

UR NAVIER

mécanique – physique
(matériaux / sols / structures / fluides)

UR NAVIER

Unité de recherche Navier

Université Paris-Est

Laboratoire commun

- École des Ponts ParisTech
- LCPC

UR Navier

École des Ponts ParisTech

6/8 av Blaise-Pascal

Cité Descartes - Champs-sur-Marne

77455 Marne-la-Vallée cedex 2

Tél. : 01 64 15 37 27

Fax : 01 64 15 37 41

<http://navier.enpc.fr>

LCPC

58 bd. Lefebvre

75732 Paris cedex 15

Tél. : 01 40 43 50 00

Fax : 01 40 43 54 98

<http://www.lcpc.fr>

Directeur : Olivier Coussy

Secrétaire générale : Adélaïde Féraïlle

Directeur délégué UMR 113 : Philippe Coussot

Secrétariat : Nadine Catoire

Effectifs (152)

47 chercheurs*

63 doctorants

16 post-doctorants

26 ingénieurs, techniciens et administratifs

Éditorial

L'unité de recherche Navier, créée le 1^{er} janvier 2007, vient de fêter ses deux ans d'existence. Si 2007 a été une année de mise en place, 2008 a été une année de profonde réorganisation. Résultat de la fusion de trois laboratoires, l'UR Navier est maintenant formée de sept équipes, dont les intitulés courts sont : « Géotechnique », « Dynamique », « Structures hétérogènes », « Micromécanique », « Rhéophysique », « Milieux poreux », « Imagerie et matériaux ». Associant une cinquantaine de chercheurs permanents, ces équipes mènent des recherches de base sur la mécanique et la physique des matériaux et des structures et sur leurs applications à la géotechnique, au génie civil, à la géophysique et à l'exploitation pétrolière. Les différents thèmes de recherche de l'UR se retrouvent dans l'intitulé de ses équipes constitutives. Leurs enjeux sociétaux concernent la construction durable, les risques naturels, l'environnement et l'énergie. Les études entreprises pour établir les lois mécaniques et physiques relatives à ces thèmes sont à la fois expérimentales et théoriques ; elles s'appuient sur des équipements variés et dont certains sont uniques en leur genre.

La fin de l'année 2008 a été consacrée à la préparation de l'évaluation du laboratoire par l'Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (AERES). Cette préparation a été l'occasion de jeter un regard approfondi sur les quatre années passées et de préparer l'avenir. Le bilan est encourageant à plus d'un titre. Ces quatre dernières années, les laboratoires réunis dans l'UR Navier et celle-ci en tant que telle ont publié deux cent cinquante-deux papiers répertoriés dans l'ISI *Web of knowledge*. Ils ont participé à vingt opérations de recherche du LCPC, à trois projets du pôle de compétitivité du site, à trois projets nationaux, douze projets de l'ANR, à trois GdR et un CPR du programme matériaux du CNRS, à huit projets européens. L'UR Navier a organisé vingt *workshops et symposiums* internationaux. Les travaux de plusieurs de ses chercheurs ont été couronnés par des prix. Dans le cadre de la Fédération francilienne de mécanique et Procédés, fédération des laboratoires CNRS de mécanique de l'Île-de-France, l'UR Navier a également participé à deux projets SESAME couronnés de succès. Le plus récent, signé l'année dernière avec la région et dont l'établissement porteur principal est l'École des Ponts ParisTech, est un projet ambitieux de microtomographie. Pour intégrer ce nouvel équipement, l'équipe « IRM » du laboratoire s'est transformée en équipe « Imagerie et Matériaux » et a accueilli deux nouveaux chercheurs permanents. La microtomographie est un projet commun à l'ensemble du laboratoire. Elle permettra de sonder à l'échelle micrométrique les matériaux du génie civil quelle que soit leur nature, aussi bien l'eau dans les interstices d'un milieu granulaire, que la colle dans un dispositif mixte bois-béton, avec pour seule limite l'imagination des chercheurs...

Olivier COUSSY
Directeur de l'UR Navier

* dont trois chercheurs à temps partiel et un chercheur émérite

BILAN QUALITATIF

Faits marquants

L'UR Navier a vu son effectif augmenter avec l'arrivée dans l'équipe « Physique et mécanique des milieux poreux » d'Éric Lemarchand, chercheur CNRS, ainsi que celle de David Hautemayou, ingénieur de recherche CNRS dans l'équipe technique transversale de l'UMR 113. L'année 2008 a vu la création de cette équipe transversale, spécialisée dans la mise au point de dispositifs originaux dans un grand équipement (IRM). Elle pourrait apporter son savoir-faire aux développements analogues dans le microtomographe. Trois habilitations à diriger les recherches ont été soutenues : François Chevoir, Teddy Fen Chong et Boumédiène Nedjar. Deux ouvrages de la collection Études et recherches des LPC ont été publiés : François Chevoir, *Écoulements granulaires*, SI 18 et Pierre Argoul, Nelly Point et Guillaume Dutilleul, Problèmes inverses en génie civil - Série Sciences pour le génie civil - SI 15. Un nouveau procédé de collage (plat composite – béton) s'appuyant sur une optimisation de la forme du joint collé a été développé et a donné lieu à une proposition de brevet.

De nouveaux projets en partenariat ont démarré :

- projet DÉCID2 (Démonstrateur en matériaux Composites Intelligents avec Double capacité *in-situ* du Diagnostic de santé structurale en continu par fibres optiques et capteurs ultrasoniques) sur les fonds FUI des pôles de compétitivité [partenariat avec les Pôles Génie Civil de l'Ouest (PGCO) et Ensembles Métalliques et Composites (EMC2)];
- projet « Passerelle » de trois ans financé par l'Institut Carnot VITRES qui consiste à développer un prototype de passerelle en matériaux composites ;
- projet SN2C de trois ans (Simulation Numérique pour la Conception de Chaussures), labellisé par le pôle de compétitivité SOPORALTEC financé par le Fonds de compétitivité des entreprises (il s'agit d'améliorer la conception de chaussures par une modélisation des interactions pied / chaussure / sol).

Enseignements

Les équipes de l'UR Navier ont la responsabilité des cours de mécanique, physique et géotechnique de l'École des Ponts ParisTech ; elles les délivrent principalement au sein des départements « Génie civil et construction » et « Génie mécanique et matériaux ».

Les membres de l'équipe sont également chargés de cours dans d'autres écoles d'ingénieur (École Polytechnique, ENSTA, École des Ingénieurs de la Ville de Paris, École spéciale des travaux publics, etc.) des écoles d'architecture, à l'université et au CNAM. Les équipes sont particulièrement impliquées dans les formations de 3^e cycle et plus particulièrement dans les masters : « Mécanique des matériaux et des structures », « Mécanique des sols des roches et des ouvrages dans leur environnement » et « Science des matériaux pour la construction durable ».

Par ailleurs, R. Frank est responsable du mastère « Génie civil européen » de l'École des Ponts ParisTech.

Collaborations internationales

L'UR Navier entretient et développe de nombreux échanges internationaux, dont certains dans le cadre de programmes européens ou bilatéraux, et il accueille régulièrement des étudiants de divers pays (stages, doctorants, post-doctorants). Les liens internationaux sont illustrés par la participation aux jurys de thèses à l'étranger et par des publications communes avec des collègues étrangers.

Les réseaux de recherche et de formation actifs en 2008 sont les suivants :

- MUSE sur les sols non saturés (RTN, onze partenaires académiques et industriels de cinq pays) ;
- ALERT Geomaterials (vingt universités européennes) ;
- projet TIMODAZ : étude de l'impact de la température sur la zone endommagée par l'excavation dans les stockages profonds de déchets radioactifs ;
- projet bilatéral CEDRE avec le Liban sur les sols hétérogènes et les versants et talus instables ;
- projet bilatéral PLATON avec la Grèce sur les monuments archéologiques ;
- projet européen GeoExcel de coopération Europe-Amérique Latine, animé par Stratclyde University (Espagne, France, Italie, Royaume-Uni, avec le Mexique, le Brésil et l'Argentine).

L'UR Navier entretient des coopérations avec, entre autres, l'université de Barcelone, l'université d'Athènes, le Politecnico di Torino, l'université de Calabre, le laboratoire Lagrange, l'USTB Alger, l'université de Duisburg Essen, l'université de Séville. Par ailleurs, l'UR Navier, au travers de son équipe géotechnique, collabore avec diverses institutions chinoises sur les sols non saturés : l'université de Tongji, l'institut de mécanique des sols et des roches de Wuhan, l'académie des sciences chinoise, l'université des Trois Gorges, l'université de Wuhan et l'université du Sud-Est à Nanjing.

En 2008, R. Frank a poursuivi ses activités de vice-président pour l'Europe de la Société internationale de mécanique des sols (ISSMGE) (avec un investissement important dans l'organisation de la XVI^e Conférence européenne de mécanique des Sols à Madrid) et ses activités liées à la mise en œuvre des « Eurocodes structuraux » (Eurocode 7 sur le « Calcul géotechnique »).

Axes de recherche

1. Équipe « Géotechnique »

- 1.1 Interactions sol-structure
- 1.2 Couplages dans les géomatériaux
- 1.3 Sols et roches granulaires

2. Équipe « Dynamique des structures et identification »

- 2.1 Vibrations de structures
- 2.2 Identification dynamique
- 2.3 Problèmes divers en dynamique

3. Équipe « Comportement des structures hétérogènes »

- 3.1 Structures et matériaux innovants
- 3.2 Multicouches
- 3.3 Modélisation et changement d'échelle

4. Équipe « Micromécanique et calcul des structures »

- 4.1 Ouvrages et structures de génie civil
- 4.2 Micromécanique des milieux poreux et hétérogènes

5. Équipe « Physique et mécanique des milieux poreux »

- 5.1 Écoulements et transports
- 5.2 Changements de phase

6. Équipe « Rhéophysique des pâtes et milieux granulaires »

- 6.1 Pâtes
- 6.2 Suspensions non colloïdales
- 6.3 Matériaux granulaires

7. Équipe « IRM »

- 7.1 Vélométrie par IRM
- 7.2 Matériaux poreux

1. Équipe « Géotechnique »

1.1 Interactions sol-structure

La recherche dans les interactions sol-structure s'attache à quatre sujets : le comportement des interfaces, la modélisation numérique et physique de fondations, la modélisation du comportement dynamique de l'interaction, le renforcement des sols.

Comportement des interfaces

Alain Corfdir, Georg Koval

G. Koval a soutenu en 2008 sa thèse menée en collaboration avec les équipes « Pâtes et milieux granulaires » (F. Chevoir, J.-N. Roux) et « IRM ». Ces travaux en cours de valorisation par des publications ont permis pour la partie expérimentale à l'ACSA de proposer une description fine du cycle de cisaillement, très sensible à la rugosité de l'interface qui conditionne l'évolution des paramètres caractéristiques.

Modèles physiques et numériques pour le calcul des fondations

Roger Frank, Yosra Bouassida

Une thèse CIFRE (Y. Bouassida) consacrée à l'étude du comportement des dallages a démarré en octobre 2006 avec la Fédération française du bâtiment et le groupe Eiffage construction (P. Vezole). Le but de cette recherche est de mettre au point un outil pratique de calcul des dallages non armés. Des calculs aux éléments finis sont élaborés et menés, à l'aide des codes ASTER d'EDF et CESAR-LCPC, dans le but d'identifier les principaux paramètres de dimensionnement.

La thèse de B. Tali a démarré en octobre 2008 dans le cadre du projet ANR SOLCYP consacré à l'étude du comportement des pieux sous sollicitations cycliques. À partir d'une modélisation physique du chargement cyclique d'un pieu en chambre d'étalement, on vise à étudier et quantifier les phénomènes de dégradation du frottement latéral d'interface sous sollicitations cycliques, dans le cas des sables et des argiles, en vue d'élaborer des lois de dégradation pouvant être prises en compte dans les méthodes de dimensionnement simplifiées.

Renforcement et amélioration des sols

Jean Canou, Jean-Claude Dupla, Anh-Quan Dinh

Les recherches (thèse de A.-Q. Dinh) s'inscrivent dans le cadre du projet national ASIRI sur l'amélioration des sols médiocres par inclusions rigides verticales. L'objectif est d'étudier, à partir d'un modèle physique 3D, les mécanismes de transfert d'effort entre la superstructure et le sol renforcé par l'intermédiaire d'un matelas de transfert, et de mettre en évidence l'influence des paramètres significatifs (caractéristiques et épaisseur du matelas de transfert, taux de recouvrement, niveau de chargement) en vue d'améliorer les méthodes de dimensionnement de ces structures.

Corrosion des armatures

Alain Corfdir, Truong-Linh Chau

Le travail sur la corrosion des armatures, soutenu par Terre Armée, s'est développé selon deux axes : exploitation d'une base de données et simulation numérique (avec E. Bourgeois, MSRGI). La base de données a permis d'étudier la corrélation entre corrosion, résistance et ductilité. Une répartition type de corrosion a été bâtie. Le travail numérique a consisté en un premier test d'un modèle homogénéisé prenant en compte la non linéarité du sol, des armatures et de l'interface.

Méthodes et outils de calcul

Alain Corfdir

La collaboration avec l'UPEMLV (G. Bonnet) a été poursuivie (thèse M.-T. Nguyen) : une méthode de couplage éléments finis/éléments de frontière a été proposée avec un calcul direct de la matrice de rigidité.

Effet de site sismique

Behrouz Gatmiri, Pooneh Maghoul, Denis Duhamel

Les recherches sur la réponse sismique d'un site sous les effets topographique et sédimentaire ont été élargies dans le cadre de

la thèse de P. Maghoul aux sites non saturés, en collaboration avec l'équipe « Dynamique ». Dans un premier temps les solutions fondamentales pour les milieux polyphasiques ont été développées. L'intégration de ces solutions dans le code de calcul HYBRID (éléments-finis ; éléments-frontières) a été entreprise.

1.2 Couplages dans les géomatériaux

Les recherches sur les couplages thermo-hydro-mécaniques dans les géomatériaux multiphasiques sont menées en vue d'applications géoenvironnementales (confinement des déchets nucléaires, stockage de CO₂), ou relatives aux risques (effets de la sécheresse sur les bâtiments, stabilité d'anciennes carrières de craie), au génie civil (stabilité des voies ferrées sur le lœss) et agricole (compactage des sols par les engins agricoles) et la production d'énergie (craies pétrolifères, sédiments marins profonds, sols gazeux).

Stockage des déchets nucléaires

Yu-Jun Cui, Pierre Delage, Behrouz Gatmiri, Jean Sulem, Anh-Minh Tang, Chao-Sheng Tang, Chloé Arson, Mohammed Monfared, Merdok Mohajerani

Les recherches expérimentales et numériques réalisées sur le stockage à grande profondeur de déchets hautement radioactifs ont porté sur le comportement THM des barrières ouvragées (argilite broyée compactée) et géologiques (argiles de Boom, à Opalines et du Callovo-oxfordien).

Dans le cadre du projet européen TIMODAZ d'étude de l'impact de la température sur la zone endommagée par l'excavation dans la roche hôte (coordonné par Euridice, Belgique), on a développé un modèle d'endommagement en considérant les aspects phénoménologiques et micromécaniques (thèse C. Arson). L'intégration de ce modèle dans le code θ -STOCK a été poursuivie avec de premiers résultats encourageants de simulation d'essais de laboratoire. En parallèle, les travaux de la thèse de M. Monfared sur l'étude expérimentale et constitutive des couplages température / perméabilité / endommagement ont été consacrés au montage et à la mise au point d'une cellule triaxiale cylindrique creuse spécialement conçue pour le projet. Les étalonnages et les premiers résultats ont montré l'intérêt de ce système original pour le problème posé.

La thèse de M. Mohajerani consacrée à l'étude du comportement thermo-hydro-mécanique de l'argilite du Callovo-oxfordien de Bure avec le soutien de l'ANDRA se déroule en parallèle à la précédente, avec la fabrication engagée d'une cellule analogue. Par ailleurs, des travaux sont menés sur la détermination des caractéristiques poromécaniques de l'argilite et sur la pressurisation thermique.

Comportement des craies multiphasiques

Vincenzo De Gennaro, Pierre Delage, Jean-Michel Pereira, Ha-Dat Nguyen

Les recherches sur le comportement d'une craie d'une carrière peu profonde du Nord de la France sont conduites en collaboration avec l'INERIS dans le cadre de la thèse de H.-D. Nguyen (soutenance prévue début 2009). Les travaux expérimentaux et théoriques ont permis de vérifier l'effet des variations de satu-

ration tant sur la réponse mécanique instantanée (stabilité, effondrement) que sur la réponse différée (effet du temps, fluage, vieillissement).

Effets de la sécheresse sur les bâtiments

Yu-Jun Cui, Behrouz Gatmiri, Sahar Hemmati, An-Ninh Ta, Anh-Minh Tang

Les travaux s'inscrivent dans le cadre de quatre projets de recherche sur la sécheresse (Fondation MAIF, BRGM, ANR-RGCU et projet Île-de-France R2D2) et de l'opération 11Mo65 du LCPC.

La thèse de S. Hemmati a concerné, sur le plan expérimental, l'étalonnage du capteur Humitube du BRGM, afin d'interpréter les données du site de instrumenté de Mormoiron. Sur le plan numérique, l'interaction sol-végétation-atmosphère a été prise en compte dans une analyse couplée thermo-hydro-mécanique. L'implantation dans le code θ -Stock de modèles d'extraction d'eau par des systèmes racinaires et de modèles d'échanges sol-atmosphère avec et sans végétation a été poursuivie et validée de façon satisfaisante (effet du cycle de sécheresse et de la saison humide sur le retrait et le gonflement du sol) par rapport aux résultats du site de Mormoiron.

Afin d'approfondir la connaissance de l'interface sol – atmosphère, une chambre environnementale a été développée dans le cadre de la thèse d'A.-N. Ta. Après une phase d'infiltration d'une année, on commence à étudier l'évaporation maximale avec la présence d'une couche d'eau à la surface du sol. Cette étude sera suivie de l'investigation du comportement du sol au séchage proprement dit, avec une attention particulière accordée à la fissuration. L'ensemble des données permettra de valider un modèle d'évaporation développé en se fondant sur les résultats de la bibliographie.

Géotechnique ferroviaire et comportement des lœss

Jean Canou, Yu-Jun Cui, Pierre Delage, Jean-Claude Dupla, Jean-Michel Pereira, José Munoz, Anh-Minh Tang

Les recherches sur les instabilités de la ligne TGV Nord en zone de lœss (Picardie) ont concerné plusieurs aspects.

Afin de réduire le risque de liquéfaction des lœss sous sollicitation vibratoire ferroviaire, des travaux sont en cours sur l'optimisation de l'injection de coulis de renforcement dans ces sols. L'accent a été mis sur l'utilisation de nouveaux coulis, en particulier des coulis à base de nanosilice laquelle présente, une fois diluée, un pouvoir de pénétration important. L'étude a permis de mettre en évidence l'influence de paramètres significatifs (taux de dilution du coulis, teneur en eau initiale du lœss, etc.) sur la phase d'imprégnation, mais également sur l'évolution du module du cisaillement du sol au cours de la prise (mesures à l'aide de "bender elements").

Une recherche sur le comportement hydromécanique de plateformes ferroviaires anciennes (thèse CIFRE SNCF de V.-N. Trinh) est menée sur un sol intermédiaire (mélange de ballasts plus au moins usés et de sol naturel de support). La première année a été consacrée à la sélection des sites et des matériaux représentatifs, au développement de méthodes, de protocoles et de dispositifs spéciaux pour l'étude de matériaux assez spécifiques (colonne d'infiltration, moule de compactage, tendeur de membrane, cellule triaxiale, instruments de mesures, etc.).

La thèse de J. Muñoz (bourse Alâan de la CE) est consacrée à une étude fondamentale du comportement du loess de Picardie. Il s'agit de caractériser les effets de structure et de non-saturation sur le comportement mécanique d'un sol naturel. Une nouvelle cellule triaxiale avec un dispositif complet de mesures locales (déplacement, teneur en eau, succion) est en développement.

Géotechnique *offshore*

Vincenzo De Gennaro, Pierre Delage, Behrouz Gatmiri,
Jean-Michel Pereira, Ramasesha Lakshmikantha,
Hong-Viet Nguyen

Les travaux sur les sédiments marins grands fonds du Golfe de Guinée (thèse École des Ponts ParisTech-IFP de M.-H. Le en collaboration avec J.-F. Nauroy et le CLAROM) ont permis l'étude approfondie de leur comportement spécifique caractérisé par une forte plasticité et une certaine sensibilité. Un programme complet d'essais œdométriques et triaxiaux a permis d'identifier un comportement élasto-plastique typique des argiles structurées.

Les recherches visent également à développer des modèles d'analyse des risques liés à la production d'énergie et des risques géoenvironnementaux. Une étude expérimentale détaillée des propriétés mécaniques de trois sédiments marins du golfe de Guinée est en cours dans le cadre d'un projet CITEPH portant sur la définition d'un modèle théorique pour les sédiments marins profonds de l'Afrique de l'Ouest (collaboration avec B. Baudet, University College London). Une extension de l'étude théorique à l'évaluation des risques géotechniques liés à la présence de gaz dans les sédiments marins est aussi envisagée pour permettre l'élaboration d'un modèle de comportement adapté aux sédiments gazeux intégrant les effets de structure.

En parallèle, dans le cadre du *Joint Industrial Project (JIP) "Gassy Soils"* (avec IFREMER, FUGRO, soutenu par TOTAL, BP et EXXON-MOBIL) une étude expérimentale et numérique de trois sédiments océaniques de grands fonds en relation avec les risques liés aux sols gazeux est entreprise. Enfin, l'instabilité des pentes sous-marines dans des zones de forte activité sismique est abordée dans le projet ANR ISIS, coordonné par l'IFREMER (N. Sultan) avec FUGRO-France (A. Puech, M.-H. Le). L'intérêt se focalise sur les processus d'instabilité induits par la liquéfaction des sédiments saturés et gazeux, leur simulation physique à l'aide d'essais triaxiaux cycliques et leur modélisation.

Les risques géoenvironnementaux marins (instabilité des pentes, éruptions pendant les forages, tsunamis) sont souvent associés à la déstabilisation des hydrates de gaz. Dans la thèse de H.-V. Nguyen (en collaboration avec N. Sultan, IFREMER), on développe une approche théorique du phénomène de dissociation des hydrates de gaz méthane (90% des hydrates recensés). La modélisation numérique d'un certain nombre de cas réels (*e.g.* pénétration piézocône, pentes instables) sera effectuée, visant à quantifier le risque associé à la présence d'hydrates et à améliorer les méthodes de reconnaissance in situ et de prévision.

Stockage CO₂

Vincenzo De Gennaro, Jean Sulem, Sahar Ghabezloo

Une option actuellement évaluée pour la séquestration géologique du CO₂ concerne l'estimation de l'impact des microbes de sub-surface sur le processus de minéralisation du CO₂ dans les carbonates. Ces recherches ont commencé dans le cadre du pro-

jet ANR-CO₂ « Géocarbonate-carbonatation », coordonné par l'IPG Paris (B. Menez) et le LMTG Toulouse (P. Benezeth). Le renforcement mécanique dû à la biominéralisation des carbonates pourrait renforcer la stabilité mécanique des formations géologiques constituant des sites potentiels de stockage. Cet effet à moyen et long terme pourrait compenser partiellement ou totalement la dissolution et la compaction causées par l'acidification initiale consécutive à l'injection de CO₂ supercritique.

