

FILIÈRE CONSTRUCTIONS ET ARCHITECTURE CNST-H-407 - ANNÉE ACADÉMIQUE 2011-2012 SUJETS DES PROJETS DE RECHERCHE PERSONNELLE

La réexploitation des anciennes décharges comme gisement de matières (landfill mining), analyse de certains aspects techniques de la problématique

Responsable : Alain Ghodsi - alain.ghodsi@spw.wallonie.be

Dans les années 80, des déchets étaient encore enfouis sans véritable traitement préalable, de sorte que dans le fond de certaines décharges, des quantités importantes de métaux ferreux et non ferreux, notamment, sont encore disponibles. D'autres ressources pourraient l'être aussi, suivant le type de la décharge.

Dans ce cadre, l'exploitation de la décharge comme une mine où on excave les déchets pour les cribler et les déferrailler, voire les traiter au courant de Foucault pour en extraire les non ferreux et autres traitements éventuels, permet de récupérer des matériaux et de libérer des volumes disponibles dans les centres d'enfouissement techniques qui arrivent en fin d'exploitation. Le solde de déchets est réenfoui mais le volume est évidemment moindre, ce qui libère de la place. L'opération présente donc un double bénéfice.

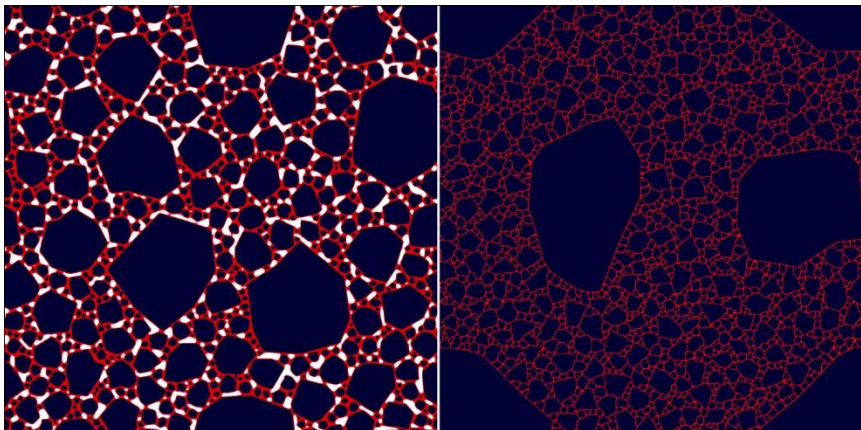
Cependant, peu d'expériences de ce type ont pu être menées à bien de nos jours car une résistance importante des lobbys et des populations avoisinantes des décharges ne souhaitent pas voir ce type d'activité se développer.

Le travail de l'étudiant serait de dresser l'état des possibilités de réexploitation réelle des décharges en Belgique, et en Wallonie en particulier, de décrire les techniques, leurs avantages et inconvénients et de conclure -peut-être en prenant alors un cas précis car le travail doit être limité et une conclusion générale peut-être difficile à établir dans un travail étudiant, vu le temps imparti- en terme de faisabilité technique, économique et environnementale.

Génération de maillages pour des géométries complexes définies par des fonctions implicites

Responsables : Bernard Sonon - bernard.sonon@gmail.com
Prof. Thierry J. Massart

L'analyse multi-échelle des matériaux hétérogènes (béton, sol, métaux polycristallins, ...) est actuellement un des challenges majeurs dans le domaine de la modélisation numérique. Devant l'augmentation des moyens de calcul et les exigences industrielles grandissantes, les chercheurs ont été amenés durant ces 20 dernières années à proposer des modèles numériques multi-échelles sans cesse plus pointus. Ces développements visent à prendre en compte les comportements complexes de ces matériaux, en particulier, les non-linéarités importantes qui sont observées au cours de chargements mécaniques jusqu'à rupture. Cependant, la liste des problèmes à résoudre est encore longue. En particulier, les modèles de type éléments finis qui sont généralement utilisés nécessitent en premier lieu la création d'un maillage de bonne qualité, ce qui, pour des matériaux caractérisés par une microstructure hétérogène complexe est une difficulté majeure.



Exemple de microstructure difficile à mailler. Gauche : Sol argileux (bleu : grain de sable, rouge : matrice argileuse, blanc : vide), taille : $\sim 350\mu\text{m}$. Droite : Acier polycristalin à microstructure bimodale, taille $\sim 5\mu\text{m}$.

