi pour objectif de quantifier l'influence du compartiment biologique sur les processus de colmatage et de décolmatage dans des bassins d'infiltration. Pour cela, il était composé de deux grands volets :

(i) le premier visait à évaluer la contribution relative du biofilm et de l'accumulation de particules fines sur les paramètres hydrodynamiques du milieu poreux support d'infiltration, ceci dans 2 bassins aux caractéristiques contrastées,

(ii) le second avait pour objectif d'évaluer les potentialités de processus écologiques (bioturbation, broutage, allélopathie) à décolmater les bassins par l'introduction de macro-organismes (invertébrés et macrophytes) en mésocosmes ou par encagements *in situ*.

Les résultats ont mis en évidence le rôle déterminant de la composante phototrophe des biofilms sur la dégradation de perméabilité des supports d'infiltration. Un effet seuil de la biomasse phototrophe a été observé sur le rayon moyen des pores hydrauliquement fonctionnels, avec pour conséquences des effets non-linéaires sur la perméabilité. Face à ce colmatage biologique, les résultats obtenus en mésocosmes ont clairement montré que la présence de macrophytes tels que *Vallisneria spiralis L.* et *Chara globularis L.* permettait de réduire la biomasse algale par allélopathie. Par la suite, l'introduction par encagement dans un bassin d'infiltration de l'espèce *V. spiralis* a démontré sa potentialité à réduire le phénomène de colmatage en affectant la physiologie du biofilm algal. De plus, l'introduction du gastéropode aquatique *Viviparus viviparus* qui se nourrit directement du biofilm permettait de maintenir et même d'améliorer les capacités d'infiltration du bassin. Ces résultats offrent des perspectives intéressantes pour le développement futur de techniques d'ingénierie écologique dans la gestion et l'amélioration de la durée de vie des ouvrages d'infiltration.

PREDELUS Dieuseul

Rôle des hétérogénéités texturale et structurale du sol sur le transfert et la rétention des nanoparticules dans la zone non saturée. Expérimentation et Modélisation.

Thèse de doctorat en Chimie, sous la direction de Rafael ANGULO-JARAMILLO – ENTPE – 151 p.

Date de soutenance : 08/07/2014

HETEROGENEITE / MODELISATION / NANOPARTICULE / RETENTION / TRANSFERT / ZONE NON SATUREE

La production croissante des nanoparticules issues du développement des nanotechnologies et leur incorporation dans des produits de consommation vont inévitablement conduire à leur introduction dans l'environnement. Elles peuvent constituer un vecteur de substances polluantes en raison du transport facilité des contaminants organiques ou inorganiques potentiellement adsorbés sur leurs surfaces ou représentent elles-mêmes un risque pour l'environnement et la santé humaine. La zone non saturée joue une fonction importante de filtration naturelle des eaux de recharge des nappes. Les mécanismes de transfert et de rétention des nanoparticules à travers le sol sont complexes du fait des hétérogénéités structurales et texturales de celui-ci. Ces hétérogénéités sont à l'origine des écoulements préférentiels et d'un grand nombre de facteurs d'interaction physico-chimiques liés aux propriétés des nanoparticules. L'objectif de la thèse est de mieux comprendre et modéliser le transport des nanoparticules dans un milieu non saturé hétérogène. Dans ce contexte, trois matériaux granulaires (un sable et des mélanges sable-gravier) ont été mis en place en colonne (10 cm de diamètre x 30 cm de hauteur) et dans le lysimètre LUGH du LEHNA (100 x 160 x 100 cm3). Le but est de déterminer le rôle des hétérogénéités texturales (différentes granulométries) et structurales (barrière capillaire) du sol, en prenant en compte les effets de la force ionique de la solution et de la vitesse d'écoulement sur le transfert de nanoparticules en condition non saturée. Des nanoparticules de silice marquées par des molécules organiques fluorescentes ont été développées en tant que nanotraceur dans le cadre de cette étude, l'ion bromure a été utilisé pour caractériser l'écoulement de l'eau. Le modèle de transfert de non équilibre hydrodynamique à fractionnement de l'eau en deux phases mobile et immobile, MIM, incluant un terme de rétention et de relargage des nanoparticules, décrit adéquatement les courbes d'élution des nanoparticules. Cette étude a permis d'identifier les mécanismes liés aux différentes tailles des grains du sol et de la barrière capillaire sur la rétention des nanoparticules. Les expériences réalisées avec les différentes forces ioniques ont indiqué que, pour les forces ioniques comprises entre 1 et 50 mM, la rétention est croissante comme prédit la théorie DLVO ; cependant, à partir d'une force ionique supérieure à 100 mM, une inversion de la rétention se produit. Lorsque la vitesse d'écoulement diminue, les mécanismes de rétention ont montré que celle-ci est liée entre autres au piégeage à l'interface air-eau du sol. Le profil de rétention des nanoparticules indique qu'elles sont majoritairement retenues en surface du sol, puis que la rétention diminue avec la profondeur. Le nanotraceur constitue un outil puissant pour l'étude du rôle des hétérogénéités dans le transfert des particules dans un sol non saturé.