L'étude expérimentale et la modélisation numérique de la minéralisation des carbonates appliquée au stockage géologique du CO₂, mais aussi à la structuration des sols par (bio) carbonatation industrielle, font l'objet de la thèse de Q. Gautier, entreprise en 2008 en collaboration avec le LMTG Toulouse (P. Benezeth) et l'ICMCB Bordeaux (D. Bernard).

Le stockage et la séquestration de gaz à effet de serre et des gaz résiduels dans des réservoirs pétroliers nécessitent le contrôle de l'étanchéité du puits le long de l'interface entre le cuvelage et la gaine de ciment ou à travers le ciment lui-même. La thèse de S. Ghabezloo soutenue en septembre 2008 a permis de présenter des résultats nouveaux sur le comportement thermo-poromécanique d'un ciment pétrolier. Cette recherche en coopération avec la société TOTAL se poursuit avec la thèse d'H. Vu mise en route en octobre 2008

1.3 Sols et roches granulaires

Comportement mécanique des sables et des matériaux granulaires

Jean Canou, Jean-Claude Dupla, Khaldoun Karraz,
Bassel Seif El Dine

Le comportement mécanique des sables, des sols à granulométrie grossière et des ballasts est étudié sous des chargements monotones et cycliques afin de comprendre les mécanismes qui contrôlent la déformation et la densification.

La thèse de K. Karraz sur le comportement mécanique de microballast a été soutenue le 12 décembre 2008. Elle a permis en particulier d'évaluer la réponse du matériau, testé dans un appareil triaxial de grandes dimensions, sous un très grand nombre de cycles.

Dans le cadre de l'ANR Belle-Plaine sur l'étude de la liquéfiabilité d'un site sableux sismique à la Guadeloupe (site de Belle-Plaine), on a réalisé à l'aide d'essais triaxiaux cycliques la caractérisation des propriétés de liquéfaction des sols du site (courbes de résistance à la liquéfaction du sol intact comparée à celle de deux sols reconstitués à partir des composants du sol naturel, sable et fines).

La thèse de X. Clain sur l'écoulement de fluides à seuil dans des matériaux poreux modèles (collaboration P. Coussot et MSRGI - C. Chevalier) vise à élaborer pour les fluides à seuil une loi d'écoulement analogue à la loi de Darcy. Des essais sont actuellement réalisés sur le dispositif d'injection du CERMES. On s'intéresse à l'influence de différents paramètres (pression d'injection, débit d'injection, porosité du milieu poreux, etc.) sur les caractéristiques d'écoulement du fluide. Des essais d'injection seront en parallèle réalisés dans l'IRM.

La thèse d'I. Andria-Ntoanina est menée en co-encadrement avec le LCPC (MSRGI et RMS en centrifugeuse) afin d'étudier, de manière comparative, les propriétés dynamiques de sables de référence (Hostun, Fontainebleau et Toyoura) mesurées sur différents dispositifs (triaxial de précision, colonne résonnante) avec application à la réponse sismique de massifs de sable étudiée en centrifugeuse.

Rhéologie des failles

Alain Corfdir, Jean Sulem, Younès Messen

L'étude du comportement des failles porte sur le rôle de la loi de frottement dans les mécanismes de nucléation des séismes et le rôle de la circulation des fluides et des couplages thermo-hydro-mécaniques dans les processus de rupture lors des tremblements de terre.

L'Appareil de Cisaillement Simple Annulaire du CERMES (ACSA) permet de réaliser des expériences de cisaillement avec de grands déplacements. La thèse de Y. Messen, en collaboration avec l'IPGS (J. Schmittbuhl) et avec le soutien de l'INSU, a pour objectif d'approfondir certains aspects de la nucléation des séismes : effet du relâchement des contraintes, effet de la variation de confinement, évolution de la perméabilité du matériau dans la bande de cisaillement.

Mécanique des failles : couplages THCM dans les glissements sismiques

Lors d'un glissement sismique, la chaleur produite le frottement conduit à une augmentation de température et de pression fluide conduisant à une réduction de la résistance au glissement de la zone cisailée. L'augmentation de température peut conduire à une décomposition minérale qui affecte la pressurisation thermique. On a développé une modélisation des phénomènes de production de CO₂ lors d'un glissement sismique en milieu carbonaté (collaboration avec l'Institut de Physique du Globe de Paris, V. Pamin). On a mis en évidence qu'au cours d'un séisme une quantité de CO₂ de plusieurs milliers de tonnes peut être dégagée en quelques secondes.

Tunnels en terrains tectonisés

Une recherche (thèse de T. M. Vu en coopération avec le CETU) sur le creusement des tunnels en terrains fortement tectonisés (liaison ferroviaire Lyon-Turin) est basée sur la caractérisation du comportement mécanique de ces terrains à partir de l'exploitation des données géologiques (sondages, levés de front, etc.) et d'auscultation en cours de creusement (convergences, pressions dans le soutènement, etc.). Une collaboration avec le LRPC de Toulouse sur le comportement des tunnels en milieu fracturé (thèse de T. T. N. Hoang) comprend une étude en laboratoire du comportement de la matrice rocheuse et des discontinuités sous différents chemins de contraintes pour l'application au tunnel de Saint-Béat.

Approche multi-échelles des structures de blocs rocheux : application aux structures de maçonnerie

L'homogénéisation des structures de blocs rocheux par un modèle de Cosserat tridimensionnel est entreprise en collaboration avec l'université technique d'Athènes (thèse de I. Stefanou,

co-direction I. Vardoulakis). Le caractère tridimensionnel du modèle de comportement permet de rendre compte des mécanismes de torsion du mur. Le modèle obtenu a été validé en élasticité par la comparaison des fonctions de dispersion. Il a été étendu au cas du comportement non-linéaire par la formulation des critères de rupture correspondant aux différents mécanismes de ruine : rupture des joints, basculement des blocs et rupture des blocs.

2. Équipe « Dynamique des structures et identification »

2.1 Vibrations de structures

Vibrations et amortissement des passerelles souples

Chercheurs : Silvano Erlicher, Pierre Argoul

Doctorant : Joanna Bodgi, Philippe Pecol, A. Trovato

Les passerelles piétonnes, légères et élancées, sont très souvent enclines aux phénomènes de vibrations dues aux sollicitations piétonnes. Ainsi, elles peuvent être sujettes à des vibrations latérales fortes sous l'effet d'une foule dense les traversant comme pour les passerelles du *Millenium* et de Solférino. On a noté que la foule en marche exerce sur la passerelle une force latérale avec une fréquence proche du Hz, et proche de la fréquence propre du premier mode latéral de la passerelle. On a aussi observé un phénomène de synchronisation de la marche entre les piétons, augmentant l'amplitude de la force latérale. Les piétons perçoivent alors les vibrations de la passerelle dont le comportement est peu amorti et vont modifier leur façon de marcher pour garder leur équilibre, d'où un couplage foule-structure. La thèse de J. Bodgi sur ce sujet a été soutenue en septembre 2008. La recherche a concerné les vibrations latérales des passerelles piétonnes lorsqu'elles sont traversées par une foule de piétons et la modélisation du phénomène de synchronisation. Plusieurs modèles couplant deux systèmes, le premier lié à la foule et le deuxième à la passerelle, ont été étudiés. Les efforts se sont concentrés sur un modèle fondé sur l'étude macroscopique du flux de piétons, dans lequel le comportement de la foule est considéré comme celui d'un fluide compressible avec prise en compte du phénomène de synchronisation sous forme d'une équation différentielle non linéaire. Plusieurs communications nationales et internationales ont été acceptées. Ce thème est poursuivi par le lancement en octobre 2008 de la thèse de P. Pecol dont le but est de prendre en compte des modèles de vibrations plus complexes pour les passerelles et de modéliser la foule par un milieu discret.

Bruit de pneumatiques

Chercheurs : Denis Duhamel, Silvano Erlicher, Hai-Ping Yin, Pierre Argoul

Doctorants : Hong-Hai Nguyen, Rabie Meftah

Le bruit de contact pneumatique/chaussée est à l'heure actuelle la première source de bruit du trafic routier hors agglomération. La problématique générale de ce thème est donc la compréhension et la modélisation du bruit engendré par un pneumatique roulant sur une chaussée. Le problème peut être décomposé en une excitation qui trouve son origine dans la zone de contact et qui ensuite se transforme en vibration et en son rayonné.

Les travaux de l'équipe en 2008 se sont surtout concentrés sur l'aspect « vibration du pneumatique ». Les phénomènes de contact sont traités en collaboration avec la section acoustique du LCPC/Nantes. Dans ce cadre, la thèse de H.-H. Nguyen, soutenue en décembre 2008, a eu pour but d'exploiter un modèle numérique dynamique de structure périodique pour le calcul des vibrations d'un pneumatique. Il est possible ainsi d'avoir un gain considérable en vitesse de calcul dans la modélisation des vibrations à moyenne et haute fréquence (500-5 000 Hz). Une des difficultés rencontrée est l'identification des comportements des matériaux constitutifs d'un pneumatique. Ensuite, les résultats sont introduits dans le modèle éléments finis périodique pour le calcul des fonctions de réponse en fréquence de la structure. Ce thème sera poursuivi par la thèse de R. Meftah commencée en octobre 2008. Il s'agit d'obtenir la fonction de Green temporelle du pneumatique pour l'introduire ensuite dans un modèle de contact lors du roulement sur une chaussée rugueuse.

Dynamique des structures périodiques

Chercheur : Denis Duhamel

Doctorant : Rabie Meftah

Ce travail est issu du thème « bruit des pneumatiques » mais conduit à des résultats plus généraux. Il s'agit essentiellement de coupler des méthodes de type propagation d'ondes avec des calculs par éléments finis. Cette approche a concerné l'étude des guides d'onde périodique puis les fonctions de Green de milieux linéaires quelconques homogènes ou périodiques à partir d'un modèle « éléments finis » d'une seule période de la structure. Une autre extension traitée est la détermination de conditions aux limites absorbantes pour des modèles « éléments finis » de milieux non bornés. Une approche très générale a pu être mise en œuvre et a été validée dans quelques cas simples. Les perspectives envisagées sont l'utilisation de ces méthodes pour le calcul de structures en moyennes fréquences par utilisation de bases d'ondes au lieu des fonctions polynomiales classiques de la méthode des éléments finis.

2.2 Identification dynamique

Ce thème regroupe différentes techniques permettant l'identification de propriétés mécaniques de structures à partir du traitement de signaux produits lors de différents types d'excitations de la structure.

Identification de structures avec non-linéarités hystérétiques

Chercheur : Silvano Erlicher

Les modèles d'hystérésis sont caractérisés par un comportement indépendant de la vitesse. Ils sont utilisés, entre autres, pour représenter de manière simplifiée le comportement cyclique de structures et/ou de joints structurels pour des applications de génie civil. L'identification des paramètres de ces modèles est un thème de recherche récent et très important dans le domaine plus large de l'identification des structures. L'équipe « Dynamique et identification » a abordé ce problème en utilisant une technique d'identification « temps-fréquence » fondée sur la *Short-Time Fourier Transform* (STFT) et les séries de Volterra. La recherche menée cette année porte plus particulièrement sur la prise en compte des dégradations de structures. Cette recherche est menée dans le cadre d'une collaboration internationale engagée

avec le Politecnico di Torino (Italie). En 2008, un article a été soumis à l'*International Journal of Structural Health Monitoring*.

Méthodes d'identification modale

Chercheurs : Silvano Erlicher, Pierre Argoul, Hai-Ping Yin

Doctorant : Safia Bedaoui

L'identification modale consiste à déterminer les paramètres modaux tels que les fréquences propres et les valeurs d'amortissement associées à partir des réponses dynamiques de structures. Pour un mode isolé, l'amortissement est sensiblement égal à la demi-largeur de bande, mesurée sur la courbe représentant le module d'une fonction de réponse en fréquence à la hauteur de la demi-puissance. Cette méthode est peu précise, voire inapplicable pour les modes dont les fréquences propres sont proches, surtout si l'amortissement est fort. Dans ces cas, on propose de déterminer la largeur de bande à une hauteur plus élevée, de la puissance deux tiers ou quatre cinquième. La formule reste simple, mais la précision peut être améliorée de façon significative comme le montre l'application aux données analytiques et expérimentales des fonctions de réponse en fréquence. Un article incluant ces résultats a été proposé au journal *Mechanical Systems and Signal Processing*. On a aussi découvert que la méthode peut être simplifiée plus encore si l'on choisit deux fréquences, l'une inférieure et l'autre supérieure à la fréquence propre, et si l'on remplace dans la formule de la largeur de bande, le rapport de puissance et la largeur de bande respectivement par la valeur moyenne des rapports de puissance en ces deux fréquences et la distance entre celles-ci. L'avantage est évident car la détermination de la largeur de bande est une opération délicate si le nombre de points autour de la fréquence propre d'un mode n'est pas suffisant, ce qui est souvent le cas pour les modes faiblement amortis.

Une autre méthode mise au point qui s'avère efficace pour estimer les paramètres modaux est la formulation des différences finies. Les formules quatre points et les formules cinq points ont été établies. L'application de ces formules aux données analytiques et expérimentales montre que les formules « quatre points » et les formules « cinq points » en particulier sont nettement plus précises que les formules « deux points » et les formules « trois points » si l'amortissement est fort. Toutefois, le choix des données est plus délicat pour ces formules.

La méthode d'identification modale à partir des réponses libres de structures utilisant la transformation en ondelettes a été améliorée (choix optimisé du facteur de qualité donnant une « meilleure » résolution temps-fréquence pour l'identification des paramètres modaux) et étendue au cas de structures avec amortissement non proportionnel. À partir d'analyses numériques et d'essais dynamiques (appliqués au cas des vibrations libres d'une plaque en Plexiglass), on a pu montrer l'efficacité des ondelettes dans l'identification des formes modales complexes et des taux d'amortissement très élevés (jusqu'à 30 %). La Transformée en Ondelettes Continue (TOC) est également proposée pour améliorer l'utilisation de la méthode « impact écho » afin de détecter des vides dans les gaines de précontrainte (projet RGCU ACTENA en collaboration avec O. Abraham RMS LCPC Nantes, et P. Roenelle, LRPC Lyon).

Capteurs longue base pour l'analyse dynamique des structures

Chercheur : Pierre Argoul

Le thème correspond au sujet de la thèse de G. Cumunel (directeur : P. Argoul, co-direction S. Lesoille (MI-LCPC)) sur l'emploi de capteurs longue base pour l'évaluation dynamique de structures, soutenue en 2008. Le calcul formel de la mesure effectuée par les capteurs à fibre optique de longue base de mesure continûment attachés montre que leur réponse dynamique dépend des non-linéarités géométriques de la structure. Si celles-ci ne sont plus négligeables, les transformées de Fourier des signaux de mesure des capteurs à fibre optique contiennent à la fois les fréquences propres de la structure (observées également par la transformée de Fourier de mesures accélérométriques), et des fréquences supplémentaires, combinaisons des précédentes. L'amplitude de ces pics dépend des non-linéarités géométriques, de la longueur et de l'emplacement des capteurs. Ainsi, ces capteurs constitueraient un bon outil pour détecter des non-linéarités géométriques. Plusieurs communications et une publication ont valorisé ces résultats.

Synthèse pour le génie civil

Chercheurs : Pierre Argoul, Amina Alaoui, Nelly Point, Denis Duhamel, Silvano Erlicher, Hai-Ping Yin

Un ouvrage collectif dont l'objectif premier est d'établir un état de l'art sur différentes techniques inverses utilisées au LCPC et sur les applications de ces méthodes au génie civil a été rédigé en 2008. Il a été publié en 2009.

Identification de matériaux magnéto-rhéologiquesChercheurs : Pierre Argoul
Postdoctorant : Corinne Rouby

C'est un projet de recherche commune du LaMCoS de l'INSA de Lyon et du laboratoire. On cherche à développer une méthode d'identification en associant les approches et expériences des deux équipes dans le domaine de l'identification à temps continu et des ondelettes. Les applications immédiates de cette méthode sont dans le domaine de la caractérisation du comportement non linéaire de composants mécaniques intégrant des matériaux pilotables comme les fluides électro ou magnéto-rhéologiques, caractérisation nécessaire à la validation de modèles multi physiques et au contrôle précis du comportement de ces composants.

Identification des caractéristiques mécaniques des différentes couches d'une chaussée aéronautiqueChercheur : Pierre Argoul
Post-doctorant : Fabio Minghini

Cette recherche est menée en collaboration avec le Service technique de l'aviation civile. Elle traite de l'auscultation des chaussées aéronautiques au moyen d'un déflectomètre à masse tombante. À partir des réponses en déplacement en plusieurs points de la chaussée, on cherche à produire une méthode d'identification des caractéristiques mécaniques des différentes couches de la chaussée instrumentée. Deux modèles linéaires pour les couches de chaussée ont été étudiés : le modèle de Burmister sans introduction d'amortissement et une modélisation « éléments finis » à l'aide du logiciel aux « éléments finis » CESAR – LCPC avec prise en compte d'un amortissement couplé de type

Rayleigh. On s'intéresse en particulier à l'influence de l'amortissement, à la détermination de la profondeur de substratum à partir de l'analyse dynamique des signaux, mais aussi au choix du critère à optimiser, ainsi qu'aux conditions initiales des procédures itératives d'optimisation.

2.3. Problèmes divers en dynamique**Soudure par ultrason**Chercheurs : Denis Duhamel, Silvano Erlicher
Doctorant : Duc Ha Minh

La thèse CIFRE de Duc Ha Minh porte sur la soudure par ultrason. Il s'agit de modéliser le processus de soudure et d'apporter une optimisation des processus actuellement utilisés. Le projet est mené en collaboration avec Airbus/Nantes et la société SONIMAT.

Exploitation de courbes de force dans un essai de microscopie de force atomique

Chercheurs : Pierre Argoul, Silvano Erlicher

La microscopie à force atomique, introduite dans la fin des années 1980 dans les laboratoires de recherche, permet de caractériser des objets nanométriques. Elle consiste à observer, à proximité d'une surface, la déformation d'une micro poutre console à l'extrémité de laquelle se trouve une pointe de dimension nanométrique. Lorsque la nano pointe se rapproche de la surface, la déformation de la poutre est mesurée en fonction de l'altitude de l'échantillon monté sur un socle piézoélectrique, par déflexion d'un faisceau laser. Les courbes obtenues, appelées courbes de force, permettent de reconstruire une image de la rugosité nanométrique de la surface. Une collaboration de recherche est en cours avec le laboratoire de physique de l'ENS de Lyon. Elle sera étendue en 2009 dans le cadre du programme franco-libanais CEDRE (École des Ponts ParisTech, ENS Lyon, université Saint-Joseph à Beyrouth).

Comportement de matériaux discretsChercheurs : Karam Sab, Denis Duhamel
Doctorant : Mohammad Hammoud

La thèse de M. Hammoud vise à mettre en œuvre des méthodes numériques pour traiter des problèmes couplés entre milieux continus et milieux discrets pour le calcul de structures en dynamique. Un modèle continu peut effectivement suffire dans les zones où la variation des champs est régulière, alors qu'un modèle discret est nécessaire quand la variation est plus rapide. L'utilisation du modèle le plus adapté dans chaque partie de la structure permet un calcul précis en réduisant l'effort global de calcul. Des problèmes importants à résoudre concernent le raccordement des deux modèles et le choix automatique des zones à modéliser en discret et en continu.

Modèles d'hystérésis pour les matériaux et les structures

Chercheur : Silvano Erlicher

Deux publications faisant le bilan de travaux antérieurs sur ce sujet ont été acceptées en 2008 dans le *Journal of engineering mechanics* de l'ASCE.

Méthodes géométriques en mécanique

Chercheur : Dominique Chevallier

Les recherches actuelles concernent la mécanique des systèmes déformables et plus particulièrement les applications de la géométrie différentielle (groupes de Lie, espaces fibrés principaux, connections) à l'analyse de la structure des systèmes d'équations régissant la dynamique de ces systèmes.

Ces travaux sont effectués pour une part en relation avec des collègues du Centre de calcul de l'Académie des sciences de Russie. Un ouvrage collectif sur les méthodes géométriques en mécanique et en physique théorique est en préparation, auquel participe un collègue de Pologne (J. Slawianowski de l'Institut de recherche technologique fondamental de Varsovie).

Les points principaux traités actuellement sont :

- 1) la dynamique des corps affinement déformables (un article récapitulatif de l'ensemble des travaux de ces dernières années de A. A. Bourov et D. Chevallier sur ce sujet est paru fin 2008 dans *Reports on Mathematical Physics*;
- 2) les applications des groupes d'holonomie en dynamique. Ce second point permet par exemple, d'étudier qualitativement des problèmes de contrôle de l'orientation dans l'espace des systèmes déformables libres sous l'action des seules forces intérieures (un article à ce sujet doit paraître dans un ouvrage collectif en mémoire de V. V. Rumjantsev).

3. Équipe « structures hétérogènes »

L'objectif général de l'équipe est d'étudier et de concevoir de nouvelles structures et des nouveaux matériaux du génie civil plus respectueux de l'environnement. L'activité est structurée en deux axes à finalité propre et un axe transversal.

Un premier axe « structures et matériaux innovants » est dédié à la prospection des utilisations pertinentes des matériaux composites et du bois dans le génie civil, ainsi que l'étude de nouveaux matériaux plus respectueux de l'environnement.

Actuellement, deux types d'application avec des matériaux composites sont étudiés : les couvertures en *grid shell* et les passerelles tout-composite. Par ailleurs, on étudie la possibilité d'associer le bois aux matériaux cimentaires et aux composites pour des ouvrages innovants. En effet, on peut penser que le bois est moins agressif pour la nature que les autres matériaux usuels du génie civil. Une telle intuition devrait être scientifiquement fondée et quantifiée à l'aide d'outils méthodologiques nouveaux à développer afin que puisse être pris en compte, dès la conception et le dimensionnement, l'impact des matériaux et des structures sur l'environnement. Une telle démarche est souvent désignée par « éco-conception ».

L'axe « multicouches » est dédié à l'étude du comportement mécanique et des modes de rupture à la fois complexes et spécifiques (concentration de contrainte aux interfaces, décohesion, etc.) des structures et matériaux multicouches. Actuellement, plusieurs sujets sont abordés : la réparation ou la requalification des structures existantes (ponts, chaussées, poteaux, maçonnerie, etc.) grâce à de nouvelles techniques de renforcement, validées expérimentalement, ainsi qu'à de nouvelles méthodes de dimensionnement. Dans ce contexte, l'étude des assemblages collés et le développement de nouveaux systèmes d'ancrage revêtent une grande importance. Par ailleurs, fort de la compétence de l'équipe en matière de structures multicouches, on mène actuellement, en

partenariat avec la société Decathlon, un projet de recherche sur la caractérisation et la modélisation d'un système multicouche d'élastomères compacts en vue de mieux concevoir et d'optimiser les semelles de chaussures de course à pied.