Ce travail a pour objectif l'investigation d'une méthode de génération de maillage particulière [1]. Celle-ci se base sur une description implicite de la géométrie à mailler (courbes définies implicitement par $F(\mathbf{x})=0$, au lieu de la définition explicite paramétrique $\mathbf{x}=F(s)$ habituellement utilisée). Cette approche présente essentiellement deux aspects intéressants. Premièrement, l'utilisation de définitions implicites à l'aide de fonction de distances spécifiques appelées Level Set permet d'alléger énormément les formulations mathématiques. Deuxièmement, les fonctions Level Set, déjà utilisées pour les techniques de traitement d'images et de générations aléatoires d'échantillons virtuels pour les matériaux étudiés seraient 'gratuites' pour la génération du maillage aussi bien pour des microstructures obtenues par des micrographies réelles que pour des échantillons virtuels générés aléatoirement.

Il sera demandé à l'étudiant, après qu'il se soit familiarisé avec les détails de la méthode, d'implémenter un générateur simple en Matlab permettant de mailler des microstructures en 2D et d'émettre un avis objectif et motivé sur la pertinence de cette méthode appliquée au cas des matériaux hétérogènes.

Référence

[1] : **P.-O. Persson**, *Mesh Generation for Implicit Geometries*, PhD Thesis, Massachusetts Institute of Technology, (2005)

Théorie des jeux appliquée au calcul de structures

Responsable : Rajan Filomeno Coelho - rfilomen@ulb.ac.be

Afin de concevoir des structures remplissant simultanément plusieurs critères (coût minimal, sécurité maximale, etc.), une grande variété de méthodes numériques d'optimisation et d'aide à la décision multicritère est disponible dans la littérature, permettant de trouver les paramètres de conception (e.g. sections transversales, choix des matériaux) les plus adaptés aux exigences définies par le concepteur. Parmi ces méthodes, la théorie des jeux, proposée par John Nash [1], consiste à simuler un jeu dynamique dans lequel des joueurs virtuels se partagent les paramètres de conception, et les font évoluer suivant leur critère propre tout en échangeant de l'information partielle, jusqu'à convergence vers un équilibre [2]. Cette méthode est encore très peu exploitée en construction.

En conséquence, l'objectif de ce projet consiste à (1) effectuer un état de l'art de l'utilisation de la théorie des jeux en construction, et (2) implémenter en Matlab le concept d'équilibre de Nash, le coupler à un programme de calcul de structures (barres, poutres ou éléments finis de membranes), et l'appliquer à des exemples de structures de ponts ou de bâtiments pour investiguer l'intérêt de cette méthode en construction.

Références

- [1] J. Nash, *Non-cooperative games*, Annals of Mathematics, 54(2) :286-295, 1951.
[2] Z. Tang, J.-A. Désidéri, J. Périaux, *Multicriterion aerodynamic shape design optimization and inverse problems using control theory and Nash games*, Journal of Optimization Theory and Applications, 135 :599-622, 2007.

Conception et dimensionnement des structures en bois

Responsable : *Rajan Filomeno Coelho* - rfilomen@ulb.ac.be

Après une période de relative désaffection, le bois se réaffirme aujourd'hui comme un matériau de construction à part entière, notamment en raison de sa résistance élevée (rapportée à sa masse volumique), sa flexibilité de mise en forme, et son impact environnemental limité.

L'objectif de ce projet consiste donc à réaliser une étude bibliographique sur l'utilisation du bois en construction. En particulier – et sans que cette liste ne soit limitative – on s'intéressera :

- à lister les types de bâtiments et d'ouvrages d'art pour lesquels le bois est bien adapté ;
- à l'impact environnemental pendant toute sa durée de vie (de l'exploitation forestière au recyclage) ;
- aux spécificités du bois comme matériau, en particulier la présence de défauts (noeuds, irrégularités, etc.) et leur impact sur les performances (comportement structural, résistance au feu, etc.) ;
- aux particularités des règles de conception et de dimensionnement (Eurocode 5).

L'étude se conclura par une synthèse critique des avantages et inconvénients de l'utilisation du bois comme matériau de construction.