Liste des doctorants

BADI Hamid…….. .8
BALAZARD Hélène…… . 26
BENOIT Gaëlle…… ….. 9
BERTHOZ Nicolas…… ….. 32
BIEN Le Binh…… …10
BILODEAU Kevin…… ……48
BOITHIAS Florent…… …11
BORDERON Julien…… ...12
BRUTTI-MAIRESSE Eugénie…… … 44
BUANNIC Maël…… …33
BUI Tuan Anh …… …… 56
CABRERA DELGADO Jorge…… … … 40
CHABRIAC Pierre-Antoine …… …… 57
CHADIARAKOU Stella…… … 13
CLEMENT Florent…… …58
DAVID Marion …… ……58
DELGADO Horacio…… … … 14
DELHAYE Hélène…… … …24
DUFOUR Nathalie…… …15
FERNANDEZ Pauline……16
FERRO Yannis…… 49
GETTE-BOUVAROT Morgane……..78
GLE Philippe…… ….34
GOURLAY Etienne……59
KIENZLER Aude……50
LAMOTHE Sébastien…… …60
LE Hong Hanh…… .35
LEMETTRE Sonia…… ..42
MANGIAFICO Salvatore …… 61
MARCZAK Florian…… 74
MONTEIL Julien…… …75
MOREL Julien……..… .17
NGUYEN Quan Son……72
NGUYEN Van-Nghi…… …36
OETOMO James Jatmiko…… .. 62
PATRIARCHE Manolis…… ……63
PHAM Nguyen Hoang…… …64

PREDELUS Dieuseul…… …79
RALLU Antoine …… ……65
REY David…… ….22
SANTOS Raphaël…… 51
SCHWAN Logan …… ……66
STEPHAN Emma ……. …67
TALBOURDET Fabien …… …68
TAPSOBA Nouffou…… … …18
THÂN TRONG TRÂN Hoan…… ….38
TIOUAJNI Samir…… …37
TRAN Van Huong …….. …69
VIEIRA DA ROCHA Thamara …….. …45
VILLA Céline…… .19
XIE Xiaoyan……..… . 46
ZANETTI Thomas…….. …27

Liste des doctorants par laboratoire

Laboratoire de Génie Civil et Bâtiment

BADI Hamid…….. ..8
BENOIT Gaëlle…… ... 9
BERTHOZ Nicolas…… .. 32
BILODEAU Kevin…… …48
BOITHIAS Florent…… …11
BORDERON Julien…… …...12
BUANNIC Maël…… ……33
BUI Tuan Anh …… …… 56
CHABRIAC Pierre-Antoine …… ……57
CHADIARAKOU Stella…… …… 13
DAVID Marion …… ……58
DELGADO Horacio…… … 14
DUFOUR Nathalie…… ……15
FERNANDEZ Pauline…… ……16
GLE Philippe…… ….34
GOURLAY Etienne…… ……59
LAMOTHE Sébastien…… …60
LE Hong Hanh…… ……35
MANGIAFICO Salvatore …… …. 61
MOREL Julien……... ….17
NGUYEN Van-Nghi…… …36
OETOMO James Jatmiko…… ….. 62
PATRIARCHE Manolis…… …… ….63
PHAM Nguyen Hoang…… ……64
RALLU Antoine …… …… …65
SCHWAN Logan …… ……66
STEPHAN Emma …… ….67
TALBOURDET Fabien …… ……68
TAPSOBA Nouffou…… …18
THÂN TRONG TRÂN Hoan…… ….38
TIOUAJNI Samir…… ……37
TRAN Van Huong …… ..…69
VILLA Céline…… ….19

Laboratoire d'Economie des Transports

CABRERA DELGADO Jorge…… 40
CLEMENT Florent……...…41
LEMETTRE Sonia…… …..42
NGUYEN Quan Son……72

Laboratoire d'Ingénierie de la Circulation et des Transports

BRUTTI-MAIRESSE Eugénie…… … …… 44
MARCZAK Florian…… …74
MONTEIL Julien…… … …75
REY David…… …… .22
VIEIRA DA ROCHA Thamara …….. …45
XIE Xiaoyan……..… . 46

Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés

BIEN Le Binh…… ……10
DELHAYE Hélène……. ……24
FERRO Yannis……..…… 49
GETTE-BOUVAROT Morgane……..78
KIENZLER Aude……50
PREDELUS Dieuseul……..……79
SANTOS Raphaël……51

Laboratoire de Recherches Interdisciplinaires Ville-Espace-Société

BALAZARD Hélène……. 26
ZANETTI Thomas……...…27

ENTPE
Rue Maurice Audin
69518 Vaulx-en-Velin Cedex | France |
T. 033 (0) 472 047 070

entpe.fr

ENTPE

UNIVERSITÉ DE LYON

kineka.com/ Photos: ENTPE, David Desaleux