Comme on le voit, l'association de différents matériaux dans la même structure est au cœur des problématiques décrites ci-dessus. L'axe « Modélisation et changement d'échelle » met l'accent sur les techniques d'homogénéisation et de calcul multi-échelle pour la prise en compte des hétérogénéités des matériaux et des structures (plaques périodiques, volume élémentaire représentatif et effets d'échelle, dynamique moléculaire, couplage discret-continu, etc.). Notons aussi la proposition de nouveaux modèles numériques qui viennent appuyer les recherches précédentes. L'équipe propose, en particulier, des modèles originaux dédiés aux structures multicouches (modèles de type M_4) et aux milieux renforcés de fibres.

3.1 Structures et matériaux innovants

Gridshells

Chercheurs : Olivier Baverel, Jean-François Caron

Doctorant : Lina Bouhaya

Quelques structures expérimentales de ce type avaient déjà été réalisées sur le *parking* de l'École des Ponts ParisTech et un premier code de calcul en grand déplacement des structures élançées avait été mis au point pour le dimensionnement. En 2008, on a travaillé sur les couvertures les plus adaptées à ces structures (une des structures a été couverte) et sur le perfectionnement des outils de calcul existants, notamment en optimisant la forme des mailles du *gridshell*. Signalons la participation au projet « Phosphore » pour la réalisation de la couverture d'une gare par Eiffel/Eiffage. Nous proposons une solution *gridshell* de 450 m par 150 m qui a su retenir l'attention de ces maîtres d'ouvrage et de l'architecte Buffi par son aspect innovant et performant. L'avant projet sommaire a été réalisé et une suite est envisagée.

Passerelles

Chercheurs : Olivier Baverel, Jean-François Caron

Dans le cadre des Pôles de compétitivité Génie Civil de l'Ouest (PGCO) et Ensembles Métalliques et Composites (EMC2), l'équipe participe au projet DECID2 (Démonstrateur en matériaux Composites Intelligents avec double capacité *in-situ* du diagnostic de santé structurale en continu par fibres optiques et capteurs ultrasoniques) inauguré en 2008.

Un autre projet « passerelle » de trois ans a aussi démarré en 2008, financé par l'Institut Carnot VITRES. Il s'agit de développer un prototype de passerelle en matériaux composites. L'idée est de réaliser en « vrai » une passerelle ou un petit pont en composite qui présenterait différentes innovations, structurelles et fonctionnelles.

Par ailleurs, une passerelle de type « câble tendu à mi-portée » a été réalisée dans nos locaux et Arcelor Mittal a financé un projet de passerelle métallique qui utilise ce procédé développé au départ pour les matériaux composites, mais qui moyennant de bons paramètres géométriques peut aussi trouver son intérêt dans l'acier.

Ouvrages utilisant le bois

Chercheurs : Jean-François Caron, Robert Le Roy, Karam Sab

Doctorant : Trung-Viet-Anh Nguyen

Dans la thèse de T.-V.-A. Nguyen (2006-2009), on cherche à optimiser l'usage du bois dans les ouvrages d'art. Notre analyse des modes de rupture d'éléments hybrides « bois-béton-carbone » essayés a mis en évidence la nécessité de chercher à renforcer le bois. Deux objectifs sont poursuivis. Le premier consiste à étudier l'effet d'un renforcement « léger » en flexion sur la dispersion des résistances, le second porte sur l'étude du renforcement au cisaillement. Les apports théoriques à produire toucheront le domaine des effets d'échelle dans le bois, en présence de renforcement, ainsi que la prise en compte de l'orthotropie du matériau à renforcer dans la modélisation.

Analyse du cycle de vie (ACV) des ouvrages d'art et éco-conception

Chercheurs : Adélaïde Féraïlle, Robert Le Roy

Doctorant : Wafa Belhak

L'éco-conception est un nouveau thème de l'équipe. Les recherches sur ce thème ont commencé il y a un an et tout reste à faire. Il s'agit d'élaborer une ACV (la plus exhaustive possible) des cycles de vie des matériaux utilisés dans les structures du génie civil (les ponts en priorité). À partir de cette analyse, il faut mettre au point une méthodologie qui nous permette d'accomplir une ACV des structures innovantes que nous proposons. Ainsi, on disposerait d'un outil scientifique nous permettant de qualifier l'impact des structures sur l'environnement dès leur conception. L'objectif de la thèse de W. Belhak commencée en 2008 est de développer des outils de décision à la commande d'ouvrages du point de vue environnemental. Nous avons déjà exploré les possibilités offertes par les algorithmes génétiques pour sélectionner les meilleures solutions respectant un cahier des charges mécaniques et minimisant en même temps des indicateurs environnementaux (énergie et CO₂ pour l'instant).

Clinker sulfo alumineux

Chercheurs : Amina Alaoui, Adélaïde Féraïlle, Robert Le Roy

Doctorant : Tiffany Desbois

Il s'agit d'étudier la possibilité d'utiliser le clinker sulfoalumineux à la place des ciments courants. En effet, composé de silicates bicalciques et de yeelimite, le clinker sulfoalumineux présente un bilan énergétique et de production de CO₂ réduit par rapport aux ciments courants. Un travail en amont est en cours dans la thèse CIFRE de T. Desbois, réalisée en partenariat avec le centre de recherche d'Italcementi et le LCPC (opération de recherche « bétons environnementaux » du LCPC). Il porte sur la recherche des conditions d'équilibre physico-chimiques du CSA en présence de gypse. Certains mélanges CSA-gypse produisent un gonflement tel que les éprouvettes se fissurent. L'hypothèse que ce gonflement serait dû à la formation différée d'étringite se précise.

3.2 Multicouches

Renforcement et collage

Chercheurs : Jean-François Caron, Alain Ehlacher, Gilles Foret, Robert Le Roy, Karam Sab

Doctorants : Sylvain Chataigner, Arthur Lebée, Firas Sayed-Ahmad, Nhu-Cuong Tran

Les techniques de renforcement des structures du génie civil par collage de plats en acier ou en composites sont les plus courantes. Elles ont cependant un inconvénient important : une rupture fragile qui passe souvent par la colle. S. Chataigner a soutenu sa thèse consacrée à l'étude des assemblages collés, du renforcement des structures du génie civil par des composites (en partenariat avec le laboratoire régional d'Autun), mais aussi du développement de nouveaux systèmes d'ancrage. De nombreuses simulations et des campagnes de tests ont permis une meilleure compréhension des phénomènes inhérents au collage. Ceci nous a conduits au développement d'un nouveau procédé d'ancrage ou collage qui s'appuie sur une optimisation de la forme du joint collé conforme aux particularités du comportement des colles utilisées, à savoir des résines organiques de types époxyde à caractère élastique fragile, ou à comportement élasto-plastique. Un brevet a été déposé.

En restant dans la problématique de la rupture au niveau des interfaces, notons la poursuite de la thèse CIFRE de N.-C. Tran, en collaboration avec le Centre d'Études et de Recherches pour l'Industrie du Bâtiment (CERIB), sur la modélisation de l'interface acier-béton dans des éléments de béton précontraint soumis au feu.

Signalons aussi la poursuite de nos travaux sur le renforcement de Béton Fibré Ultra Performant (BFUP) par joncs en matériaux composites à fibres de carbone (appelés PRFC). Ces éléments de structure ont vocation à subir des conditions extrêmes du point de vue de la corrosion. Nous étudions actuellement deux pistes pour la mise en précontrainte du BFUP : précontrainte par adhérence et précontrainte par post-tension

Par ailleurs, dans sa thèse, A. Lebée travaille sur la conception et le dimensionnement d'âmes pour les plaques *sandwichs* susceptibles de concurrencer les nids d'abeilles pour le coût et la performance mécanique. Les applications visées sont les structures du génie civil et du bâtiment (plancher, cloison, etc.). Un brevet a déjà été déposé et quelques contacts avec des industriels ont été établis.

Multicouches d'élastomères compacts

Chercheurs : Amina Alaoui, Karam Sab

Doctorant : Quoc-Hung Ly

Concernant l'amélioration de la conception des chaussures de course à pied, signalons la poursuite de la thèse CIFRE de Q.-H. Ly, en partenariat avec DECATHLON, sur la caractérisation et la modélisation d'un système multicouche d'élastomères compacts. Ce travail se poursuit dans le cadre d'un projet de trois ans engagé en 2008 sur la modélisation des interactions pied/chaussure/sol. Ce projet intitulé « Simulation numérique pour la conception de chaussures » est labellisé par le pôle de compétitivité SOPORALTEC et financé sur le Fond de compétitivité des entreprises.

3.3 Modélisation et changement d'échelle

Modélisation multiparticulaire des matériaux multicouches (M4)

Chercheurs : Jean-François Caron, Gilles Foret, Alain Ehlacher, Karam Sab

Doctorants : Huy Le Dang, Duc Thai Nguyen, Van Ahn Duong

Les modèles multiparticulaires de matériaux multicouches ou M4 développés par notre équipe proposent de décrire les stratifiés à l'aide d'une particule (une cinématique) par couche. Ces approches (de type *layer-wise*) sont très efficaces car elles permettent une bonne description des champs, et notamment au niveau des interfaces (sièges des endommagements), tout en ayant des performances numériques (temps de calcul, mémoire) très avantageuses par rapport à un calcul 3D. V.-A. Duong a soutenu sa thèse sur le développement d'une maille éléments finis M4 en dynamique et avec une prise en compte de la non-linéarité d'interface (glissement ou plasticité). Un module traitant de l'impact sur des plaques stratifiées a été ajouté au logiciel MPFEAP, et de nombreux développements sont en cours, en liaison avec les autres thèmes du laboratoire, à savoir collage, poutres mixtes, renforcement, ou délaminage de composites avec le CIMAV, laboratoire mexicain avec lequel nous avons une collaboration régulière. Par ailleurs, une nouvelle thèse commencée en 2008, se propose de capitaliser tous ces travaux et d'intégrer des comportements non linéaires de la couche.

S'inspirant des modèles M4, H. Le Dang a entrepris une thèse CIFRE avec Arcelor Mittal sur une modélisation multi-fils du processus de laminage des tôles d'acier.

Plaques hétérogènes

Chercheur : Karam Sab

Doctorants : Trung-Kien Nguyen, Ramzi Salhaoui

Il s'agit de développer l'homogénéisation des plaques en élasticité et en analyse limite. Les murs de maçonnerie (collaboration avec A. Cecchi de l'université de Venise) constituent un champ important d'applications de nos études. En particulier, une thèse sur la modélisation du renforcement de ces murs s'est poursuivie en collaboration avec le CSTB dans le cadre du projet national du Réseau génie civil et urbain (RGCU) nommé INPERMISE (INGénierie PERformantielle pour la MISE en SÉcurité des ouvrages par renforcement composites).

Sur un autre plan, T.-K. Nguyen a soutenu en 2008 sa thèse menée en collaboration avec G. Bonnet (UPEMLV). Ses principales avancées concernent :

- 1) l'identification d'un modèle homogène équivalent de Reissner-Mindlin pour les plaques fonctionnellement graduées (FGM)
- 2) la proposition d'une méthode numérique basée sur les noyaux de Green et la FFT (*Fast Fourier Transform*) pour le calcul des propriétés effectives d'une plaque périodique
- 3) l'adaptation de la formulation variationnelle de Hashin-Shtrikman aux plaques hétérogènes et son application à l'homogénéisation des plaques à microstructure aléatoire.

Dynamique moléculaire et couplage discret - continu

Chercheurs : Frédéric Legoll, Karam Sab

Nous entretenons avec le laboratoire de mathématiques appliquées de l'École des Ponts ParisTech (le CERMICS), une étroite

collaboration sur les méthodes numériques de changement d'échelle dans les matériaux de type dynamique moléculaire. Concernant le calcul de moyennes thermodynamiques pour des systèmes à grand nombre de particules considérés à température constante, nous avons comparé l'efficacité des différentes méthodes numériques disponibles dans la littérature. Ce travail revient à développer une loi constitutive pour un modèle réduit, à température constante. Par ailleurs, nous participons à l'encadrement de la thèse de L. Monasse (CERMICS) en collaboration avec le CEA sur le développement d'un modèle de type "*Discrete Element Method*" pour la simulation de fragmentations de matériaux quasi-fragiles.

Voies ferrées urbaines

Chercheurs : Gilles Foret, Boumedienne Nedjar, Karam Sab

Doctorant : Sy-Hai Mai

Il s'agit d'un thème débuté en 2007 par un stage master qui se poursuit en thèse CIFRE (Sy-Hai Mai) depuis janvier 2008. L'objectif de la société ALSTOM est de disposer d'un outil de prédiction des dégradations dans les voies ferrées urbaines (à faibles vitesses de circulation). Des modèles de contact, d'usure, et de fatigue de tous les éléments constituant une voie de chemin de fer sont en cours d'étude.

4. Équipe « Micromécanique et calcul des structures »

Chercheurs : Patrick de Buhan, Luc Dormieux, Denis Garnier, Ghazi Hassen

Doctorants : Sébastien Brisard, Sophie Cariou, Andréas Fritsch, Sy-Tuan Nguyen, Julien Sanahuja, Quang-Thai Son

Les recherches conduites dans le cadre de cette équipe concernent principalement les domaines du génie civil et secondairement de l'industrie pétrolière, voire parfois de la biomécanique, où les problèmes rencontrés relèvent du dimensionnement et du calcul des structures ou d'ouvrages. Ces derniers sont le plus souvent constitués de « géomatériaux » (sols, roches, bétons, etc.) pour lesquels il est indispensable de prendre en compte le caractère poreux et les couplages qui en résultent.

La démarche scientifique retenue est guidée par le souci permanent d'orienter les recherches vers l'élaboration d'outils de calcul destinés aux ingénieurs. De ce point de vue, les méthodes de changement d'échelle constituent une aide précieuse permettant de formuler les modèles mécaniques utilisables dans la résolution de problèmes. Les recherches conduites en 2008 peuvent être regroupées en deux grandes catégories.

4.1 Ouvrages et structures de génie civil

Modélisation et le calcul des ouvrages de géotechnique renforcés par inclusions linéaires

Ce thème constitue un domaine de recherche actif depuis plus de dix ans, dont le développement est appelé à se poursuivre dans les années à venir. L'une des avancées récentes les plus marquantes est le développement d'un modèle qualifié de multiphasiques, qui consiste à remplacer le composite sol renforcé par

deux milieux homogènes superposés, dénommés « phases », en interaction mutuelle. Une telle modélisation est particulièrement pertinente dans le cas où les renforcements forment un réseau suffisamment dense (terre armée, massifs cloués ou boulonnés, fondations sur groupes ou réseaux de pieux ou micropieux, etc.), sa mise en œuvre numérique conduisant alors à des gains considérables en temps de calcul. La valorisation des travaux précédents s'est effectuée, cette année, dans plusieurs directions complémentaires.

On a poursuivi l'intégration de ce modèle dans le logiciel CESAR-LCPC (projet CASTOR) en coopération avec la division MSRGI du LCPC (E. Bourgeois). Ce travail est en cours de valorisation et d'exploitation dans le cadre d'un programme pluriannuel (2007-2010) de recherche et de développement de l'ANDRA sur le stockage à grande profondeur des déchets radioactifs, pour lequel a été constitué un groupement de laboratoires « Géomécanique » dont fait partie le laboratoire Navier à travers ses équipes « Micromécanique et calcul des structures » et « Géotechnique ». Les compétences de l'équipe sont notamment mobilisées sur la question du dimensionnement des galeries renforcées par boulonnage.

La contribution de l'équipe « Micromécanique et calcul des structures » au projet national ASIRI (renforcement par inclusions rigides), doit aboutir à une méthode de calcul simplifiée de ce type d'ouvrages, prenant notamment en compte les interactions entre les inclusions et le sol. La thèse de T.-S. Quang, qui doit être soutenue en 2009, vise en particulier à développer, tant au plan fondamental que numérique, une telle modélisation, l'accent ayant été mis cette année sur l'analyse sous chargement latéral et non plus seulement horizontal de ce type d'ouvrages (où les capacités de résistance en flexion des inclusions jouent un rôle essentiel). En liaison avec ce même projet, EDF-Septen, qui souhaite acquérir une expertise en ce domaine, a demandé à l'équipe MCS de pouvoir disposer d'outils plus ou moins sophistiqués permettant l'analyse et le dimensionnement des ouvrages reposant sur un sol de fondation renforcé par inclusions rigides et soumis à une sollicitation sismique.

Il convient enfin de signaler que ce thème du renforcement des sols donne lieu depuis plusieurs années à une collaboration avec des chercheurs de l'ENIT sur le thème des sols de fondation renforcés par colonnes, traité à travers une méthode d'homogénéisation. Le travail mené cette année, a abouti à des résultats significatifs dans le domaine du comportement élastoplastique.

Stabilité des massifs rocheux fracturés

Dans le cadre du calcul d'ouvrages en milieu rocheux, un projet de recherche concerne l'étude de la stabilité d'ouvrages constitués de roches dont la résistance est décrite par un critère homogène (Hoek & Brown). Plus exactement, il est le résultat d'une homogénéisation fondée sur une étude expérimentale. L'analyse de la stabilité de galeries, creusées dans ce type de matériaux pour stocker du gaz à haute pression avait déjà fait l'objet d'un travail, il y a quelques années dans l'équipe. Une nouvelle étude a redémarré en 2005 sur la capacité portante de fondation superficielle posée sur ce type de roche, au moyen de la théorie du calcul à la rupture, et fait l'objet d'une coopération avec Z. Saada, enseignant à l'ENIT (Tunisie) et S. Maghous, professeur à l'université de

Porto Alegre (Brésil). Depuis, d'autres types d'ouvrages ont été étudiés : stabilité de pente, stabilité de front de taille de tunnel.

Un autre axe de recherche concerne l'analyse du dimensionnement de murs en pierres sèches. Ces travaux font l'objet d'une collaboration avec un chercheur de l'ENTPE (J.-C. Morel) notamment dans le cadre d'une thèse (A.-S. Colas). Ces ouvrages ont la particularité d'être constitués par empilement plus ou moins régulier de pierres. Ces murs sont généralement utilisés comme soutènement, mais aussi dans la construction de bâtiments. Parallèlement à une étude expérimentale, la modélisation du mur est appréhendée par une méthode d'homogénéisation en calcul à la rupture. Elle consiste, à partir des caractéristiques mécaniques des constituants du mur (pierres et interfaces), à construire le comportement d'un matériau homogène équivalent. À partir de la connaissance de ce comportement, on peut s'intéresser au dimensionnement de l'ouvrage en pierre, à l'aide de l'approche cinématique du calcul à la rupture.

4.2 Micromécanique des milieux poreux et hétérogènes

En matière de recherches consacrées aux matériaux à base cimentaire, l'année 2008 a vu la soutenance de la thèse de Julien Sanahuja. Parmi les principaux résultats, on peut souligner la mise au point d'un modèle micromécanique pour la pâte de ciment permettant notamment de prédire la prise et l'évolution des caractéristiques élastiques en fonction du degré d'avancement de la réaction d'hydratation. Cette année est également marquée par le démarrage de la thèse de Grégory Caratini, dans le cadre d'un CIFRE financé par l'ATIH et d'un CPR ATIH-CNRS. Cette thèse, dédiée à l'impact d'un chargement thermique sur le comportement de la pâte de ciment, va notamment s'appuyer sur le modèle morphologique élaboré dans le cadre de la thèse de Julien Sanahuja. Elle se déroule dans le cadre d'une collaboration avec l'École centrale de Lille (Prof. F. Skoczylas).

2008 a coïncidé avec la première année de la thèse de Sy-Tuan Nguyen (CIFRE EDF) consacrée à la problématique de la propagation de fissures et de l'endommagement par microfissuration dans un matériau viscoélastique. Un outil numérique en éléments finis permet d'ores et déjà d'évaluer l'impact de la vitesse de chargement sur la propagation d'une fissure dans le cadre de comportements viscoélastiques classiques de type Zener.

C'était également la première année de thèse pour Sébastien Brisard dont la thèse possède un volet physique, consacré à la caractérisation de la morphologie des pâtes cimentaires, ainsi qu'un volet micromécanique qui se penche notamment sur la prise en compte des effets de l'étalement des tailles de pores dans la détermination des propriétés effectives d'un milieu poreux et dans la simulation de certains phénomènes de couplage.

2008 a également vu aboutir plusieurs aspects importants des recherches menées dans le cadre de la thèse de Sophie Cariou sur le comportement des argilites, en liaison avec l'ANDRA. Il s'agit notamment de la formulation d'un modèle micromécanique du couplage poromécanique en régime non saturé, qui a pu être validé expérimentalement dans le cadre d'essais de laboratoire.

5. Équipe « Physique et mécanique des milieux poreux »

Techniciens : Ariel Clermont, Philippe Vié

5.1 Écoulements et transports

Diffusion des chlorures dans les matériaux cimentaires

Chercheur : Patrick Dangla

Les travaux de thèse de T.-Q. Nguyen, achevés fin 2007, ont été valorisés cette année par plusieurs communications à des conférences internationales. Ils ont été un support important dans la poursuite des travaux sur la modélisation du gel/dégel des matériaux cimentaires.

Couplage perméabilité / contrainte dans les géomatériaux fracturés

Chercheurs : Éric Lemarchand, Luc Dormieux (équipe « Micromécanique »)

Dans le cadre de la problématique du stockage des déchets radioactifs, la création d'une zone fortement endommagée (fractures radiales) au niveau des parois excavées des tunnels souterrains est particulièrement critique lorsque la question du transport d'espèces radioactives est évoquée. Cette zone d'endommagement localisée est soumise à une histoire de chargement susceptible de faire évoluer ses propriétés de transport. Au cours de l'année 2008, on s'est donc intéressé à la compréhension et à l'analyse du couplage perméabilité (au gaz)/contrainte dans les géomatériaux fracturés. Ce travail a été élaboré en collaboration avec Luc Dormieux (équipe « Micromécanique ») et le Laboratoire de mécanique de Lille (F. Skoczylas, C.-A. Davy, W. Chen).

Mettant à profit les techniques de changement d'échelles, un modèle micromécanique a été proposé. Son originalité repose sur l'interprétation morphologique d'une fracture rugueuse comme un milieu poreux multifissuré. On cherche ainsi à reproduire les non-linéarités observées expérimentalement par l'équipe de Frédéric Skoczylas sur des éprouvettes fracturées à l'essai brésilien, non seulement sur la refermeture de la fracture mais également sur la chute de perméabilité associée.

La démarche micromécanique a permis d'identifier un mécanisme local d'évolution morphologique supposé contrôler les réponses mécaniques et hydrauliques macroscopiques. Ce mécanisme est complètement identifié à partir des résultats expérimentaux sur la refermeture mécanique de la fracture. On teste ensuite sa capacité à reproduire les évolutions macroscopiques de la perméabilité des éprouvettes fracturées sous confinement croissant. On a validé le modèle pour des bétons et des argilites, en intégrant notamment la question cruciale de la percolation du réseau hydraulique au sein même d'une fracture. Ce travail a fait l'objet de deux publications au journal *Transport in Porous Media* (une acceptée, une soumise).

Les perspectives de recherche sur ce thème s'articulent essentiellement sur la transposition du travail réalisé sur la perméabilité à l'eau. Ce travail devra intégrer la spécificité des couplages physico-chimiques entre le matériau solide constitutif et la solution saline saturante.

Corrosion des armatures dans les bétons

Chercheurs : Patrick Dangla, Sabine Caré

Cette recherche comprend deux thèmes.