Structural Control Systems: a review

Responsable : *Grigoris Karaiskos* - Grigoris.Karaiskos@ulb.ac.be

What is structural control? All the main categories of Structural Control Systems are briefly presented and their advantages and disadvantages are discussed in detail. All the available theory concepts as well as their real life applications and their performance are discussed and compared. Finally, a new Structural Control System may be proposed for future research or laboratory experimental verification.

Project language : English

Passive control of structures and its experimental verification using Tuned Mass Dampers (TMD)

Responsable : Grigoris Karaiskos - Grigoris.Karaiskos@ulb.ac.be

The focus of this work is to review and experimentally verify the effect of vibrational control systems applied in lightweight and flexible structures. All the concepts of designing and performing a passive control experiment on a small laboratory structure are presented and the results of the experiments are discussed. The installation of these systems on new and existing structures aim at the spectacular improvement of the structural dynamic behavior under single and multi-tone harmonic excitations on the concepts of structural safety and operational conditions. The control theory of this project is applied for the design of Passive Control Systems and more specifically for the design of Tuned Mass Damper (TMD) installed properly on the main structure. The main mass of the Tuned Mass Damper, which is named as secondary system, is significantly smaller than the main mass of the primary system which is a Single or Multi Degree of Freedom system. A series of experiments with one and two TMDs installed on a modeled small laboratory structure are designed, constructed and performed.

Project language : English

Parameter tuning of optimization-based model updating

Responsable : Maik Brehm - maik.brehm@ulb.ac.be

Model updating is a method to improve the correlation between a numerical model and a realistic structure using measured data by adjusting previously selected uncertain model input parameters. Optimization algorithms are frequently applied tools to reduce systematically the discrepancies between experimentally obtained and numerically derived features. The success and computational expense of optimization-based model updating depend strongly on the configuration of the optimization algorithms itself. In this project, optimization-based model updating will be applied to two small numerical benchmark studies with the aim to investigate the influence of several configuration parameters of optimization algorithms, such as, genetic algorithm and particle swarm optimization.

Project language : English

Modélisation de la réponse vibratoire de passerelles due au passage des piétons

Responsables : Arnaud Deraemaeker - aderaema@ulb.ac.be
Gilles Tondreau - Gilles.Tondreau@ulb.ac.be

La marche des piétons sur une passerelle est à l'origine des vibrations, parfois excessives, de celles-ci. Afin de pouvoir prédire au mieux les niveaux de vibrations, il est essentiel de disposer de modèles de simulation fiables incorporant le modèle dynamique de la passerelle, mais aussi le modèle de l'excitation causée par les piétons en fonction de leur rythme de marche. Ce projet vise d'une part à faire une étude bibliographique sur les modèles existants pour calculer la réponse vibratoire d'une passerelle excitée par le passage de piétons et d'autre part à implémenter le modèle le plus prometteur dans un code de simulation dynamique existant (programmé sous MatLab).

Langue du projet / project language : français or/ou English

Modélisation de la réponse vibratoire de grands ouvrages de génie civil excités par le vent

Responsables : Arnaud Deraemaeker - aderaema@ulb.ac.be
Gilles Tondreau - Gilles.Tondreau@ulb.ac.be

Le dimensionnement des structures pour leur résistance au vent est souvent effectué en prenant en compte une force équivalente statique. Ce modèle ne rend cependant pas compte de l'aspect parfois fortement dynamique des réponses engendrées par le vent. Le but du projet est d'une part d'effectuer une étude bibliographique sur les différents modèles proposés dans la littérature pour rendre compte au mieux de l'effet dynamique du vent sur les structures, et d'autre part à implémenter le modèle jugé le plus prometteur dans un code de simulation dynamique existant (programmé sous MatLab).

Langue du projet / project language : français or/ou English

Experimental verification of Smart Aggregates for monitoring the mechanical properties of fresh concrete and mortar

Responsables : Arnaud Deraemaeker - ademaema@ulb.ac.be
Grigoris Karaiskos - Grigoris.Karaiskos@ulb.ac.be

The present work is focused on the development of so-called “ Smart Aggregates” for the analysis of the mechanical properties of concrete and mortar at early age. The smart aggregates are piezoelectric transducers which are designed to be embedded inside concrete or mortar and used for ultrasonic testing. The principle of the method consists in generating a compression wave with one smart aggregate, and measuring it at a certain distance with another smart aggregate. The measurement of the time of travel provides information about the mechanical properties of the material tested. This project is experimental and aims at studying the influence of several parameters (distance between the transducers, piezoelectric transducer properties ...) on the efficiency of the method.

Project language : English

Recherche de forme structurale : Etat de l'art, applications et perspectives

Responsable : Benoît Descamps - benoit.descamps@ulb.ac.be

Dans le processus de conception structurale, la question de la définition de la géométrie est de première importance. En effet, elle influence largement des critères tels que la masse et la rigidité. Intuitivement, le concepteur utilisera les coordonnées spatiales pour définir la forme structurale. Bien que cette approche soit appropriée pour la plupart des bâtiments, elle doit être remise en question lorsque l'on considère les structures légères et/ou de grande portée. Dans ce cas, la forme est dictée par l'équilibre des forces et doit respecter le funiculaire des charges (principe de la chaînette) [1] ; les variables de conception devenant les forces. Cette approche est plus difficile à appréhender pour le concepteur. En 3D, cet exercice peut s'avérer complexe et requiert le développement d'outils d'aide à la conception adaptés.

Les dernières décennies ont vu l'avènement d'une multitude de méthodes de recherche de forme (ou "*form finding*") de type analytique, expérimentale et numérique [2]. L'objectif de ce projet consiste à dresser un état de l'art des méthodes existantes. Ensuite, au travers d'applications, on demande de mettre en lumière les principaux défis pour de futures recherches.



ww.sbp.de]

[www.rfr.fr]

[www.sbp.de]

Références

- [1] A. Eriksson, A. Gunnar Tibert, Redundant and force-differentiated systems in engineering and nature, *Comput. Methods Appl. Mech. Engrg.* 195 (2006) 5437-5453.
- [2] R. M. O. Pauletti, P M. Pimenta, “The natural force density method for the shape finding of taut structures”, *Comput. Methods Appl. Mech. Engrg.* 197 (2008) 4419-4428.

Les techniques d’auscultation non destructive des constructions en béton par la mesure des ultrasons en vue de déterminer les propriétés mécaniques au jeune âge

Responsables : Stéphanie Staquet - sstaquet@ulb.ac.be
Ameur Hamami - Ameur.El.Amine.Hamami@ulb.ac.be
Jérôme Carette - Jerome.Carette@ulb.ac.be

L’auscultation in situ de l’apparition et du développement de fissuration au sein de structures en béton constitue un enjeu majeur pour la prédiction de la durabilité des ouvrages. De plus, l’auscultation en temps réel du développement des propriétés mécaniques au très jeune âge du béton apparaît comme une donnée essentielle vis-à-vis de l’évaluation du risque potentiel de fissuration de la structure en béton suite à l’apparition de contraintes de traction trop sévères au sein du matériau et ce, en particulier, au très jeune âge.

Le projet consistera en la réalisation de mesures par ultrasons en vue de déterminer l’évolution du module d’élasticité et du coefficient de Poisson dès la prise de mortiers et de bétons. Une attention particulière sera apportée à la détection de l’instant de la prise du béton ainsi qu’à l’influence du type de granulat et du degré de saturation des granulats sur le développement des propriétés mécaniques au jeune âge.

Effet de la succion sur la stabilité des talus

Responsable : Bertrand François - bertrand.francois@ulb.ac.be

Dans beaucoup de situations les normes de dimensionnement des talus (routiers ou ferroviaires, par exemple) sont beaucoup trop sécuritaires car elles se placent dans le cas extrêmement défavorable d'un massif de sol complètement saturé. En pratique, les couches superficielles de sol sont souvent non-saturées, surtout si un système de drainage efficace est mis en place. La désaturation du matériau produisant une augmentation drastique de la résistance, les talus sont donc généralement bien plus stables que ce qui est prédit par les normes.

L'objectif de ce travail est de déterminer les caractéristiques de résistance au cisaillement d'un sol à différents niveaux de succion en laboratoire (via des essais de cisaillement direct) et d'en déduire le gain de résistance obtenu sur différents cas type de talus via des calculs de stabilité de talus. Ces calculs seront effectués avec des outils numériques relativement conventionnels, tel qu'utilisés dans l'ingénierie. Néanmoins, l'originalité résidera dans la prise en compte du gain de résistance lié à la succion dans le massif.

Ce travail allie donc une partie expérimentale et une partie numérique, la première étant nécessaire pour alimenter le modèle numérique développé dans une deuxième étape.