L'étude de la modélisation de la cinétique de corrosion des barres d'armatures dans les bétons carbonatés s'est poursuivie en 2008 par la soumission d'un article à *Corrosion Science*. Cet article fait le point sur les mécanismes responsables des variations de courant de corrosion lors des changements d'humidité relative. Notamment, il décrit et quantifie les rôles relatifs du transport ionique et d'eau dans la couverture de béton et du transport d'électrons à l'interface métal-béton.

2) L'étude de la fissuration du béton d'enrobage sous l'effet de la corrosion des armatures (corrosion accélérée par imposition de courant, en présence de chlorures) s'est poursuivie en 2008 par la rédaction de quatre articles qui font le point (1) sur les effets de la corrosion sur la capacité portante des structures (en cours de révision), (2) sur la cinétique de fissuration au travers du béton d'enrobage dans des plaques armées représentatives de poutrelles armées (soumis), (3) sur le processus d'amorçage de l'endommagement au niveau de l'interface acier/béton (accepté dans CCR) et (4) sur les temps de fissuration dans les poutres armées en fonction de la position de l'armature (soumis).

L'originalité de ces travaux se situe au niveau de l'utilisation de la corrélation d'images (Correli^{LMT}). Les résultats ont été comparés à des modélisations par éléments finis ou analytiques (cylindre creux sous pression). Les résultats présentés sont essentiellement issus des travaux de thèse de Q.-T. Nguyen (thèse Paris VI réalisée au LMT Cachan en partenariat avec le LMSGC et soutenue le 18 octobre 2006, avec la collaboration d'Y. Berthaud et de F. Ragueneau au LMT Cachan)

Actions du CO₂ sur les matériaux cimentaires

Chercheurs : Patrick Dangla, Teddy Fen-Chong

Deux nouvelles recherches sont en phase de démarrage avec un travail plus conséquent en 2009. La première concerne la modélisation de la pénétration du CO₂ supercritique dans les matériaux cimentaires dans le contexte du stockage du CO₂. Cette recherche s'inscrit dans le cadre du projet RIXMOD, projet labellisé par le pôle de compétitivité Advancity et financé par le conseil général de Seine-et-Marne (contrat LCPC/CG77). Ce projet fera l'objet d'une thèse à partir d'octobre 2009. La deuxième recherche concerne la modélisation de la carbonatation atmosphérique des matériaux cimentaires en présence de sous-produits (additions minérales) et d'ions chlorure. Cette recherche n'en est qu'à ses débuts. Un stage de master a permis de commencer ce travail (Mehdi Ben-Younes, stage master MMS 2008). Dans le prolongement des travaux de Mickael Thiery, il a consisté à prendre en compte les espèces alcalines (Na⁺ et K⁺) dont la présence est marquée dans les matériaux cimentaires formulés à partir d'additions minérales (cendres volantes par exemple) qui sont généralement ajoutées en substitution du ciment Portland afin de réduire le coût environnemental lié à la production de bétons. En outre, ce modèle décrit le mécanisme chimique de carbonatation des phases silicatées (C-S-H : silicates de calcium hydratés). En effet, ces C-S-H jouent un rôle prépondérant dans la régulation du pH lorsque l'hydroxyde de calcium a été épuisé par carbonatation. La prise en compte de cet aspect est là encore cruciale lorsque l'on cherche à modéliser la carbonatation des matériaux cimentaires contenant des additions minérales dont la

teneur initiale en Ca(OH)_2 est généralement très basse du fait de réactions pouzzolaniques qui sont à l'origine d'une consommation de Ca(OH)_2 et d'une production de C-S-H supplémentaires.

5.2 Changements de phase

Physico-mécanique des matériaux cimentaires soumis au gel/dégel

Chercheurs : Teddy Fen-Chong, Patrick Dangla, Stéphane Rodts (équipe IRM), Olivier Coussy, Aza Azouni.

Doctorant : Qiang Zeng (UPE / U. Tsinghua, Beijing, Chine)

Post-doctorants : Jelena Petkoviæ (financement École des Ponts ParisTech, Dimitri Bytchenkoff (financement ANR-06-JCJC-0106-01)

L'altération des matériaux cimentaires soumis au gel et au dégel se produit par microfissuration interne (gel interne) et/ou par endommagement superficiel (écaillage). Le premier processus diminue la résistance mécanique du matériau tandis que le second dégrade esthétiquement les ouvrages en béton ordinaire et favorise la pénétration d'agents chimiques délétères.

Grâce aux travaux d'Antonin Fabbri (thèse soutenue le 2 octobre 2006), il a été possible de mettre en place une méthodologie permettant d'évaluer l'influence de paramètres matériaux tels que les constantes élastiques de chaque constituant du milieu poreux, la perméabilité hydraulique, la présence éventuelle de bulles d'air entraîné, et la texture porale (distribution des tailles de pores, énergies d'interfaces, connectivité). On a mené ces travaux dans un cadre poromécanique en s'intéressant uniquement au cas de l'eau pure dans les pores.

Or, l'eau des pores d'un matériau cimentaire est alcaline et l'écaillage en présence de sels (de déverglaçage, déposés en surface des ouvrages et bâtiments) est le problème le plus couramment rencontré en France. Nous cherchons donc maintenant à mieux comprendre et quantifier le couplage entre l'action des sels et les phénomènes précédemment évoqués. Pour cela, une étude poromécanique macroscopique de l'effet des sels sur le comportement au gel/dégel des bétons (extension, en non-linéaire, aux sels de l'approche développée au cours de la thèse de A. Fabbri), incluant son implémentation dans le code Bil (<http://perso.lcpc.fr/dangla.patrick/bil>) est actuellement menée dans le cadre de la thèse de Qiang Zeng. Parallèlement, des discussions sont en cours avec le LRPC de Lyon au sujet du lancement (en octobre 2009) d'une thèse visant à mieux caractériser expérimentalement la durabilité des bétons, et en particulier l'écaillage.

L'approche théorique actuelle met en exergue le rôle crucial joué par la teneur en eau non gelée en fonction de la température, ce paramètre matériau représentant l'action de la texture porale sur le processus de solidification de la solution porale. Toutes les techniques utilisées traditionnellement en génie civil permettent essentiellement de faire des mesures macroscopiques et nécessitent des préparations invasives des échantillons. Aussi, afin d'analyser et de quantifier les phénomènes physiques et mécaniques accompagnant, à différentes échelles spatiales et temporelles, le changement de phase eau/glace en milieux poreux, une nouvelle technique d'étude du gel/dégel est en cours de mise au point dans le spectromètre-imageur par résonance magnétique, avec la collaboration de l'équipe technique transversale du LMSGC.

Après avoir réussi à différencier qualitativement la glace de l'eau liquide par des séquences RMN adaptées à différents types d'échantillon (eau libre, billes de verre frittées, ciment blanc) et

construit un dispositif expérimental de gel/dégel adapté au spectromètre-imageur, le premier semestre de l'année 2008 a permis de faire un inventaire des questions techniques et méthodologiques à régler impérativement (post-doctorat de J. Petkovic) pour obtenir des mesures quantitatives. Depuis (post-doctorat de D. Bytchenkoff), nous travaillons à améliorer ce dispositif (élimination de toute condensation, meilleure tenue en température plus basse, etc.) et à mettre au point, dans un contexte d'expériences à températures variables, des techniques de traitement de données, notamment : (1) analyse de la réponse impulsionnelle (extrapolation aux temps courts) ; (2) imagerie par séquence SPI (*Single Point Imaging*) ; (3) mesures de relaxation couplées à des analyses par inversion de Laplace (type continu).

Structuration des matériaux à matrice cimentaire, propriétés d'usage

Chercheurs : Sabine Caré, Pamela Faure, Stéphane Rodts (équipe IRM)

Doctorante : Julie Magat (équipe IRM)

Les matériaux cimentaires, du fait de leurs complexités microstructurales et de leurs caractères multiéchelles et multiphasiques, imposent d'utiliser de nombreuses techniques expérimentales pour pouvoir les analyser. L'outil IRM de Navier permet (1) de caractériser spatialement la densité protonique et (2) d'évaluer les distributions des tailles de pores via les temps de relaxation des protons. Cette technique apparaît donc comme une méthode performante, mais elle nécessite des développements RMN. Des études relatives à ces développements pour l'analyse de la microstructure des matériaux cimentaires ont été engagées en 2004 et se sont poursuivies dans le cadre de la thèse de J. Magat (2005-2008). Les objectifs principaux ont été (1) d'identifier les données RMN à des données obtenues plus classiquement (perte au feu, BET, porosimétrie au mercure) et (2) de suivre les processus de structuration du fait de l'hydratation ou du couplage hydratation /séchage. En 2008, le programme expérimental sur la structure de pâtes de ciment s'est poursuivi, et l'ensemble des résultats a été analysé pour aboutir à la soutenance de thèse de J. Magat le 21 octobre 2008. Les travaux ont montré que cette méthode permettait d'appréhender finement l'évolution de la structure poreuse des hydrates formés au cours des processus physico-chimiques en relation avec l'évolution de la teneur en eau. Les perspectives liées à cette recherche, outre celles propres aux développements RMN qui ont été mises en évidence dans la thèse de J. Magat, sont relatives à des caractérisations mécaniques (propriétés élastiques, retrait) qui pourront être corrélées aux données RMN.

Une étude plus ponctuelle relative à la prédiction des propriétés élastiques des mortiers a été menée. Dans ce travail, mené en collaboration avec E. Hervé du laboratoire LISV (université Versailles-Saint-Quentin-en-Yvelines) nous avons, *via* des modèles de changement d'échelle qui prennent en compte les données microstructurales des matériaux, (1) évalué les propriétés élastiques de l'interphase sable/matrice cimentaire (un article soumis) et (2) étudié l'effet des processus de lixiviation sur les propriétés élastiques (stage M1).

Cristallisation des sels dans les matériaux poreux : effet des propriétés interfaciales

Chercheuse : Noushine Shahidzadeh-Bonn

Post-doctorante : Salima Rafai (WZI-UVA)

Ce projet de recherche s'effectue dans le cadre d'une collaboration européenne entre l'UR Navier et le *Van der Waals-Zeeman Institute for experimental physics* de l'université d'Amsterdam. La cristallisation des sels dans les matériaux poreux (pierres, briques, bétons) entraîne l'effritement, l'écaillage et provoque dans certains cas la brisure en profondeur de ces derniers. La détérioration, dont le mécanisme n'est pas entièrement élucidé, semble principalement due, sous l'effet de changements des conditions environnementales, à la cristallisation des sels à l'intérieur du matériau, laquelle crée ainsi une pression mécanique vis-à-vis des parois des pores. La différence de dégradation observée pour différents types de sels reste cependant mal comprise. L'étude est centrée sur les dommages dus à la cristallisation de différents types de sels dans les matériaux poreux. L'objectif est d'étudier plus particulièrement l'influence de la tension interfaciale (cristal) - liquide (solution saturée), solide (pore)-liquide et liquide-vapeur, et par conséquent l'importance des propriétés de mouillage pour les effets dégradants des différents types de sels. Les résultats montrent que pour un même type de sel (sulfate de sodium), les formes cristallines hydratées et non hydratées se comportent différemment à cause de la différence d'affinité des cristaux respectifs pour la surface solide. La présence des films de mouillage accélère l'évaporation et joue un rôle important pour la formation d'efflorescences (cristallisation à la surface) de la forme non hydratée.

Dessalement des matériaux poreux par séchage de compresse

Chercheurs : Noushine Shahidzadeh-Bonn, Aza Azouni, Stéphane Rodts (équipe « IRM »), Philippe Coussot (équipe « Rhéophysique »)

Doctorante : Elsa Bourguignon

Afin de réduire l'endommagement des matériaux poreux par les sels, un certain nombre de méthodes cherchent à inactiver leur cycle de cristallisation - dissolution, ou à extraire ces derniers, comme la méthode des compresse. Les compresse sont des pâtes granulaires saturées en eau que l'on applique sur un matériau poreux contenant des sels. L'eau de la compresse pénètre à l'intérieur des pores et dissout les sels solubles. Sous l'effet du séchage et de la différence de concentration en sels entre l'intérieur du matériau et la compresse, les ions migrent du matériau vers la compresse et s'y cristallisent.

Cette étude a pour objectif d'améliorer la compréhension des phénomènes physiques qui contrôlent le transport de l'eau et des ions à travers le matériau poreux vers la compresse et leur cristallisation, en fonction des paramètres décrivant le milieu poreux, de la nature du sel, de la nature de la compresse et des conditions environnementales. Différentes techniques d'analyse, telles que l'IRM du proton (avec F. Bertrand, de l'axe « IRM »), la chromatographie et la conductimétrie, ont été utilisées dans cette étude afin de comparer les profils de saturation, la cinétique d'évaporation et le processus de cristallisation. Dans la première partie de ce travail, nous avons étudié le mouvement de l'eau et des ions durant l'évaporation, d'une part dans le milieu poreux, d'autre part dans des compresse modèles. Dans la deuxième partie, nous avons étudié l'assemblage matériaux poreux-compresse.

Les expériences mettent en évidence deux facteurs clés d'un bon dessalement : un taux d'évaporation faible (séchage lent), essentiel pour que la compresse reste humide pendant toute la durée de séchage du substrat, et le maintien d'une bonne continuité hydraulique entre le substrat et la compresse afin d'assurer un bon transport des ions à travers le système.

Couplages chemo-poromécaniques et microstructures évolutives – application aux matériaux cimentaires

Chercheurs : Éric Lemarchand, Patrick Dangla, Sabine Caré,

Teddy Fen-Chong, Luc Dormieux (équipe « Micromécanique »)

À la faveur de l'arrivée d'Éric Lemarchand dans l'équipe « Milieux poreux » du LMSGC, une réflexion a été amorcée sur la mise en place d'un raisonnement micromécanique appliqué à la thématique des couplages physico-chimiques dans l'analyse du comportement poromécanique et des lois de transport dans les matériaux cimentaires. Cette activité de recherche se présente comme un axe de recherche transverse à de nombreuses thématiques largement abordées par l'équipe « Milieux poreux » (carbonatation, corrosion, gel/dégel).

Ce travail est soutenu par le groupement MoMaS (ex- GdR MoMaS) dans le cadre d'un projet de recherche (avec financement). Les premières réflexions sur ce thème ont fait l'objet d'une présentation orale aux journées thématiques « Modèles et couplages » du groupement MoMas à Lyon.

6. Équipe « Rhéophysique des pâtes et milieux granulaires »

Chercheurs : Xavier Chateau, François Chevoir, Philippe Coussot, Anaël Lemaître, Guillaume Ovarlez, Jean-Noël Roux

Techniciens : Laurent Tocquer

Post-doctorants : Julie Goyon, Mickael Kogan, Flavien Lahmar, Brook Rabideau, Alexandre Ragouilliaux

Doctorants : Quentin Barral, Jalila Boujlel, Joyjit Chattoraj, Xavier Clain, Abdoulaye Fall, Abdelkader Hammouti, Fabien Mahaut, Pierre-Emmanuel Peyneau, Thai-Son Vu

De nombreux matériaux du génie civil et de l'environnement se présentent sous la forme d'assemblées de particules plongées dans une ou plusieurs phases fluides. Selon les interactions entre particules (colloïdales, hydrodynamiques ou de contact), on distingue les pâtes, les suspensions non colloïdales et les matériaux granulaires. Nos recherches visent à comprendre le comportement mécanique macroscopique de ces matériaux, en liaison avec les phénomènes mis en jeu à l'échelle des particules. Cette bonne connaissance de la rhéophysique est cruciale dans la maîtrise de divers procédés du génie civil (compaction, vibration, malaxage, pompage, injection, etc.).

6.1 Pâtes

Les matériaux dont le comportement est dicté par leur phase colloïdale sont « coincés » et hors équilibre, ce qui leur confère deux propriétés mécaniques essentielles : un seuil de contrainte et la thixotropie (décroissance de leur viscosité apparente sous cisaillement, augmentation au repos). Nos travaux se focalisent sur l'étude d'écoulements particuliers intervenant dans des applications pratiques ou susceptibles d'être utilisés pour caractériser le

comportement des matériaux de manière simple (affaissement, étirement, étalement sur un disque en rotation, translation d'une sphère), la distinction de propriétés rhéologiques génériques de ces matériaux et les propriétés particulières de matériaux réels (bétons, boues de forage, boues résiduaire).

Écoulement de pâtes

En vue de prédire les lois d'étalement des boues sur les disques d'épandage, nous avons étudié les caractéristiques de l'étalement d'un gel sur un disque en rotation. Nous avons distingué les différentes phases de l'étalement et montré qu'elles étaient prévisibles d'un point de vue théorique. En collaboration avec l'université de Western Ontario, nous avons étudié la chute d'une bille dans des matériaux pâteux modèles représentant des bétons frais. Nous avons identifié les régimes solide et liquide du matériau autour de la bille. Avec un fluide à seuil simple, nous avons mesuré la force s'exerçant sur la bille en mouvement permanent en fonction de sa vitesse. Avec un fluide thixotrope, nous avons montré l'effet du temps de repos préalable. Tout se passe alors comme si la sphère se déplaçait en liquéfiant une fine couche de matériau autour d'elle alors que le reste du matériau est simplement déformé dans son régime solide. Il en résulte qu'à seuil de contrainte apparent identique, le coefficient de traînée est beaucoup plus faible dans un fluide thixotrope que dans un fluide à seuil simple et la sédimentation beaucoup plus rapide. Ces travaux se poursuivent dans le cadre d'une ANR Blanche sur la physique de l'extrusion des pâtes en collaboration avec l'INSA de Rennes.

Thixotropie et/ou vieillissement

Nous avons montré que le vieillissement d'une large gamme de « fluides coincés », dont les pâtes de ciment, peut-être décrit à l'aide d'un paramètre unique fonction de la température, de la fraction volumique des divers éléments, et de la contrainte appliquée. Ce paramètre reflète l'état de structuration du matériau. Nous avons en effet constaté que les évolutions des modules élastiques au cours du temps de diverses formulations d'un matériau sont analogues, *i.e.* les courbes correspondantes s'expriment uniquement en fonction du temps divisé par un temps caractéristique qui reflète la vitesse de restructuration du matériau. La dépendance de à l'égard de la température et de la formulation reflète la compétition entre les effets de l'agitation thermique et des interactions entre particules. Nous avons montré que décroît lorsque la température augmente, ce qui signifie que la restructuration est plus rapide quand l'agitation thermique augmente. Il devient alors possible de modifier la vitesse et l'amplitude de la transition liquide-solide d'un matériau en jouant sur ses composants tout en conservant le même comportement en écoulement. Il s'agit de la première approche scientifique fournissant directement des outils de formulation de matériaux, et en particuliers des bétons frais, en fonction des caractéristiques rhéologiques et thixo-tropiques visées. Ces travaux sont financés par l'ANR Jeunes Chercheurs.

Simulations numériques et modèles de comportement au seuil

Nous souhaitons pouvoir définir des lois constitutives pour les « fluides coincés », fondées sur une phénoménologie de leur réponse mécanique à petite échelle. L'hypothèse a été depuis

longtemps avancée que la déformation plastique de tels systèmes résulte d'une série de réarrangements localisés. Des observations numériques nous ont permis de déduire une phénoménologie fondée sur l'existence de zones chargées élastiquement vers un seuil d'instabilité où elles se réarrangent et l'idée que les réarrangements engendrent des fluctuations du champ de contrainte, qui peuvent elles-mêmes induire d'autres réarrangements. Les événements locaux sont ainsi couplés par un bruit élastique intrinsèque provenant des autres réarrangements. Un modèle fondé sur cette phénoménologie permet de rendre compte de l'existence de fluctuations de la contrainte moyenne qui, près du seuil, dépendent de la taille du système étudié. Le modèle indique aussi que la forme analytique de cette dépendance est très sensible aux détails des couplages élastiques entre réarrangements. Par ailleurs, des méthodes d'homogénéisation ont été développées pour évaluer le module élastique d'une suspension colloïdale, en considérant des interactions de paires dérivant d'un potentiel. Ces calculs ont permis d'obtenir le module élastique haute fréquence d'une suspension colloïdale en fonction du potentiel d'interaction de paires, de la fonction de distribution de paires et du tenseur de localisation.

Applications

Pour améliorer la description des matériaux cimentaires et de leur mise en œuvre, nous avons proposé un modèle permettant de calculer les contraintes exercées par un matériau thixotrope sur les parois d'un coffrage à l'issue de sa mise en place. Lorsque la vitesse de coulage est faible, le matériau déjà mis en place se fige, ce qui permet la mobilisation aux parois d'une contrainte de cisaillement égale à son seuil. Les parois reprennent ainsi une partie du poids du matériau, ce qui diminue les contraintes exercées à la base du coffrage. Nous avons prédit la valeur de ces contraintes en fonction de la vitesse de coulage ainsi que leur évolution au cours du temps suite au vieillissement du matériau. Les résultats de ce modèle se sont avérés capables de reproduire des mesures sur chantier sur matériaux réels et permettent désormais la prédiction et le dimensionnement de coffrages réels sur chantier utilisés par diverses entreprises. Nous nous sommes intéressés à la rhéologie des boues de forage aux bas gradients. Nous avons étudié de façon systématique le comportement par IRM et rhéométrie conventionnelle d'émulsions réelles et modèles à diverses concentrations en argile et en eau. Nous avons ainsi mis en valeur l'instabilité de l'écoulement en-dessous d'un gradient de vitesse critique et la transformation d'une émulsion inverse d'un fluide à seuil simple à un fluide thixotrope avec l'ajout d'argile.

6.2 Suspensions non colloïdales

Nous étudions le comportement des assemblées denses de particules sans interactions colloïdales immergées dans un fluide newtonien ou à seuil (éventuellement thixotrope), du point de vue expérimental et au moyen d'approches numériques ou théoriques.

Approche expérimentale

Nous avons collaboré à une étude du rhéo-épaississement de suspensions de particules non colloïdales. Ce phénomène se caractérise par une augmentation de la viscosité apparente du

matériau avec le taux de cisaillement. L'observation par IRM des profils de vitesse montre que l'écoulement est localisé à basse vitesse de cisaillement ; le rhéo-épaississement apparaît à la fin du régime de localisation et s'accompagne d'une brusque augmentation des différences de contraintes normales. Notre interprétation est que la zone morte qui existe à basse vitesse constitue un réservoir de dilatance qui empêche le matériau de rhéo-épaissir. Cette hypothèse est confirmée par des expériences de rhéométrie classique où nous montrons : que le taux de cisaillement de rhéo-épaississement est d'autant plus important que le matériau est confiné, qu'il est plus élevé si on laisse un surplus de matériau autour de la géométrie de mesure, que le rhéo-épaississement disparaît si on laisse l'entrefer augmenter sous l'effet des contraintes normales. Ces observations permettent de conclure que le rhéo-épaississement est une conséquence de la dilatance de Reynolds. Lorsque le matériau est un fluide à seuil, nous avons étudié par rhéométrie l'évolution des propriétés linéaires de la suspension (à travers son module élastique) et de son seuil de contrainte avec la concentration en particules non colloïdales. Nous avons formulé des matériaux permettant de se placer dans le cadre de l'homogénéisation et mis au point des procédures assurant l'étude de matériaux homogènes et isotropes. Nous avons ainsi formulé des fluides à seuil dont la taille caractéristique de la microstructure est petite par rapport à la taille des particules en suspension. Afin de ne mesurer que la contribution mécanique (*i.e.* indépendante des interactions physico-chimiques) des particules au comportement des pâtes, nous étudions des particules de diverses natures et tailles plongées dans des fluides à seuil dont l'origine physico-chimique du comportement diffère, et nous avons vérifié la cohérence des résultats obtenus avec l'ensemble des matériaux. Nous avons observé que le module élastique diverge lorsque la fraction volumique en particules augmente suivant une loi de puissance (Krieger-Dougherty), qui est comparable aux lois observées pour la viscosité des suspensions de particules non-colloïdales dans des fluides newtoniens. Le seuil de contrainte suit quant à lui une évolution beaucoup plus modérée avec la concentration en particules. Nous avons montré que l'évolution de la contrainte seuil avec la fraction volumique est reliée à l'évolution du module élastique suivant une loi obtenue par des calculs d'homogénéisation (*cf.* Approche théorique).

Approche numérique

Les simulations numériques permettent d'étudier en détail les relations entre interactions hydrodynamiques et microstructure de la suspension. Les méthodes de la littérature qui tentent de prendre en compte le fluide interstitiel en simplifiant la modélisation des interactions hydrodynamiques conduisent à des problèmes mal posés et à des codes instables. Notre objectif est de construire un outil numérique permettant d'aborder cette question, en collaboration avec le département de mathématiques appliquées du MIT. Notre algorithme, qui vise à intégrer les équations de Navier-Stokes en présence de grains, se fonde sur la méthode dite des « fluides fantômes », permettant de traiter des interfaces abruptes entre deux phases de propriétés différentes. Elle est beaucoup plus rapide que les méthodes traditionnelles par éléments finis et fait appel à un champ de « *levelset* » pour modéliser la présence de grain, ce qui permet en principe de traiter le cas d'objets de formes quelconques immergés dans le fluide. Nous avons défini et implémenté des tests permettant de

valider un algorithme de ce type, en particulier l'écoulement 2D autour d'un cylindre dans un canal. Nous étudions comment bien contrôler les conditions de bord en vitesse lors de la résolution de l'équation de Poisson pour la pression.

Approche théorique

On a modélisé le comportement de suspensions de particules dans des fluides à seuil en utilisant une théorie d'homogénéisation non linéaire. Le comportement du fluide porteur est décrit par un modèle de Herschel-Bulkley ; les particules sont des solides indéformables infiniment résistants, auxquels le fluide adhère parfaitement, en interaction hydrodynamique. Deux relations (Einstein et Krieger-Dougherty aux fractions volumiques respectivement faibles et fortes) ont été utilisées pour estimer le comportement global de la suspension linéaire de comparaison. Dans les deux cas, on obtient un comportement macroscopique décrit par une loi de Herschel-Bulkley de même exposant que celui du fluide porteur. Ce résultat s'explique sûrement par le fait que l'on a négligé les hétérogénéités du taux de déformations au sein du domaine occupé par la phase fluide. Pour les deux schémas, la valeur de la contrainte seuil macroscopique ne dépend que du seuil d'écoulement du fluide porteur et de la fraction volumique en particules, conformément à l'intuition physique. On obtient pour les deux schémas des valeurs de la viscosité macroscopique qui ne dépendent pas de la contrainte seuil du fluide porteur. Ces résultats théoriques ont été comparés à des résultats de la littérature, et à des résultats expérimentaux obtenus en utilisant une procédure assurant que le matériau testé est « le plus isotrope possible » (*cf.* Approche expérimentale). Les résultats obtenus pour le seuil et le module d'élasticité complexe des suspensions testées se comparent très bien aux résultats théoriques.

Blocage granulaire

La présence de grosses particules au sein du béton peut bloquer le remplissage des coffrages dans les zones contenant une densité importante d'armatures métalliques. Nous avons réalisé un ensemble de tests avec des matériaux modèles (suspensions concentrées, mélanges bidispersés de grains secs) au passage de tamis de différentes dimensions qui nous ont permis d'extraire des caractéristiques générales du blocage : le blocage d'un orifice se produit lorsque le diamètre de l'objet est égal à une fraction du diamètre de l'orifice, la probabilité de blocage augmente avec la concentration en objet et avec le volume de suspension passant à travers le tamis. Nous avons mis en place un modèle probabiliste permettant de calculer la proportion de particules restant bloquées en fonction du volume de matériau, de la concentration en particules et du rapport de diamètres. Ce modèle s'est avéré capable de très bien reproduire nos résultats expérimentaux. Son grand intérêt est qu'il peut être utilisé dans des situations variées, telle la filtration en milieu poreux. Ces résultats ont fait l'objet de brefs articles dans *Pour la Science*, *Physical Focus* et le *Journal du CNRS*. Dans le cas des mélanges granulaires bidispersés, nous avons généralisé la loi connue pour les écoulements monodispersés à travers un orifice, montré la réduction importante du seuil de blocage, et déterminé la dynamique du colmatage progressif.

6.3. Matériaux granulaires

Nous étudions le comportement mécanique d'assemblées de grains macroscopiques en interaction à leurs contacts, par élasticité, frottement, collision ou cohésion. Ces matériaux, selon l'histoire des sollicitations subies, peuvent présenter des comportements de type solide ou fluide. La description des origines de leurs propriétés mécaniques, liées à la géométrie des assemblages, échappent aux intuitions et aux démarches de changement d'échelles. Les simulations discrètes (SD) ont permis de classifier les régimes de comportement rhéologique, de mieux comprendre l'influence des paramètres micromécaniques et de proposer des améliorations des lois constitutives macroscopiques. Ces travaux numériques sont confrontés à des expériences sur des matériaux modèles (IRM couplée à la rhéométrie, écoulements sur plans inclinés, etc.).

Assemblage et déformation quasi-statique de matériaux non cohésifs

Les propriétés mécaniques des matériaux granulaires en régime quasi-statique dépendent du procédé d'assemblage, qui conditionne la structure initiale. On a porté une attention particulière à l'influence sur la microstructure de différents procédés de fabrication. On a étudié la géométrie de configurations d'équilibre isotropes de grains sphériques produites par compression dans une situation de lubrification idéale (suppression du frottement) ou densifiées par vibrations, celle des échantillons assemblés par pluviation contrôlée ou encore les échantillons plus lâches obtenus grâce à la cohésion capillaire pendant l'assemblage. Il a été vérifié que les échantillons sans frottement réalisent la limite idéale du compactage maximal aléatoire, à moins qu'une agitation prolongée ne densifie encore davantage le matériau. Les assemblages compactés par vibration peuvent présenter des densités aussi élevées, mais avec un nombre de coordination beaucoup plus faible. Ce n'est qu'en faisant intervenir des forces capillaires lors de l'assemblage que l'on obtient des densités inférieures à la densité critique – comme dans le procédé de « damage humide » en laboratoire. Il a été vérifié que l'augmentation de la contrainte de confinement ne modifie que faiblement la microstructure, mais un cycle de compression peut cependant diminuer le nombre de coordination. Si celui-ci est toujours inaccessible à l'expérience pour les matériaux usuels en 3D, il n'en est pas de même des modules élastiques, qui en fournissent indirectement une mesure. Au-delà du régime élastique des très faibles déformations (dont les limites ont été évaluées) les SD ont souligné l'importance de distinguer les déformations macroscopiques associées aux réarrangements du réseau des contacts de celles qui résultent des déformations des contacts eux-mêmes. Selon que la réponse mécanique du matériau sera dominée par l'un ou l'autre de ces phénomènes, ses propriétés différeront nettement. Les mécanismes de déformation, la possibilité d'appliquer un modèle élasto-plastique et la tendance à la localisation du cisaillement dans des matériaux modèles simulés ont été étudiés avec l'équipe « Géotechnique », et donnent lieu à une collaboration avec le laboratoire S3R de Grenoble. Une étude des matériaux granulaires modèles lâches, où il s'agit de comparer les SD et l'expérience pour tenter de cerner les origines de phénomènes de « *stick-slip* », est engagée avec le laboratoire des géomatériaux de l'ENTPE.

Assemblages granulaires liés

La modélisation de matériaux granulaires en présence d'un liant visqueux en faible teneur dans les interstices est une direction de recherches nouvelle. Les applications visées concernent la limite des suspensions très concentrées et les matériaux de chaussées avec liant bitumineux. Un premier résultat concerne la limite des grains idéalement lubrifiés par le liant : un tel assemblage de billes non frottantes possède un angle de frottement interne faible mais non nul, mais est dépourvu de dilatance – d'autres interactions sont donc à prendre en compte si l'on observe que la viscosité d'une suspension monodispersée de billes diverge à une compacité inférieure à celle du compactage maximal aléatoire.

Assemblage et consolidation plastique de matériaux cohésifs

Dans de nombreux matériaux granulaires, il s'ajoute une force attractive entre les grains (adhésion de Van der Waals, tension capillaire, cimentation) aux forces de contact usuelles. À travers son influence sur la microstructure (formation d'agrégats), la cohésion affecte notablement le comportement mécanique. Elle est caractérisée par son intensité (rapport de la force de traction maximale dans un contact à la force moyenne issue de la pression de confinement) et par le rapport de la portée des interactions attractives à la taille des grains. Par SD, en collaboration avec l'université de Séville, nous avons obtenu des comportements similaires à celui des poudres. Les matériaux cohésifs présentent dans leurs configurations géométriques à l'équilibre une variabilité bien plus grande que sans cohésion. Si on laisse les grains former des agrégats sous l'action de leurs vitesses initiales aléatoires avant de comprimer, on forme des structures très lâches, fractales à petite échelle. On retrouve la dimension fractale des modèles géométriques d'agrégation en dépit d'une coordinance qui peut varier. Ces structures s'effondrent sous chargement proportionnel croissant, ce qui donne une « courbe de consolidation » analogue à celles des poudres et des argiles. Dans cette évolution, la taille du « blob » fractal, qui est l'échelle caractéristique des plus grands pores, va décroissant. Ce comportement est dicté par l'intensité de la cohésion et on a évalué sa sensibilité aux paramètres micromécaniques.

Écoulements

En collaboration avec l'université de Californie à Santa Barbara, nous avons étudié les mécanismes microscopiques qui déterminent la contrainte moyenne dans un écoulement granulaire sec. Par simulation discrète, nous avons testé quantitativement l'hypothèse fondamentale de la théorie cinétique, selon laquelle la contrainte est dominée par le transport de quantité de mouvement lors de collisions binaires. Nous avons observé que la contribution relative des collisions binaires à la contrainte totale décroît graduellement à mesure que le matériau granulaire est plus dense et que le coefficient de restitution s'affaiblit. Il y a donc une transition graduelle entre un régime collisionnel et un régime où la contrainte est portée par des chaînes de forces qui se font et se défont à une échelle de temps très rapide. Nous avons montré que cette transition est caractérisée par une longueur de corrélation des forces qui divergent à l'approche du blocage. Nous avons développé un contexte théorique permettant de rendre compte de l'existence de ces chaînes de forces transitoires et de leur contribution à la contrainte totale.

Comportement aux interfaces

Avec l'équipe « Géotechnique », nous avons étudié le comportement d'interface des matériaux granulaires non cohésifs, en particulier l'amorçage du cisaillement, qui dépend du matériau granulaire, de son état initial, de la géométrie de l'interface et de l'histoire de ce chargement. Nous avons mené des SD du cisaillement d'une assemblée de disques confinés entre un cylindre intérieur rugueux tournant à vitesse contrôlée et un cylindre extérieur exerçant une pression également contrôlée. La mise en place de conditions aux limites périodiques a permis de limiter considérablement le nombre de grains. Nous avons étudié les facteurs initiant le cisaillement et le régime de cisaillement stationnaire, particulièrement au voisinage du cylindre intérieur, où l'on observe une localisation du cisaillement. On a mis en évidence deux régimes d'écoulement : un régime dense, au-dessus du seuil d'écoulement, dans lequel le comportement mis en évidence en cisaillement homogène (dépendance du frottement effectif et de la fraction solide en fonction du nombre inertiel) est quantitativement identique, un régime quasi-statique, en dessous du seuil d'écoulement, où le fluage activé par la rugosité de la paroi conduit à une localisation exponentielle du cisaillement. En parallèle a été menée une étude expérimentale sur matériau modèle dans deux dispositifs de cisaillement annulaire à contrainte radiale imposée. L'ACSA permet d'appliquer des contraintes de confinement importantes, et de mesurer des informations macroscopiques, ainsi que le profil de vitesse à la paroi inférieure. Nous avons mis au point un modèle réduit inséparable dans l'IRM (mini-ACSA), permettant de mesurer les déformations à l'intérieur de la cellule de cisaillement et de quantifier l'influence des parois horizontales. Les études expérimentales et numériques, en bon accord, ont montré la diminution du frottement effectif du matériau à la paroi lorsque la rugosité du cylindre intérieur diminue.

7. Équipe « IRM »

Chercheurs : Stéphane Rodts, Paméla Faure
Ingénieur d'études : François Bertrand
Doctorant : Julie Magat

Bien que de conception proche des imageurs biomédicaux, l'IRM du LMSGC s'en distingue par un champ magnétique faible (0,5T), plus adapté à l'étude de systèmes fortement hétérogènes, et par sa configuration verticale qui autorise l'étude de mouvements de chute et/ou de phénomènes pilotés par la gravité. Son diamètre d'ouverture de 40 cm a en outre permis de l'équiper de véritables machines d'essai pour solliciter des échantillons mécaniquement ou thermiquement à l'intérieur même de l'aimant. Pour beaucoup, les études impliquant l'IRM sont entreprises en collaboration avec des équipes extérieures, mais nous menons une activité propre concernant certains aspects des matériaux cimentaires, ainsi que d'indispensables développements de « pure » méthodologie (méthodes d'acquisitions, traitement de signal). Sans renier l'imagerie 3D traditionnelle, l'imagerie menée au LMSGC se veut axée sur une cartographie quantitative de données physiques précises (mesure de champs de vitesse, dosages de constituants en rhéologie, teneur en eau dans les milieux poreux, etc.). Des voies d'investigation plus proches de la spectroscopie RMN sont également explorées, notamment la

relaxométrie, aussi riche de possibilités que d'interrogations en matière d'analyse du ciment et des milieux poreux.

Sédimentation et consolidation d'une vase

En ingénierie fluviale et maritime la formation d'un dépôt par sédimentation-consolidation reste problématique car il faut retirer des sédiments chaque année si l'on veut assurer un profondeur navigable dans les chenaux. Nous avons mené une étude de ce phénomène par IRM dans le cadre d'une collaboration avec le CETMEF. Pour cela nous avons suivi l'évolution spatio-temporelle des profils verticaux de concentration au sein d'une suspension colloïdale modèle (kaolin) et d'une suspension naturelle (vase du port du Havre). Une adaptation de la séquence de mesure à été indispensable pour les expériences sur la suspension naturelle en raison de son faible temps de relaxation T_2 (de l'ordre de 3 ms). Les résultats expérimentaux ont été confrontés à un modèle numérique 1D aux éléments finis doté d'un algorithme (par correction du flux convectif, FCT) pour la capture de choc.

Sédimentation dans les suspensions en écoulement

En collaboration avec G. Ovarlez (équipe « Rhéophysique des pâtes et des milieux granulaires »), nous avons réalisé des expériences de cisaillement d'une suspension de particules dans un fluide à seuil. Les particules, plus denses que le fluide interstitiel, sont suspendues dans ce fluide lorsqu'il est au repos, mais tombent sous l'effet de la gravité lorsque la suspension s'écoule. Ce phénomène est classique et pose des problèmes dans diverses applications dans le domaine du génie civil. Les mesures par IRM nous fournissent la distribution de concentration au cours du temps, dont il est possible d'extraire une vitesse caractéristique de sédimentation. Ces résultats sont en cours d'analyse.

7.1 Vélométrie par IRM

Travaux méthodologiques

Vis-à-vis de la mesure de champs de vitesse par IRM, quelques innovations majeures ont été apportées à la méthode dite de « vélocimétrie par codage de phase », autant dans la manière d'envisager l'acquisition qu'au niveau du traitement des données. Nous avons par ce biais obtenu d'importants gains en rapport signal sur bruit, régulièrement d'un facteur compris entre dix et cent. Cela a permis de systématiser les mesures sur des fluides traditionnellement jugés difficiles, voire impossibles, pour la technique, du fait de leur faible densité, ou de leurs temps de relaxation très courts (pâtes de ciment gris, argiles naturelles, mousses). Ces techniques sont essentiellement utilisées pour dresser des quasi-instantanés de champ de vitesse à l'intérieur de cuves de rhéométrie de diverses géométries (Couette, et plus récemment cône-plan) et suivre de manière fine, à l'échelle de la minute, l'évolution des propriétés d'écoulement dans des systèmes thixotropes. Au plan rhéologique, les mesures d'IRM apportent une précision de renseignement sans précédent comparativement aux rhéomètres classiques de laboratoire. De manière plus ponctuelle, des mesures d'écoulement autour de géométries plus complexes (en l'occurrence, un modèle réduit de malaxeur à bétons) ont pu être testées en collaboration avec une unité nantaise du LCPC, dans le but de disposer de données expérimentales pour caler des codes de calcul.

La vélocimétrie se complète progressivement d'un ensemble de protocoles de mesure visant à sonder d'autres caractéristiques des échantillons, notamment, les temps de relaxation RMN (caractéristiques de certaines propriétés physico-chimiques des échantillons, susceptibles d'évoluer en cours d'écoulement). Sur la base de ces mesures, il a été mis au point une méthode pour quantifier, dans les émulsions eau/huile, la concentration locale en chacun des deux fluides. Cette méthode, qui s'affranchit des problèmes techniques d'inhomogénéités de champ inhérentes aux milieux hétérogènes, est actuellement utilisée pour suivre les phénomènes de ségrégation sous cisaillement.

Applications

Un nouveau dispositif insérable dans l'IRM, le mini-ACSA a été mis au point pour étudier le comportement de matériaux granulaires secs ou pâteux et particulièrement de l'interface lors du cisaillement. Il est constitué d'une cellule de cisaillement Couette réalisée en matériaux non magnétiques dans laquelle on contrôle la pression radiale de l'échantillon. Il permet de mesurer les vitesses et les déformations à l'intérieur de la cellule et de quantifier l'influence des parois horizontales. En jouant sur les pièces qui forment le fond et le couvercle de la cellule, il est possible de mesurer le couple total transmis à l'échantillon ou le couple transmis par la paroi latérale seule. La pression de confinement (max. 150 kPa) appliquée à travers une membrane en latex sur la surface latérale de l'échantillon, est pilotée par un contrôleur pression/volume extérieur. Un capteur à fibre optique, compatible IRM, mesure la valeur de la pression localement, juste derrière la membrane. Grâce à un réducteur de rapport 1/10 monté directement sur la cellule, la plage de vitesse de rotation est de 0.1 à 10 t/mn. Une modification de la séquence IRM de mesure de vitesse a été réalisée permettant de mesurer simultanément des profils de vitesse à différentes cotes z. Les premiers résultats obtenus ont permis de mettre en évidence l'influence des parois horizontales sur le cisaillement des grains (thèse de G. Koval).

Extrusion des pâtes

Dans le cadre de l'ANR « Physique de l'extrusion des pâtes », programme blanc jeune chercheur 2005, un dispositif d'extrusion insérable dans l'IRM a été mis au point durant ces dernières années par l'équipe technique transversale des équipes de Navier dans le bâtiment Kepler. Les premières expériences d'extrusion de fluides à seuil modèles ont été réalisées avec ce dispositif au cours de l'année 2008. Le principe de l'extrusion est le passage forcé d'un fluide d'une section d'écoulement à une autre plus petite. Le fluide subit une composition complexe de mouvements de compression et de cisaillement. Dans l'industrie, ce procédé est utilisé couramment pour mettre en œuvre ou fabriquer des pâtes de l'agro-alimentaire (biscuit, gâteaux, chocolat), du génie civil (béton haute-performance, céramiques, colles) ou de la cosmétique (dentifrice, crème). L'IRM permet d'obtenir une information détaillée sur le champ de vitesse et la distribution de densité au sein du matériau en cours d'écoulement. On peut ainsi étudier le comportement local des fluides à seuil homogènes dans des géométries complexes, et le comparer aux prédictions des simulations numériques dans le but de valider des lois de comportement 3D. Nous allons aussi étudier prochainement les phénomènes de migration ou de coincement se produisant avec de nombreuses pâtes granulaires en cours d'extrusion.

Injection dans les milieux poreux

Le dispositif décrit ci-dessus est également utilisé pour étudier le transfert de liquide ou de pâtes à travers un milieu poreux modèle. Les premières expériences ont été réalisées cette année dans le cadre de la thèse de X. Clain en collaboration avec la division MSRGI du LCPC (C. Chevalier) et avec l'équipe « Géotechnique » de Navier (J. Canou et J.-C. Dupla). À terme, elles doivent permettre de mesurer la distribution statistique des vitesses de façon à élaborer, sur des bases physiques plutôt que phénoménologiques, une loi de Darcy pour les fluides non-newtoniens.

7.2 Matériaux poreux

Matériaux cimentaires

La faible quantité d'eau, l'inhomogénéité du milieu et la présence de molécules paramagnétiques (fer) rend les expériences RMN difficiles : le signal disparaît rapidement. Le développement de méthodes IRM adaptées permet d'accéder à la répartition de l'eau libre (imagerie SPI), et à l'environnement de l'eau associé à des tailles de pores (relaxation T_1). L'IRM, en étant non-destructive, permet l'utilisation combinée des deux méthodes sur des matériaux cimentaires de l'état frais à l'état durci.

Single Point Imaging (SPI), ou comment imager les matériaux cimentaires

Cette méthode permet de réaliser des mesures 1D et 3D et de localiser l'eau « libre » (contenue dans les pores). Le signal est obtenu avec un délai très court entre l'excitation et l'acquisition, ce qui est une nécessité absolue pour des matériaux relaxant rapidement, et permet de s'affranchir des inhomogénéités du champ magnétique. Il est alors possible de mesurer le pourcentage d'eau libre (validé par la perte au feu) pour les mesures 1D. Les expériences 3D, plus longues, apportent des informations plus qualitatives.

Temps de relaxation T_1 , un outil puissant pour sonder la micro-structure

La séquence IR (*Inversion-Recovery*) permet de suivre des phénomènes plus complexes. Le signal obtenu varie avec un délai de la séquence (t_i) de manière généralement mono-exponentielle. Par contre, pour un milieu poreux, l'évolution du signal est multi-exponentielle et l'utilisation de l'inversion de Laplace permet d'obtenir une distribution des T_1 qui peut être associée à des tailles de pores (gamme : 10-500Å, ou plus). Il est alors possible de suivre la structuration de matériaux cimentaires. Récemment, nous avons développé des séquences permettant la mesure de T_1 localisée. L'intérêt est de pouvoir observer l'évolution de gradients de micro-structure.

Applications

Effet du séchage sur la microstructure

Il s'agit de mieux comprendre les phénomènes de structuration des matériaux au cours du temps, sous l'influence du séchage (humidité relative contrôlée). En collaboration avec l'équipe « Physique et mécanique des milieux poreux » (S. Caré) l'évolu-

tion de la structure des éprouvettes a été suivie grâce aux profils et images SPI et aux mesures de T_1 . Nous avons suivi la disparition de l'eau par effets combinés du séchage et de l'hydratation, et observé l'influence du séchage sur les pores du gel, ainsi que l'effet de cure du ressuage. Cette étude s'est poursuivie avec la thèse de J. Magat, soutenue à l'automne 2008.

Distribution de taille des pores

Un des buts de la thèse de J. Magat consistait à identifier les différents pics d'une distribution de T_1 en fonction de la taille et de la gamme des pores. Pour cela, nous nous sommes appuyés sur les méthodes classiques d'exploration des pores (porosimétrie au mercure, adsorption/désorption azote, cryoporométrie).

Imbibition

Des images 3D d'un béton de ciment blanc fourni par PCM ont été enregistrées pendant l'imbibition multidirectionnelle. Cela permet l'observation de la progression du front de saturation vers le cœur de l'imbibition. Le suivi de l'imbibition 1D de mortiers de ciment gris fournis par M Thiery de la division BCC du LCPC permet un suivi dynamique de l'avancement du front d'imbibition de l'eau.

Suivi de la prise du ciment

On a mené la mesure de T_1 pendant l'hydratation de pâtes de ciment en faisant varier les formulations : le E/C, l'origine du ciment, la présence de sels ou d'adjuvants. La confrontation des résultats RMN avec ceux obtenus par calorimétrie permet d'identifier les cinq étapes de la prise : (1) réaction initiale, (2) période d'induction (phase dormante), (3) prise/durcissement, (4) transformation de l'ettringite en monosulfate, (5) évolution lente de l'hydratation.

Personnel

Chercheurs (41)

NAVIER Centre (2)

COUSSY Olivier
VANDAMME Matthieu

Équipe « Géotechnique » (10)

CANOUE Jean
CORFDIR Alain
CUI Yu Jun
DE GENNARO Vincenzo
DELAGE Pierre
DUPLA Jean-Claude
FRANK Roger
GATMIRI Behrouz
PÉREIRA Jean-Michel
SULEM Jean

Équipe « Dynamique des structures et identification » (4)

ARGOUL Pierre
DUHAMEL Denis
ERLICHER Silvano
YIN Honoré

Équipe « Structures hétérogènes » (9)

ALAOUI Amina
CARON Jean-François
EHLACHER Alain
FÉRAILLE Adélaïde
FORÊT Gilles
LEGOLL Frédéric
LE ROY Robert
NEDJAR Boumédienne
SAB Karam

Équipe « Micromécanique et calcul des structures » (3)

de BUHAN Patrick
DORMIEUX Luc
GARNIER Denis

Équipe « Physique et mécanique des milieux poreux » (6)

AZOUNI Aza
CARÉ Sabine
DANGLA Patrick
FEN-CHONG Teddy
LEMARCHAND Éric
SHAHIDZADEH BONN Noushine

Équipe « Rhéophysique des pâtes et milieux granulaires » (6)

CHATEAU Xavier
CHEVOIR François
COUSSOT Philippe
LEMÂÎTRE Anaël
OVARLEZ Guillaume
ROUX Jean-Noël

Équipe « IRM » (3)
 COUSSOT Philippe
 FAURE Paméla
 RODTS Stéphane

Enseignants-chercheurs (2)

Équipe « Structures hétérogènes » (1)
 BAVEREL Olivier

Équipe « Dynamique des structures et identification » (1)
 POINT Nelly

Chercheurs émérites (1)

Équipe « Dynamique des structures et identification » (1)
 CHEVALLIER Dominique

Chercheurs contractuels (3)

Équipe « Micromécanique et calcul des structures » (1)
 HASSEN Ghazi

Équipe « Rhéophysique des pâtes et milieux granulaires » (1)
 RAGOULLIAUX Alexandre

Équipe « Géotechnique » (1)
 TANG Anh-Minh

Chercheurs et enseignants chercheurs invités (8)

Navier centre (1)
 SANTAMARINA Juan-Carlos

Équipe « Géotechnique » (2)
 VULLIET Laurent
 ZHANG Jiru

Équipe « Dynamique des structures et identification » (1)
 GARIBALDI Luigi

Post-doctorants (16)

Équipe « Géotechnique » (8)
 CHEN Yugang
 DENG Yong-Feng
 GHABESLOO Siavash
 LAKSHMINKANTHA M.-R.
 MUNOZ-CASTEBLANCO José
 QUIAN Lixing
 TAMAGNINI Roberto
 SEIF EL DINE Bassel

Équipe « Dynamique des structures et identification » (2)
 MINGHINI Fabio
 ROUBY Corinne

Équipe « Structures hétérogènes » (1)
 BONGUÉ BOMA Malika

Équipe « Physique et mécanique des milieux poreux » (1)
 PETKOVIC Jelena

Équipe « Rhéophysique des pâtes et milieux granulaires » (4)
 GOYON Julie
 LAHMAR Flavien
 KOGAN Michaël
 RABIDEAU Brooks

Doctorants (63)

NAVIER Centre (1)
 BROCHARD Laurent

Équipe « Géotechnique » (19)
 ANDRIA-NTOANINA Irina
 ARSON Chloé
 BOUASSIDA Yosra
 CHAU Truong-Linh
 DINH Anh-Quan
 DOAN Dinh-Hong
 HEMMATI Sahar
 MAGHOUL Pooneh
 MESSEN Younès
 MOHAJERANI Merdokht
 MONFARED Mohammad
 MUNOZ-CASTELBLANCO José
 NGUYEN Ha-Dat
 NGUYEN Hong-Viet
 TA An Ninh
 TALI Brahim
 TRINH Viet-Nam
 VU The-Man
 VU Manh-Huyen

Équipe « Dynamique des structures et identification » (8)
 BODGI Joanna
 HA-MINH Duc
 HAMMOUD Mohammad
 MAGHOUL Pooneh
 PECOL Philippe
 PEYRET Nicolas
 MEFTAH Rabie
 NGUYEN Hong-Hai

Équipe « Structures hétérogènes » (16)

BELHAK Wafa
 BOUHAYA Lina
 CHATAIGNER Sylvain
 DESBOIS Tiffany
 DUONG Van Anh
 LEBEE Arthur
 LE DANG Huy
 LY Quoc-Hung
 MAI Si-Hai
 NGO Quang-Tien
 NGUYEN Duc-Thai
 NGUYEN Trung-Viet-Ahn
 NGUYEN Trung-Kien
 SAHLAOUI Ramzy
 SAYED AHMAD Firas
 TRAN Nhu-Cuong

Équipe « Micromécanique et calcul des structures » (6)

BRISARD Sébastien
 CARATINI Grégory
 CARIOU Sophie
 FRITSCH Andréas
 NGUYEN Sy-Tuan
 THAI SON Quang

Équipe « Physique et mécanique des milieux poreux » (2)

BOURGUIGNON Elsa
 ZENG Qiang

Équipe « Rhéophysique des pâtes et milieux granulaires » (10)

AVENDANO Jorge
 BARRAL Quentin
 BOUJLEL Jalila
 CHATTORAJ Joyjit
 CLAIN Xavier
 HAMMOUTI Abdelkader
 MAHAUT Fabien
 PEYNEAU Pierre-Emmanuel
 TRAN Bao-Viet
 VU Thai-Son

Équipe « IRM » (1)

MAGAT Julie

Doctorants invités (8)**Équipe « Géotechnique » (6)**

BEKKI Hadj
 BENGHALIA Yacine
 BENMEDDOUR Djamel
 KARRAZ Khaldoun
 MABROUKI Abeldhak
 TANG Chao Seng

Équipe « Dynamique des structures et identification » (1)

TROVATO Andréa

Équipe « Rhéophysique des pâtes et milieux granulaires » (1)

SHOJAEE Zahra

Personnels administratifs et techniques (26)**Navier Centre – « Micromécanique et calcul des structures » (1)**

CATOIRE Nadine

Équipe « Géotechnique » (6)

BARRIERE Dominique
 BOULAY Xavier
 DELAURE Emmanuel
 FAYOL Armelle
 JEANDILLOU Alain
 THIRIAT Jérémy

**Équipe « Dynamique des structures et identification »
et équipe « Structures hétérogènes » (7)**

BARBA Géraldine
 BERNARD Christophe
 CINTRA Daniel
 KASPI Marie-Françoise
 MOREAU Gilles
 TAMAINTE Alain
 VIGO Brigitte

**Équipe « Physique et mécanique des milieux poreux », équipe
« Rhéophysique des pâtes et milieux granulaires » et équipe
« IRM » (12)**

ADELISE Délhia
 BERTRAND François
 CLERMONT Ariel
 DIAS Éric
 HAUTEMAYOU David
 LE FLOCH Yves
 MEZIERE Cédric
 MOUCHERONT Pascal
 SANCHEZ Carmen
 TOCQUER Laurent
 VALENTI Michelle
 VIÉ Philippe

BILAN QUANTITATIF

Production de connaissances

PUBLICATIONS¹

Articles parus dans le *Web of Science*

AGNOLIN Ivana, ROUX Jean-Noël

“On the elastic moduli of three-dimensional assemblies of spheres: characterization and modelling of fluctuations in the particle displacements and rotations”. *International Journal of Solids and Structures*, vol. 45, pp. 1 101-1 123

AL SHAER Ali, DUHAMEL Denis, SAB Karam, FORET Gilles, SCHMITT Laurent

“Experimental settlement and dynamic behaviour of a portion of ballasted railway track under high speed trains”. *Journal of Sound and Vibration*, vol. 316, issues 1-5, pp. 211-233

ARSON Chloé, GATMIRI Behrouz

“Excavation damage in unsaturated porous media, Key engineering materials”. *Advances in Fracture and Damage Mechanics VII*, vol. 385-387, pp. 137-140

ARSON Chloé, GATMIRI Behrouz

“On damage modelling in unsaturated clay rocks”. *Physics and Chemistry of the Earth*, vol. 33, pp. S407-S415

BEN HASSINE Wiem, HASSIS Hedi, De BUHAN Patrick

“A macroscopic model for materials reinforced by flexible membranes”. *Mechanics Research Communications*, vol. 35, issue 5, pp. 310-319

BONGUE BOMA Malika, BROCATO Maurizio

“Liquid with vapour bubbles”. *Computers and Mathematics with Application*, vol. 55, issue 2, pp. 268-284
doi : [10.1016/j.camwa.2007.04.006](https://doi.org/10.1016/j.camwa.2007.04.006)

BONN Daniel, RODTS Stéphane, GROENINK Maarten, RAFAÏ Salima, SHAHIDZADEH-BONN Noushine, COUSSOT Philippe

“Some Applications of Magnetic Resonance Imaging in Fluid Mechanics: Complex Flows and Complex Fluids”. *Annual Review of Fluid Mechanics*
doi:[10.1021/es801351g](https://doi.org/10.1021/es801351g)

BOUHAYA Lina, LE ROY Robert, FERAILLE-FRESNET Adélaïde

“Simplified Environmental Study on Innovative Bridge Structure”. *Annual Review Fluid Mechanics*, vol. 40, pp. 209-233
doi:[10.1146/annurev.fluid.40.111406.102211](https://doi.org/10.1146/annurev.fluid.40.111406.102211)

BUROV A. A, CHEVALLIER Dominique

“Dynamics of affinely deformable bodies from the standpoint of theoretical mechanics and differential geometry”. *Reports on Mathematical Physics*, vol. 62 N°3, pp. 325-363

CARON Jean-François, JULICH Saskia, BAVEREL Olivier

“Selfstressed Bowstring Footbridge in FRP”. *Composite Structures*
doi:[10.1016/j.compstruct.2008.11.009](https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2008.11.009)

CECCHI Antonella, SAB Karam

“Discrete and continuous models for in plane loaded random elastic brickwork”. *European Journal of Mechanics A/Solids*
doi:[10.1016/j.euromechsol.2008.10.007](https://doi.org/10.1016/j.euromechsol.2008.10.007)

CESBRON Julien, ANFOSSO-LÉDÉE Fabienne, YIN Hai-Ping, DUHAMEL Denis, LE HOUÉDEC Donatien

“Influence of road texture on tyre/road contact in static conditions-Numerical and experimental comparison”. *Road Materials and Pavement design*, vol. 9, issue 4, pp. 689-710

CESBRON Julien, ANFOSSO-LÉDÉE Fabienne, DUHAMEL Denis, YIN Hai-Ping, LE HOUÉDEC Donatien

“Experimental study of tyre/road contact forces in rolling conditions for noise prediction”. *Journal of sound and vibration*, vol. 320, issues 1-2, pp. 125-144

CESBRON Julien, YIN Hai-Ping, ANFOSSO-LÉDÉE Fabienne, DUHAMEL Denis, LE HOUÉDEC Donatien, FENG Zhi-Qiang

“Numerical and experimental study of multi-contact on an elastic half-space”. *International Journal of Mechanical Sciences*, vol. 51, pp. 33-40

CHATEAU Xavier, OVARLEZ Guillaume, TRUNG Kien Luu

“Homogenization approach to the behavior of suspensions of noncolloidal particles in yield stress fluids”. *Journal of Rheology*, vol. 52, n°2, pp. 489-506

CHEVOIR François, ROUX Jean Noël, DA CRUZ Frédéric, ROGNON Pierre, KOVAL Georg Jr

“Friction law in dense granular flows”. *Powder Technology*
doi:[10.1016/j.powtec.2008.04.061](https://doi.org/10.1016/j.powtec.2008.04.061)

COUSSOT Philippe, TOCQUER Laurent, LANOS C., OVARLEZ Guillaume

“Macroscopic vs local rheology of yield stress fluids”. *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics*
doi:[10.1016/j.jnnfm.2008.08.003](https://doi.org/10.1016/j.jnnfm.2008.08.003)

COUSSY Olivier, MONTEIRO Paulo

“Poroelastic model for concrete exposed to freezing temperatures”. *Cement and Concrete Research*, vol. 38, issue 1, pp. 40-48

CUI Yu Jun, TANG Anh Minh, MANTHO A. T., DE LAURE Emmanuel

“Monitoring field soil suction using a miniature tensiometer”. *Geotechnical Testing Journal*, vol. 31, n°1, pp. 95-100

CUI Yu Jun., TANG Anh Minh, LOISEAU C., DELAGE Pierre

“Determining water permeability of compacted bentonite-sand mixture under confined and free-swell conditions”. *Physics and Chemistry of the Earth*, vol. 33, pp.S462-S471
doi: [10.1016/j.pce.2008.10.017](https://doi.org/10.1016/j.pce.2008.10.017)

DALLOT Julien, SAB Karam,

“Limit analysis of multi-layered plates. Part I: the Love-Kirchhoff model”. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, vol. 56, issue 2, pp. 561-580

¹ Les articles en ligne référencés sur le système DOI (Digital Object Identifier) sont connectables au préalable sur <http://dx.doi.org>

DALLOT Julien, SAB Karam

“Limit analysis of multi-layered plates. Part II: shear effects”. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, vol. 56, issue 2, pp. 581-612

DALLOT Julien, SAB Karam, GODET O.

“Experimental validation of a homogenized plate model for the yield design of masonry walls”. *Comptes Rendus Mécanique*, vol. 336, issue 6, pp. 487-492

DALLOT Julien, SAB Karam, FORET Gilles

“Limit analysis of periodic beams”. *European Journal Mechanics A/Solids* doi:[10.1016/j.euromechsol.2008.04.001](https://doi.org/10.1016/j.euromechsol.2008.04.001)

De BUHAN Patrick, HASSEN Ghazi

“Multiphase approach as a generalized homogenization procedure for modelling the macroscopic behaviour of soils reinforced by linear inclusions”. *European Journal of Mechanics, A/Solids*, 27, issue 4, pp. 662-679

De BUHAN Patrick, HASSEN Ghazi, BOURGEOIS Emmanuel

“Numerical simulation of bolt-supported tunnels by means of a multiphase model conceived as an improved homogenization procedure”. *International Journal for Analytical and Numerical Methods in Geomechanics*, vol. 32, n°13, pp. 1 597-1 615

DELAGE Pierre, CUI Yu Jun

“A novel filtration system for polyethylene glycol solutions used in the osmotic method of controlling suction”. *Canadian Geotechnical Journal*, vol. 45, pp. 421-424

DOUTHE Cyril, BAVEREL Olivier, CARON Jean-François

“Gridshell in composite materials: towards wide span shelters”. *Journal of the International Association for Shell and Spatial Structures*, vol. 48, n°3, pp. 173-179

ERLICHER Silvano,**BURSI Oreste Salvatore**

“Bouc-Wen-type models with stiffness degradation: thermodynamic analysis and applications”. *Journal of the Engineering Mechanics ASCE*, vol. 134, issue 10, pp. 843-855

ERLICHER Silvano, POINT Nelly

“Pseudo-potentials and loading surfaces for an endochronic plasticity theory with isotropic damage”. *Journal of the Engineering Mechanics ASCE*, vol. 134, issue 10, pp. 832-842

ERLICHER Silvano, BOURQUIN Frédéric

“On the derivation of structural models with general thermomechanical prestress”. *European Journal of Mechanics A/Solids*, 27, issue 3, pp. 389-417

Fabrizi Antonin, Coussy Olivier, Fen-Chong Teddy, Monteiro Paulo

“Are Deicing Salts Necessary to Promote Scaling in Concrete?”. *Journal of Engineering Mechanics*, vol. 134, n°7, pp. 589-598
doi: [10.1061/\(ASCE\)0733-9399\(2008\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9399(2008)134:7(589))

FALL Abdoulaye, HUANG Nicolas,**BERTRAND François,****OVARLEZ Guillaume, BONN Daniel**

“Shear-thickening of cornstarch suspensions as a re-entrant jamming transition”. *Physical Review Letters*, vol. 100, issue 1, n° article 018301

FAURE Paméla, RODTS Stéphane

“Proton NMR relaxation as a probe for setting cement pastes”. *Magnetic Resonance Imaging*, vol. 26, issue 8, pp. 1 183-1 196

FRANK Roger, POUGET Pierre

“Experimental pile subjected to long duration thrusts due to a moving slope”. *Géotechnique*, London
doi: [10.1680/geot.2008.58.00.1](https://doi.org/10.1680/geot.2008.58.00.1)

FERBER V., AURIOL J.-C., CUI Yu Jun,**MAGNAN Jean-Pierre**

“On the wetting-induced volume changes of compacted clays and low plasticity soils”. *Canadian Geotechnical Journal*, vol. 45, n°3, pp. 252-265

FERBER V., AURIOL J.-C., CUI Yu Jun,**MAGNAN Jean-Pierre**

“On the swelling potential of compacted high plasticity clays”. *Engineering Geology*
doi: [10.1016/j.enggeo.2008.10.008](https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2008.10.008)

FORET Gilles, LIMAM Oualid

“Experimental and numerical analysis of RC two-way slabs strengthened with NSM CFRP rods”. *Construction and Building Materials*, vol. 22, issue 10, pp. 2 025-2 030

GATMIRI Behrouz, ARSON Chloé

“Seismic site effects by an optimized 2D BE/FE method. II. Quantification of site effects in two-dimensional sedimentary valleys”. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, vol. 28, n°8, pp. 646-661

GATMIRI Behrouz, ARSON Chloé, NGUYEN Koa Van

“Seismic site effects by an optimized 2D BE/FE method. I. Theory, numerical optimization and application to topographical irregularities”. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, vol. 28, n°8, pp. 632-645

GATMIRI Behrouz, MAGHOUL Pooneh, ARSON Chloé

“Site-specific spectral response of seismic movement due to geometrical and geotechnical characteristics of sites”. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, vol. 29, issue 1, pp. 51-70
doi : [10.1016/j-soildyn.2008.01.015](https://doi.org/10.1016/j-soildyn.2008.01.015)

GATMIRI Behrouz, ARSON Chloé

“Stock, a powerful tool for thermohydrromechanical behaviour and damage modelling of unsaturated porous media”. *Computers and Geotechnics*, vol.35, n°6, pp. 890-915

GATMIRI Behrouz, ESLAMI H.

“Wave Scattering in Cross-Anisotropic Porous Media around the cavities and inclusions”. *International Journal of Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, vol. 28, issue 12, pp. 1 014-1 027

GHABEZLOO Siavash, SULEM Jean

“Stress dependent thermal pressurization of a fluid-saturated rock”. *Rock Mechanics and Rock Engineering*
doi [10.1007/s00603-008-0165-z](https://doi.org/10.1007/s00603-008-0165-z)

GHABEZLOO Siavash, SULEM Jean, GUEDON Sylvine, MARTINEAU François, SAINT-MARC Jérémie

“Poromechanical behaviour of hardened cement paste under isotropic loading”. *Cement and Concrete Research*
doi [10.1016/j.cemconres.2008.06.007](https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2008.06.007)

GHABEZLOO Siavash, SULEM Jean, GUEDON Sylvine, MARTINEAU François

“Effective stress law for the permeability of a limestone”. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences* doi : [10.1016/j.ijrmms.2008.05.006](https://doi.org/10.1016/j.ijrmms.2008.05.006)

GHABEZLOO Siavash, SULEM Jean, SAINT-MARC Jérémie

“The effect of undrained heating on a fluid-saturated hardened cement paste”. *Cement and Concrete Research* doi : [10.1016/j.cemconres.2008.09.004](https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2008.09.004)

GHABEZLOO Siavash, SULEM Jean, SAINT-MARC Jérémie

“Evaluation of permeability-porosity relationship in a low permeability creeping material using a single transient test”. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences* doi : [10.1016/j.ijrmms.2008.10.003](https://doi.org/10.1016/j.ijrmms.2008.10.003)

GILABERT Francisco, ROUX Jean-Noël, CASTELLANOS Antonio

“Computer simulation of model cohesive powders: plastic consolidation, structural changes, and elasticity under isotropic loads”. *Physical review E*, vol. 78, issue 3, n° article 031305

GOYON Julie, COLIN Annie, OVARLEZ Guillaume, ADJARI Armand, BOCQUET Lydéric

“Spatial cooperativity in soft glassy flows”. *Nature*, vol. 454, issue 7 200, pp. 84-87

HICKMAN Randall, GUTIERREZ Marte, DE GENNARO Vincenzo, DELAGE Pierre

“Modeling of pore fluid-rock interaction as a weathering process”. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, vol.32, issue 16, pp. 1 927-1 953 doi: [10.1002/nag.703](https://doi.org/10.1002/nag.703)

JARNY Sébastien, ROUSSEL Nicolas, LE ROY Robert, COUSSOT Philippe

“Modelling thixotropic behavior of fresh cement pastes from MRI measurements”. *Cement and Concrete Research*, vol. 38, issue 5, pp. 616-623. doi : [10.1016/j.cemconres.2008.01.001](https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2008.01.001)

JARNY Sébastien, ROUSSEL Nicolas, LE ROY Robert, COUSSOT Philippe

“Thixotropic Behavior of Fresh Cement Pastes from Inclined Plane Flow Measurements”. *Applied Rheology*, vol. 18, issue 1, n°article 14 251

JEFFERIES Michael, DELAGE Pierre, COTECCHIA Federica

“Soil Behaviour: a contribution to the 60th anniversary of Géotechnique”. *Géotechnique*, vol. 58, n°5, pp. 429-433, doi :[10.1680/geot.2008.58.5.429](https://doi.org/10.1680/geot.2008.58.5.429)

KAMALIAN Mohsen, GATMIRI Behrouz, SHARAH Jiriai Morteza

“Time domain 3D fundamental solutions for saturated poroelastic media with incompressible constituents”. *Communications in Numerical Methods In Engineering*, vol. 24, n°9, pp. 749-759

KARRECH Ali, DUHAMEL Denis, BONNET Guy, CHEVOIR François, ROUX Jean-Noël, CANOU Jean, DUPLA Jean-Claude

“A discrete element study of settlement in vibrated granular layers: role of contact loss and acceleration”. *Granular Matter*, vol. 10, issue 5, pp. 369-375

KOZHEVNIKOV I.-F., CESBRON Julien, DUHAMEL Denis, YIN Hai-Ping, ANFONSO-LÉDÉE Fabienne

“A new algorithm for computing the indentation of a rigid body of arbitrary shape on a viscoelastic half-space”. *International Journal of Mechanical Sciences*, vol. 50, issue 7, pp. 1 194-1 202

LACHI HAB Adel, SAB Karam

“Does a representative volume element exists for fatigue life prediction? The case of aggregate composites”. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, vol. 32, issue 9, pp. 1 005-1 021

LEIMKUHLER Ben, LEGOLL Frédéric, NOORIZADEH Emad

“A temperature control technique for nonequilibrium molecular simulation”. *Journal of Chemical Physics*, vol. 128, n°7, n° article 074105

LY Quoc-Hung, ALAOUI Amina, BALY Laurent

“Influence of shoe midsoles dynamic properties and ground stiffness on the impact force during running”. *Computer and methods in biomechanics and biomedical engineering*, supplement, n°1, pp.149-150 doi: [10.1080/10255840802296947](https://doi.org/10.1080/10255840802296947)

MAHAUT Fabien, CHATEAU Xavier, COUSSOT Philippe, OVARLEZ Guillaume

“Yield stress and elastic modulus of suspensions of noncolloidal particles in yield stress fluids”. *Journal of Rheology*, vol. 52 n°1, pp. 287-313

MAHAUT Fabien, MOKEDDEM S., CHATEAU Xavier, ROUSSEL Nicolas, OVARLEZ Guillaume

“Effect of coarse particle volume fraction on the yield stress and thixotropy of cementitious materials”. *Cement and concrete research*, vol. 38, issue 11, pp. 1 276-1 285 doi:[10.1016/j.cemconres.2008.06.001](https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2008.06.001)

MILLS Pierre, ROGNON Pierre, CHEVOIR François

“Rheology and structure of granular materials near the jamming transition”. *EuroPhysics Letters*, vol. 81, issue 6, n° article 64005 doi : [10.1209/0295-5075/81/64005](https://doi.org/10.1209/0295-5075/81/64005)

NGUYEN T.-Q., PETKOVIC Jelena, DANGLA Patrick, BAROGHEL-BOUNY Véronique

“Modelling of coupled ion and moisture transport in porous building materials”. *Construction & building materials international journal*, 22:2185-2195

NGUYEN Trung-Kien, SAB Karam, BONNET Guy

“First-order shear deformation plate model for functionally graded materials”. *Composite Structures*, vol. 83, issue 1, pp.25-36. doi : [10.1016/j.compstruct.2007.03.004](https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2007.03.004)

NGUYEN Trung-Kien, SAB Karam, BONNET Guy

“Green’s operator for a periodic medium with traction-free boundary conditions and computation of the effective properties of thin plates”. *International Journal of Solids and Structures*, vol. 45, issue 25-26, pp. 6 518-6 534 doi:[10.1016/j.jisolsolstr.2008.08.015](https://doi.org/10.1016/j.jisolsolstr.2008.08.015)

NGUYEN Vu-Hieu, DUHAMEL Denis

“Finite element procedures for nonlinear structures in moving coordinates. Part II: Infinite beam under moving harmonic loads”. *Computers & structures*, vol. 86, issues 21-22, pp. 2 056-2 063

OPPONG Félix, COUSSOT Philippe, de BRUYN John

“Gelation on the microscopic scale”. *Physical Review E* 78, issue 2, n° 021405

OVARLEZ Guillaume, CHATEAU Xavier

“Influence of the shear stress applied during the liquid/solid transition and the rest on the mechanical properties of thixotropic yield stress fluids”. *Physical Review*, E77, issue 6, n° article 061403

OVARLEZ Guillaume, RODTS Stéphane, COUSSOT Philippe, GOYON Julie, COLIN Annie

“Wide gap Couette flows of dense emulsions: local concentration measurements, and comparison between macroscopic and local constitutive law measurements through magnetic resonance imaging”. *Physical Review E* 78, n° article 036307

PASOL L., CHATEAU Xavier

Elastic modulus of colloidal suspension of rigid sphere at rest. *Comptes Rendus de Mécanique*, vol. 336, issue 6, pp. 512-517

PEYNEAU Pierre-Emmanuel,**ROUX Jean-Noël**

“Frictionless bead packs have macroscopic friction, but no dilatancy”. *Physical Review E* 78, issue 1, n° article 011307
doi : [10.1103/PhysRevE.78.011307](https://doi.org/10.1103/PhysRevE.78.011307)

PEYNEAU Pierre-Emmanuel,**ROUX Jean-Noël**

“Solidlike behavior and anisotropy in rigid frictionless bead assemblies.” *Physical Review E* 78, issue 4, n° article 041307

POINT Nelly, ERLICHER Silvano

“Application of the orthogonality principle to the endochronic and Mroz models of plasticity”. *Materials Science and Engineering: A*, vol. 483, pp. 47-50

ROGNON Pierre, ROUX Jean-Noël, NAAÏM Mohamed, CHEVOIR François

“Dense flows of cohesive granular materials”. *Journal of Fluid Mechanics*, vol. 596, pp. 21-47

ROGNON Pierre, ROUX Jean-Noël, NAAÏM Mohamed, CHEVOIR François

“Dense flows of bidisperse assemblies of disks down an inclined plane”. *Physics of Fluids*, 19, 058101

ROGNON Pierre, CHEVOIR François, BELLOT H., OUSSET F., NAAÏM Mohamed, COUSSOT Philippe

“Rheology of dense snow flows: inferences from steady state chute-flow experiments”. *Journal of Rheology*, vol. 52, issue 3, pp. 729-748

ROUSSEL Nicolas, STAQUET Stéphanie, D’ALOIA Laetitia, LE ROY Robert, TOUTLEMONDE François

“SCC casting prediction for the realization of prototype VHPC-precambered composite beams”. *Materials and Structures (RILEM)* 205 (sous presse)

SAADA Z., GARNIER Denis,**MAGHOUS Samir**

“Bearing capacity of shallow foundations on rocks obeying a modified Hoek-Brown failure criterion”. *Computers and Geotechnics*, vol. 35, issue 2, pp. 144-154

SABEUR Hassan, MEFTAH Fekri, COLINA Horacio, PLATERET Gérard

“Correlation between transient creep of concrete and its dehydration”. *Magazine of concrete research*, vol. 60, N°3, pp. 157-163

SABEUR Hassan, MEFTAH Fekri

“Dehydration creep of concrete at high temperatures”. *Materials and structures*, 41, pp. 17-30

TANG Anh Minh, CUI Yu Jun,**BARNEL Nathalie**

“Thermo-mechanical behaviour of a compacted swelling clay”. *Géotechnique*, vol. 58, n°1, pp. 45-54

TANG Anh Minh, CUI Yu Jun, ESLAMI Javad, DEFOSSEZ Pauline

“Analysing the form of the confined uniaxial compression curve of various soils”. *Geoderma*
doi:[10.1016/j.geoderma.2008.10.012](https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2008.10.012)

TANG Anh Minh, CUI Yu Jun, LE Trung Thin

“A study on the thermal conductivity of compacted bentonites”. *Applied Clay Sciences*, vol. 41, pp. 181-189
doi : [10.1016/j.clay.2007.11.001](https://doi.org/10.1016/j.clay.2007.11.001)

TCHAMBA J.-C., AMZIANE S., OVARLEZ Guillaume, ROUSSEL Nicolas

“Lateral stress exerted by fresh fluid concrete on formwork: laboratory experiments”. *Cement and Concrete Research*, vol. 38, issue 4, pp. 459-466

YANG Chao, CUI Yu Jun, PEREIRA Jean-Michel, HUANG Mao-Song

“A constitutive model for unsaturated cemented soils under cyclic loading”. *Computers and Geotechnics*, vol. 35, issue 6, pp. 853-859
doi: [10.1016/j.compgeo.2008.08.005](https://doi.org/10.1016/j.compgeo.2008.08.005)

YIN Hai Ping

“A new theoretical basis for the bandwidth method and optimal power ratios for the damping estimation”. *Mechanical Systems and Signal Processing*, vol. 22, n°8, 1 869-1 881

Autres articles parus dans des revues de rang A**BLATZ J., CUI Yu Jun, OLDECOP L.**

“Vapour Equilibrium and Osmotic Technique for Suction Control”. *Geotechnical and Geological Engineering, Special Issue on Laboratory and Field Testing of Unsaturated Soils*, 26(6), pp. 661-673

CORFDIR Alain

« La méthode de Kranz d’hier à aujourd’hui – une revue critique ». *Revue française de Géotechnique* (accepté pour publication)

CORFDIR Alain, SULEM Jean

“Comparison of extension and compression triaxial tests for dense sand and sandstone”. *Acta Geotechnica*, vol. 3, pp. 241-246
doi : [10.1007/s11440-008-0068-x](https://doi.org/10.1007/s11440-008-0068-x)

CUI Yu Jun, ZORNBERG J. G.

“Energy balance and evapotranspiration measurement”. *Geotechnical and Geological Engineering, Special Issue on Laboratory and Field Testing of Unsaturated Soils*, 26(6), pp. 783-798

DELAGE Pierre, CUI Yu-Jun

“An evaluation of the osmotic method of controlling suction”. *Journal of Geomechanics and Geoengineering*, vol. 3 n°1, pp. 1-11

DELAGE Pierre, ROMERO Enrique

“Geoenvironmental testing. *Journal of Geological and Geotechnical Engineering*”. Special Issue on Laboratory and Field Testing of Unsaturated Soils, 26, pp. 729-749

DE GENNARO Vincenzo, FRANK Roger, SAID Imen

“Finite element analysis of model piles axially loaded in sands”. *Italian Geotechnical Journal*, vol. 2, n°8, pp. 44-62

FERBER V., AURIOL J.-C., CUI Yu-Jun, MAGNAN Jean-Pierre

« Comportement des sols fins compactés à l’humidification. Apport d’un modèle de microstructure ». *Revue Française de Géotechnique*, N°122, pp. 13-24

FRANK Roger

“Basic principles of Eurocode 7 on Geotechnical design”. *World of Geotechnics*, October, Kiev (en ukrainien)

LEGOLL Frédéric, LELIEVRE Tony, STOLTZ Gabriel

“Some remarks on sampling methods in molecular dynamics”. *ESAIM Proceedings*, vol. 22, pp. 217-233

LOIS Gregg, LEMAITRE Anaël, CARLSON Jean

“Momentum Transport in Granular Flows”. *Computers & Mathematics with Applications*, 55, 2, pp. 175-183

NGUYEN Viet Tung, CARON Jean-François

“Finite element analysis of free edge stresses in composite, laminates under mechanical and thermal loading”. *Composite Science and Technology* doi: [10.1016/j.compscitech.2007.10.055](https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2007.10.055)

PÉTRÉ G., TCHINYAMA K., AZOUNI Aza, VAERENBERGH M.-S.

“Determination of Non-Equilibrium Surface Tension Gradients in Marangoni Thermal Flows: application to Aqueous Solutions of Fatty Alcohols”. *Fluid Dynamics Materials Processing Journal*, vol. 4, N°1, 2008, pp. 1-10

STEFANO I Ioannis, SULEM Jean, VARDOULAKIS Ioannis

“Three-dimensional Cosserat homogenization of masonry structures: elasticity”. *Acta Geotechnica* doi : [10.1007/s11440-007-0051-y](https://doi.org/10.1007/s11440-007-0051-y)

THAI SON Quang, HASSEN Ghazi, De BUHAN Patrick

« Modélisation multiphasique appliquée à l’analyse de stabilité d’ouvrages en sols renforcés avec prise en compte d’une condition d’adhérence sol-armatures ». *Studia Geotechnica et Mechanica*, vol. XXX, N° 1-2, pp. 51-57

YANG Chao, CUI Yu-Jun, HUANG Mao-Song, PEREIRA Jean-Michel, KARAM Jean-Paul

“An elasto-plastic model with damage for unsaturated loess under cyclic loading”. *Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering*, vol. 27, n°4, pp. 805-810 (en chinois)

Ouvrages scientifiques**ARGOUL Pierre, POINT Nelly, DUTILLEUX Guillaume**

Problèmes inverses en génie civil, Collection Études et recherches des LPC - Série Sciences pour le génie civil - SI 15

BERTHAUD Yves, De BUHAN Patrick, SCHMITT Nicolas

Mécanique des sols. Concepts. Applications, Dunod, 310 p.

FEN-CHONG Teddy

Durabilité sous percolation et/ou cristallisation confinée en milieu poreux. Mémoire d’habilitation à diriger des recherches de l’université Paris-Est Marne-la-Vallée <http://tel.archives-ouvertes.fr>

FEN-CHONG Teddy

Physico-mécanique des matériaux alvéolaires - Application à l’instabilité dimensionnelle du polystyrène expansé. EDILIVRE, Paris (sous presse) ISBN : 978-2-8121-0042-0

Chapitres d’ouvrages**CHEVOIR François**

Physique statistique. Cours de l’École des Ponts ParisTech (1^{re} année)

GATMIRI Behrouz, MAGHOUL Pooneh, ARSON Chloé

Site-specific Spectral Response of Seismic Movement due to Geometrical and Geotechnical Characteristics of Sites, /Soil Dynamics and Earthquake Engineering/, impression en cours, disponible en ligne (SDEE 3164) <http://www.sciencedirect.com/science>

Direction d’ouvrages**CUI Yu-Jun**

(Associated Guest Editor avec A. Tarantino et E. Romero) *Geotechnical and Geological Engineering*, Special issues on Field and laboratory testing of unsaturated soils ISSN: 0960-3182 (Print) 1573-1529

CUI Yu-Jun

(Éditeur avec J.-P. Magnan, R. Cojean et Ph. Mestat) *Proceedings of International Symposium on Drought and Constructions*, LCPC/IST-Diffusion des Editions, 443 p. ISBN: 978-2-7208-2527-1

DELAGE Pierre

(Associated Guest Editor), *Physics and Chemistry of the Earth*, Special issues on “Clay in natural and engineered barriers for radioactive waste confinement (Elsevier), (in preparation)

DELAGE Pierre

Panel Member, *Géotechnique* (London) Themed Issue on Soil mechanics at the grain scale (in preparation)

DE Gennaro Vincenzo

(Associated Guest Editor), *Soils and Foundations*, Special Issue on *Structured Soils* avec L. Laloui (in preparation)

PEREIRA Jean-Michel, DE GENNARO Vincenzo, DELAGE Pierre (Editors)

Proceedings of the W(H)YDOC 08 Workshop, École des Ponts ParisTech Publisher

SCHLOSSER F., FRANK Roger (Editors)

FOREVER Synthesis of the Results and Recommendations of the French National Project on Micropiles, English Translation by I. Juran, G. Weinstein and L. Soldrysean, FHWA-ADSC (USA), 254 p.

CONGRÈS COLLOQUES ET CONFÉRENCES**Communications avec actes****ARSON Chloé, GATMIRI Behrouz**

Outline of the modelling of the excavated damages zone in geological barriers. *Proc. 1st European Conference on Unsaturated Soils*, 695 – 701, CRC Press, Durham (Royaume-Uni)

BAROGHEL-BOUNY Véronique, NGUYEN T.-Q., DANGLA Patrick
Évaluation and Prediction of RC Structures Service Life by Means of Durability Indicators and Physicochemical Models. In: *2nd Canadian Conference on Effective Design of Structures*, Hamilton, Ontario (Canada)

BAROGHEL-BOUNY Véronique, NGUYEN T. Q., DANGLA Patrick, BELIN P.
Assessment of chloride binding isotherm, CONMODO8, Delft (Pays-Bas)

BAVEREL Olivier, CARON Jean-François, BEAUGELIN Mélanie, BONTHOUX Julien, MARTIN Sarah

A concept of a beam prestressed by bending: application to a footbridge in composite materials. In: *Conference ORGACEC 08 Organic materials for construction: technical and environmental performances*, 27-29 août, Marne-la-Vallée (France)

BEN HASSINE Wiem, De BUHAN Patrick, HASSIS Hedi

Stability analysis of membrane-reinforced earth retaining structures, using a multiphase approach. Proc. *AGS'08*, 5-7 mai, pp. 387-399, Hammamet (Tunisie)

BERENGIER Michel, DROSTE Bettina, GAUVREAU Benoît, DUHAMEL Denis, AUERBACH Markus

Deufrabase: A German-French acoustic database on road pavements. In: *Acoustic'08*, 29 juin-4 juillet, Paris (France)

BICALHO K., CUI Yu-Jun, GAO Y. B.

Simulations of water content and temperature changes due to ground-atmospheric interactions. In: *International Symposium on drought and constructions SEC 2008*, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC), IST – Diffusion des Éditions, pp. 297-302, Paris (France)
ISBN : 978-2-7208-2527-1

BODGI Joanna, ERLICHER Silvano, ARGOUL Pierre, DANBON F., FLAMAND O.

Crowd-structure synchronization : coupling between eulerian flow modeling and Kuramoto phase equation. In: *Footbridges 2008*, July, Porto (Portugal)

BOUHAYA Lina, LE ROY Robert

Analyse du cycle de vie des ponts de moyenne portée - Les apports du matériau bois. In : *Journées Ouvrages d'Art - JOA 2008*, CDROM:GF13.pdf, 8 p., 28-29 mai, Bordeaux (France)

BOURGUIGNON Elsa, BERTRAND François, MOREAU C., COUSSOT Philippe,

SHAHIDZADEHBONN Noushine
Desalination of model stones by poulticing. In: *11th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone*, 15-20 septembre 2008, Torun (Pologne), (communication acceptée)

CARON Jean-François, BAVEREL Olivier, DOUTHE Cyril

Grid shells in composite materials: Potential and realisations. In: *Conference ORGACEC 08*, 27-29 août, Marne-la-Vallée (France)

CERAVOLO Rosario, DEMARIE Giacomo Vincenzo, ERLICHER Silvano

Identification of degrading hysteretic systems from seismic response data. In: *Eurodyn 2008*, July, Southampton (UK)

CESBRON Julien, ANFOSSO-LEDEE Fabienne, DUHAMEL Denis, YIN Hai Ping, LE HOUEDDEC Donatien

Experimental study of dynamical contact forces for tyre-road noise application. In: *Acoustics'08*, 29 juin-4 juillet, Paris (France)

CHATAIGNER Sylvain, CARON Jean-François, QUIERTANT Marc, AUBAGNAC Christophe

FRP to concrete or steel bonded joints: Use of the bilinear cohesive zone model to characterize the anchorage zone. In: *Conference on Composites for Construction, CCC*, 16-18 avril 2008, Porto (Portugal)

CHATAIGNER Sylvain, BENZARTI Karim, QUIERTANT Marc, CARON Jean-François, AUBAGNAC Christophe

Essais de durabilité de renforts composites collés sur béton. In : *Journées Ouvrages d'Art, JAO 2008*, 28 -29 mai, Bordeaux (France)

CHATAIGNER Sylvain, CARON Jean-François, AUBAGNAC Christophe

Design of a bonded anchorage for composite plates: Influence of the adhesive plasticity. In: *European Conference on Composite Materials, ECCM13*, 2-5 juin, Stockholm (Suède)

CHATAIGNER Sylvain, CARON Jean-François, QUIERTANT Marc, BENZARTI Karim, AUBAGNAC Christophe

Characterization of composite-to-concrete interface: use of the cohesive zone approach. In: *Conference on FRP Composites in Civil Engineering, CICE*, 22-24 juillet, Zurich (Suisse)

CHATAIGNER Sylvain, CARON Jean-François, BENZARTI Karim, QUIERTANT Marc, AUBAGNAC Christophe

Characterization of composite to concrete bonded interface: description of the single lap shear test. In: *Orgagec'08*, 27-29 août, Marne-la-Vallée (France)

CHATEAU Xavier, TRUNG Kien Luu

Dependency of self-compacting concrete rheological properties on the aggregate volume fraction. In: *SCC 2008: Challenges and Barriers to Application, The Third North American Conference on the Design and Use of Self-Consolidating Concrete*, novembre, Chicago (USA)

COLLIN F., DE GENNARO Vincenzo, DELAGE Pierre, PRIOL Grégoire

An elasto-viscoplastic model for chalk including suction effects. Proc. *1st European Conference on Unsaturated Soils*, pp. 633 – 639, CRC Press, Durham (Royaume-Uni)

CUI Yu Jun, TANG Anh Minh, MANTHO Altin, DE LAURE Emmanuel

Use of a high capacity tensiometer for soil suction monitoring in laboratory and in field. In: *International Symposium on drought and constructions SEC 2008*, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC), IST – Diffusion des Éditions, pp. 123-126, Paris (France)
ISBN : 978-2-7208-2527-1

COUSSOT Philippe, RAGOULLIAUX Alexandre, OVARLEZ Guillaume, HERZHAFT B.

Transition from a simple yield stress fluid to a thixotropic material. Actes du *XVth International Congress on Rheology*, août, Monterey (USA)

DANGLA Patrick, DRIDI W.

Rebar corrosion in carbonated concrete exposed to variable humidity conditions. In: *International Conference on Durability of Concrete Structures*, Hangzhou (China)

De GENNARO Vincenzo, PEREIRA Jean-Michel

Viscoplastic modelling of unsaturated geomaterials. Proc. *12th Int. Conference of International Association for Computer Methods and Advances in Geomechanics (IACMAG)*, 1-6th October 2008, Goa (India)

DE GENNARO Vincenzo, MENEZ B., DUPRAZ S.

Hydro-mechanical effects of bacteria induced mineralization during CO₂ injection in carbonates. Proc. *1st BioGeoCivil Engineering (BGCE) Conference, Delft (The Netherlands)*, pp. 48-49

DUC Myriam, CUI Yu Jun,**TANG Anh Minh, MAKKI Lamis,****SERRATRICE Jean-François,****CALISSANO Hélène, BERTAINA Gilles,****REIFFETECK Philippe, FERBER Valéry,****KHAY Matoren, MALOULA Aurély,****MAGNAN Jean-Pierre**

Caractérisation du comportement de retraitgonflement de l'argile de Bavent. In : *International Symposium On drought and constructions SEC 2008*, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC), IST, Diffusion des Éditions, pp. 265-272, Paris (France)
ISBN : 978-2-7208-2527-1

DUHAMEL Denis

General absorbing boundary for acoustic and elastic waves. In: *Acoustic'08*, 29 juin-4 juillet, Paris (France)

DUHAMEL Denis

Computation of absorbing boundary conditions from wave finite elements for general media. In: *EURODYN'08*, 7-9th July, Southampton (Royaume-Uni)

FEN-CHONG Teddy, FABBRI Antonin, AZOUNI Aza, COUSSY Olivier

Physico-mechanical behavior of cement structures under freezing", Proceedings de *L'International Conference on Durability of Concrete Structures (ICDCS 2008)* 26-27th November 2008, Zhejiang University Press, Hangzhou (P. R. Chine), vol. 2, pp. 872-877

FORET Gilles, PHAM Hoai-Son, LE ROY Robert

New wood bridge decks with full. In: *2nd Euro Mediterranean Symposium on Advances in Geomaterials and Structures, AGS'o8*, 5-7 mai, Hammamet (Tunisie)

FRANK Roger

Design of pile foundations following Eurocode 7. Proc. *XIV Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica*, Búzios, Rio de Janeiro (Brazil), Abstract vol. 2, p. 97, CD-ROM: GF13.pdf, 8 p. (also: Proceedings *19th European Young Geotechnical Engineers' Conference (19th EYGEC)*, 3-5th September, Győr (Hungary)

FRANK Roger

Some aspects of soil-structure interaction according to Eurocode 7 Geotechnical design. In: *International Conference on Development of Urban Areas and Geotechnical Engineering*, 16-19th June 2008, vol. 1, pp. 35-44, Saint-Petersburg (Russie)

FRANK Roger

Design of foundations in France with the use of Ménard pessuremeter tests. In: *Jornada El ensayo presiométrico en el proyecto geotécnico, CEDEX-UPC*, 24 Junio 2008, pp. 1- 16, Madrid (Espagne)

FRANK Roger

Basic principles of Eurocode 7 on Geotechnical design. Keynote Lecture, Proc. *6th Asian Young Geotechnical Engineers (6th AYGEC)*, 21-22th December, pp. 1-14, Bangalore (Inde)

GATMIRI Behrouz, AMIRZEHNI Elnaz, ARSON Chloé

Damage Concept in Multiphase Media. In: *4th Internacional Civil Engineering Conference*, April 2008, pp. 895-903, Téhéran (Liban)

GHABEZLOO Siavash, POUYA Ahmad

Numerical upscaling of the permeability of a randomly cracked porous medium. In: *12th IACMAG*, 1-6th October, pp. 2536-2543, Goa (India)

GHABEZLOO Siavash, SULEM Jean

Thermal pressurization of a fluid-saturated granular rock. In: *European Geosciences Union General Assembly*, 14-18th April, *Geophysical Research Abstracts*, vol. 10, 02790, Vienna (Autriche)

GHABEZLOO Siavash, SULEM Jean, GUEDON Sylvine, MARTINEAU François

Effective stress law for the permeability of a limestone: experimental study and microstructural modelling. In: *European Geosciences Union General Assembly*, Vienna (Autriche), 14-18th April, *Geophysical Research Abstracts*, vol. 10, 02479

GHABEZLOO Siavash, SULEM Jean, GUÉDON Sylvine, MARTINEAU François

Effet des contraintes sur la perméabilité d'un calcaire oolitique en relation avec sa microstructure. In : *JNGG'o8, Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur*, 18-20 juin, pp. 531-538, Nantes (France)

GHABEZLOO Siavash, SULEM Jean, SAINT-MARC Jérémie

Thermal pressurization and anomalous thermal expansion of the pore fluid of a hardened cement paste. Proc. *W(H)YDOC 2008, 3rd International Workshop of Young Doctors in Geomechanics*, 19-21th November, École des Ponts ParisTech (France)

HAGHIGHI Ali, GATMIRI Behrouz, DE GENNARO Vincenzo, SULTAN Nabil

Numerical analysis of piezocene penetrometer testing in partially saturated marine sediments. Proc. *1st European Conference on Unsaturated Soils*, pp. 841 – 846, CRC Press, Durham (Royaume-Uni)

HAMMOUD Mohammad, DUHAMEL Denis, SAB Karam, LEGOLL Frédéric

Coupled Discrete and Continuum Approach to the Behaviour of Ballast. In: *Ninth International Conference on Computational Structures Technology*, 2-5th September, Athens (Grèce)

HASSEN Ghazi, de BUHAN Patrick, ABDELKRIM Malek

Settlement analysis of stone column-reinforced soils by means of a homogenization-based numerical code. Proc. *AGS'o8*, pp. 255-265, 5-7 mai, Hammamet (Tunisie)

HEMMATI Sahar, AZARI Babak, GATMIRI Behrouz

Numerical modelling of the soils surface moisture changes due to soil atmosphere interaction. *Proc. 1st European Conference on Unsaturated Soils*, pp. 791 - 796, CRC Press, Durham (Royaume-Uni)

HEMMATI Sahar, CUI Yu Jun, MARTIN M., VINCENT M., VANUDHEUSDEN E.

Calibration of a water content capacitive probe. In: *International Symposium on drought and constructions SEC 2008*, Laboratoire Central des ponts et Chaussées (LCPC), IST, Diffusion des Éditions, pp.143-148, Paris (France) ISBN : 978-2-7208-2527-1

HEMMATI Sahar, GATMIRI Behrouz

Numerical modelling of tree root water uptake in a multiphase medium. *Proc. 1st European Conference on Unsaturated Soils*, pp. 785 - 790, CRC Press, Durham (Royaume-Uni)

KARRECH Ali, SEIBI Abdennour, DUHAMEL Denis

Continuum modeling of cyclically loaded rate dependent granular materials. In: *4th International Conference on Advances in Mechanical Engineering and Mechanics*, 16-18th December 2008, Sousse (Tunisia)

KOVAL Georg, CHEVOIR François, CORFDIR Alain, ROUX Jean-Noël

Comportement d'interface des matériaux granulaires. Actes des *26^e Rencontres Universitaires de Génie Civil*, juin, Nancy (France)

LEGOLL Frédéric, BLANC Xavier, LE BRIS Claude, PATZ Carsten

Coarse-graining the free energy of atomistic systems: a simple case Minisymposium In: *Atomistic to Continuum Coupling Methods for Solids, SIAM Conference on Mathematical Aspects of Materials Science*, 11-14 mai 2008, Philadelphia (USA)

LEGOLL Frédéric, BLANC Xavier, LE BRIS Claude, PATZ Carsten

Modèles réduits pour les systèmes atomistiques: approche mathématique et numérique dans un cas simple. In : *workshop ITER: aspects plasmas et matériaux*, 22 et 23 mai 2008, Paris (France)

LEGOLL Frédéric, BLANC Xavier, LE BRIS Claude, PATZ Carsten

Finite temperature coarse-graining of one-dimensional atomistic systems: some simple cases. In: *workshop Gradient models and elasticity*, 9 - 12 juin 2008, Warwick (Royaume Uni)

LEGOLL Frédéric, BLANC Xavier, LE BRIS Claude, PATZ Carsten

Coarse-graining the free energy of atomistic systems: a simple case Minisymposium In: *Fourth International Conference on Multiscale Materials Modeling (MMM-08), Mathematical issues in multiscale materials modeling*, 27-31 octobre 2008, Tallahassee (USA)

LEGOLL Frédéric, BLANC Xavier, LE BRIS Claude, PATZ Carsten

Finite temperature coarse-graining of one-dimensional atomistic systems: some simple cases. In: *workshop Interplay of Analysis and Probability in Physics*, 1-5 décembre 2008, Oberwolfach (Allemagne), 7-9 juillet (Royaume-Uni)

LEQUILLER B., FERBER V., CUISINIER O., DENELE D., CUI Yu Jun

Stability of the solidification process of a limetreated silt under percolation conditions. In: *1st International Conference on Transportation Geotechnics*, Nottingham (Royaume-Uni)

LE Manh-Hai, NAUROY Jean-François, DE GENNARO Vincenzo, DELAGE Pierre, FLAVIGNY Étienne, TANH Nguyen, COLLIAT Jean-Louis, PUECH Alain, MEUNIER Jacques

Characterization of Soft Deepwater West Africa Clays: SHANSEP Testing is Not Recommended for Sensitive Structured Clays. *Proc. Offshore Technology Conference-OTC*, Houston (sous presse)

LE Trung Tinh, LIMA Analice, DELAGE Pierre, ROMERO Enrique, CUI Yu Jun, GENS Antonio, TANG Anh Minh, LI Xiang-Ling

Water retention properties of Boom clay. A comparison between different experimental techniques. *Proc. 1st European Conference on Unsaturated Soils, E-Unsat 2008*, pp. 229 - 239, Durham (Royaume-Uni)

LE RUNIGO B., FERBER V., CUISINIER O., DENELE D. et CUI Yu Jun

Durabilité d'un limon traité à la chaux et soumis à une circulation d'eau à long terme. In : *Journées Nationales de Géologie et de Géologie de l'Ingénieur, JNGG'08*, pp. 101-108, Nantes (France)

MAGHOUL Pooneh, GATMIRI Behrouz, DUHAMEL Denis

Two-dimensional thermo-poro-mechanic fundamental solution for unsaturated soils beteq. In: *9th International conference on boundary element techniques*, 10 p., 9-11 juillet, Séville, (Espagne)

MAHAUT Fabien, CHATEAU Xavier, TRUNG Kien Luu, COUSSOT Philippe, OVARLEZ Guillaume

Suspensions of noncolloidal particles in yield stress fluids: experimental and micromechanical approaches. Actes du *XVth International Congress on Rheology*, août, Monterey (USA)

MARCHESIELLO Stefano, PECOL Philippe, GARIBALDI Luigi, ARGOUL Pierre

Dynamic identification of a bridge-like structure with crossing loads. In: *Innotech, Vibrations chocs et bruits*, 10-12 juin, Lyon (France)

MARCIAL D., DELAGE Pierre, CUI Yu Jun

Hydromechanical couplings in confined MX80 bentonite during hydration. *Proc. 1st European Conference on Unsaturated Soils, E-Unsat 2008*, pp. 249 - 255, Durham (Royaume-Uni)

MUÑOZ José-J., DE GENNARO Vincenzo, DE LAURE Emmanuel

Experimental determination of unsaturated hydraulic conductivity in compacted silt. *Proc. 1st European Conference on Unsaturated Soils*, pp. 123-127, CRC Press, Durham (Royaume-Uni)

NGUYEN H.-H., ANFOSSO-LÉBÉE Fabienne, CESBRON Julien, DUHAMEL Denis, YIN Hai Ping, ERLICHER Silvano

Dependence of the contact area on the velocity of a rolling tire. In: *Acoustic'08*, 29 juin-4 juillet, Paris (France)

NGUYEN Ha Dat, DE GENNARO Vincenzo, SORGI C., DELAGE Pierre

Hydro-mechanical behaviour of a partially saturated mine chalk: experiments and modelling. *Proc. Int. Workshop on Unsaturated Soils IWUS 08*, Trento (sous presse)

NGUYEN Ha Dat, DE GENNARO Vincenzo, SORGI C., DELAGE Pierre

Modelling the mechanical behaviour of a partially saturated mine chalk. *Proc. Int. Conf. Post-Mining 08*, Nancy (France) CD-ROM

NGUYEN Ha Dat, DE GENNARO Vincenzo, DELAGE Pierre, SORGI C.

Retention and compressibility properties of a partially saturated mine chalk. *Proc. 1st European Conference on Unsaturated Soils*, pp. 283 – 289, CRC Press, Durham (Royaume-Uni)

OVARLEZ Guillaume, CHATEAU Xavier

Influence of the shear stress applied during the flow stoppage and the rest on the mechanical properties of thixotropic suspensions. *Actes du XVth International Congress on Rheology*, août, Monterey (USA)

PEREIRA Jean-Michel, TA A.-N., CUI Yu Jun, KARAM Jean-Paul, CHAI H.-Y.

A damage model for unsaturated natural loess submitted to cyclic loading. *Proc. 1st European Conference on Unsaturated Soils*, E-Unsat 2008, pp. 647 – 652, Durham (Royaume-Uni)

PETKOVIC-LAMY Jéléna, NGUYEN T. Q., DANGLA Patrick, FEN-CHONG Teddy, MOUCHERONT Pascal,

RODTS Stéphane, AZOUNI Aza
Une étude par RMN de l'humidité et des ions pendant les transformations de phase dans les matériaux poreux". In : *32^e Journées scientifiques GFHN2007, De la particule au milieu poreux : formation, évolution et transferts*, 21-22 novembre, Bulletin du GFHN, Nantes (France)

PEYNEAU Pierre-Emmanuel, ROUX Jean-Noël

Shear Flow of Sphere Packings in the Geometric Limit. *Actes du XVth International Congress on Rheology*, août Monterey (USA)

A. Co, L. Gary Leal, R. H. Colby and A. J. Giacomin editors (CD-ROM Published by the American Institute of Physics)

RABIDEAU Brooks, LANOS Christophe, COUSSOT Philippe

The squeeze flow of pastes and imaging by MRI. *Actes du XVth International Congress on Rheology*, août, Monterey (USA)

RAGOUILLIAUX Alexandre, HERZHAFT Benjamin,

OVARLEZ Guillaume, COUSSOT Philippe
Characterization of aging and yielding for a thixotropic system as a function of concentration and using MRI velocimetry. *Actes du XVth International Congress on Rheology*, août, Monterey (USA)

ROUAINIA M., PEREIRA Jean-Michel

A constitutive model for unsaturated soils with structure degradation. In: *8th World Congress on Computational Mechanics (WCCM8)*, Venice (Italie) CD-ROM, 2 p.

SAYED AHMADF Firas, FORET Gilles, LE ROY Robert, CHIKH Nacer-Eddine

Experimental study of bond between carbon fibre-reinforced polymer (CFRP) bars and ultra high performance fibre reinforced concrete (UHPRC). In: *Analytical Models and New Concepts in Concrete and Masonry Structures*, AMCM 2008, 9-11 juin, ODZ (Pologne)

SCHMITT Laurent,**GAUTIER Pierre-Étienne, SAB Karam, DUHAMEL Denis, SAUSSINE G.**

New aspects of the dynamical effects on ballast fatigue and track settlement. In: *WCCR*, 18-22th May, Seoul (Corée)

SHAHIDZADEH-BONN Noushine,**RAFAI S., BONN D., WEGDAM G.**

Salt crystallization during evaporation impact of interfacial properties, *actes du 11th International Congress on Deterioration and conservation of stone*, 15-20th September, Torun (Pologne)

SORGI C., DE GENNARO Vincenzo, NGUYEN H-D., DELALAIN P.

Recent advances in ESEM analysis of partially saturated geomaterials. *Proc. 1st European Conference on Unsaturated Soils*, pp. 151 – 157, CRC Press, Durham (Royaume-Uni)

STEFANOU Ioannis, SULEM Jean, VARDOULAKIS Ioannis

Homogenization of interlocking masonry walls. *Proc., 3rd International Workshop of Young Doctors in Geomechanics*, W(H)YDOC 2008, 19th-21st November, École des Ponts ParisTech (France)

STROPEIT K., WHEELER S.-J., CUI Yu Jun

An anisotropic elasto-plastic model for unsaturated soils. First European Conference on Unsaturated Soils, E-unsat 2008, Durham (Royaume-Uni), pp. 625-631

SULEM Jean, FAMIN V.

Thermal decomposition of carbonates and fluid pressurisation during seismic slip. In: *European Geosciences Union General Assembly, Geophysical Research Abstracts* vol. 10, 09599, 14-18 April, Vienna (Autriche),

TA An Ninh, TANG Anh Minh, CUI Yu Jun

Suivi du profil hydrique dans le sol par mesures directes de teneur en eau. In: *Int. Sym. on drought and constructions SEC 2008*, pp. 129-134, Paris (France)

TA An Ninh, TANG Anh Minh, CUI Yu Jun, MANTHO A., CUI K

Propriétés de rétention d'eau et de compressibilité d'une argile naturelle gonflante. In : *Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur, JNGG'08*, Nantes (France), pp. 619 – 626

TAMAGNINI Claudio,**DE GENNARO Vincenzo**

Implicit integration of an extended Cam-Clay model for unsaturated soils. *Proc. 1st European Conference on Unsaturated Soils*, pp. 713 – 719, CRC Press, Durham (Royaume-Uni)

TANG Anh Minh, CUI Yu Jun,**BARNEL Nathalie**

Compression-induced suction change in a compacted expansive clay. *1st European Conference on Unsaturated Soils*, E-Unsat 2008, Durham, pp.369-374

**TANG Anh Minh, MUNOZ J.-J.,
CUI Yu Jun, DELAGE Pierre,
LI Xiang-Ling**

Experimental evaluation of the hydraulic resistance of compacted bentonite/Boom clay interface. In: *International Technical Conference on the practical aspects of deep geological disposal of radioactive waste*, ESDRED 2008, 16-18th June, Prague (République Tchèque)

**TANG Chao-Sheng, SHI Bin, CUI Yu Jun,
TANG Anh Minh**

Effect of temperature on desiccation cracking behaviour of clayey soils. *International Symposium on drought and constructions SEC 2008*, pp. 115-121, Paris (France)

**TANG Chao-Sheng, TANG Anh Minh,
CUI Yu Jun, DELAGE Pierre,
BARNICHON Dominique, SHI Bin**

On the hydro-mechanical behaviour of a compacted crushed argillite. In: *International Workshop on Unsaturated Soils 2008* (IWUS 2008), Trento (Italie)

**THAI SON Quang, HASSEN Ghazi,
De BUHAN Patrick**

A multiphase model for the seismic design of foundations reinforced by rigid inclusions. Proc. AGS'08, 5-7 mai, Hammamet (Tunisie), pp. 367-377

**THIERY Mickael, VILLAIN Géraldine,
PLATRET Gérard, CLÉMENT Jean-Luc,
DANGLA Patric**

Modelling and numerical simulation of concrete carbonation in accelerated and natural conditions. In: *International Conference Lifetime Oriented Design Concepts*, Bochum (Allemagne)

**TROVATO Andréa, ERLICHER Silvano,
ARGOUL Pierre**

A modified Wan Der Pol oscillator for modelling the lateral force of a pedestrian during walking. Proc. VCB (Vibration, Control, Bruit), Lyon (France)

**YIN Hai-Ping, DUHAMEL Denis,
CESBRON Julien, KOZHEVNIKOV Ivan,
ANFOSSO-LÉDÉE Fabienne**

A two-scale approach to contact problems between a rigid rough surface and an elastic or viscoelastic half-space. In: *WCCM8 and ECCOMAS 2008*, 30th June – 5th July 2008, Venice (Italie)

YIN Hai-Ping

Average power ratio method for damping estimation. In: EURO-DYN'08, Southampton (Royaume-Uni)

CONGRÉS, COLLOQUES ET CONFÉRENCES

Participation orale

**BOURGUIGNON Elsa,
BERTRAND François,**

**COUSSOT Philippe,
SHAHIDZADEH-BONN Noushine**
Desalination of porous building materials by poulticing. In: *Crystallization in Porous Media Workshop*, 22-23 mai 2008, Paris (France)

**CARÉ Sabine, FAURE Paméla,
MAGAT Julie**

Apport de l'IRM dans l'analyse des mécanismes de dégradation physico-chimiques des matériaux cimentaires. In: *réunion de lancement du GdR MeGe Couplages multi-physiques et multiéchelles en mécanique géo-environnementales*, 9-11 juin 2008, La Rochelle (France)

CARÉ Sabine, DANGLA Patrick

«Prise en compte des interfaces dans l'analyse des dégradations des structures en béton armé par les ions chlorure». In : *réunion de lancement du GdR MeGe « Couplages multi-physiques et multiéchelles en mécanique géo-environnementales »*, 9-11 juin 2008, La Rochelle (France)

**CHATEAU Xavier, MAHAUT Fabien,
OVARLEZ Guillaume**

Rheological properties of suspensions of noncolloidal particles in yield stress fluids. In: *22th International Congress of Theoretical and Applied Mechanics, 7th Euromech Fluid Mechanics Conference*, août, Adelaide (Australia)

CHATEAU Xavier

Morphological approach to the behavior of suspensions. In: *7th Euromech Fluid Mechanics Conference*, septembre, Manchester (Royaume-Uni)

DE GENNARO Vincenzo

Bacteria induced mineralization during CO₂ injection in porous rocks. In : *International Workshop Crystallization in porous media (CRYSPOM)*, 22-23th May 2008, Paris (France)

DELAGE Pierre

Laboratory testing, TIMODAZ Training Course on THM Issues in Deep Geological Waste Disposal, 7th July, Lausanne (Suisse)

FAURE Paméla

Études de matériaux cimentaires par IRM (SPI et relaxation T₁). In: *séminaire au LEMTA* (UMR 7563 CNRS, Nancy université), 6 mars 2008, Nancy (France)

FAURE Paméla

Suivi de la prise de matériaux cimentaires par des mesures de relaxation T₁, séminaire chez BCC, 17 mars 2008

GATMIRI Behrouz

Conceptual Approach and International Practice in Assessment and Management of Seismic Risk. In: *Fourth International Civil Engineering Conf.*, 5th April, Tehran (Liban)

GATMIRI Behrouz

Eurocode 7 and 8 and performance-based Design Methods. In: *International workshop on new trends of seismic geotechnical design based on performance and life cycle analysis*, 7th August 2008, Tehran (Liban)

GHABEZLOO Siavash

Comportement thermo-poro-mécanique des ciments pétroliers. In: *Comité Français de Mécanique des Roches*, (CFMR), 23 octobre

GHABEZLOO Siavash, SULEM Jean

Experimental study of thermal pressurization phenomenon in geomaterials. In: *19th Workshop ALERT Geomaterials*, 6-8 octobre, Aussois (France)

**LEGOLL Frédéric, BLANC Xavier,
LE BRIS Claude, PATZ C.**

Finite temperature coarse-graining of one-dimensional atomistic systems: some simple cases Max Planck Institute Oberseminar, 15 juillet, Leipzig (Allemagne)

**LEGOLL Frédéric, BLANC Xavier,
LE BRIS Claude**

Problèmes multi-échelles dans les solides cristallins: quelques exemples. In: *séminaire du LAMSID (EDF)*, 27 novembre, Paris (France)

**MESSEN Younès, CORFDIR Alain,
SCHMITTBUHL J.**

Comportement en cisaillement d'une gouge de faille synthétique : le rôle des fluides. In : *22^e Réunion des Sciences de la Terre*, 21-24 avril 2008, Nancy (France)

**PETKOVIC-LAMY Jéléna,
FEN-CHONG Teddy, RODTS Stéphane,
MOUCHERONT Pascal, AZOUNI Aza**

NMR Investigations of freezing-thawing phenomena in construction materials. In: *Crystallization in Porous Media Workshop*, 22-23 mai 2008, Paris (France)

**RAFAI S., WEGDAM G., BONN Daniel,
SHAHIDZADEH-BONN Noushine**

Salt crystallization during evaporation impact of interfacial properties. In: *CRYSPOM Workshop* - École des Ponts ParisTech, 22-23th May 2008, Paris (France)

SULEM Jean

The effect of mineral decomposition as a mechanism of fault weakening during seismic slip. In: *19th Workshop ALERT Geomaterials*, 6-8 octobre, Aussois (France)

SULEM Jean

Couplages thermo-hydro-mécaniques dans les glissements sismiques : études expérimentales et modélisation. In : *colloque Sciences de la Terre, Chantier Méditerranée* (INSU), 27-29 février, Paris (France)

SULEM Jean

Décomposition thermique des carbonates et dégagement de CO₂ lors d'un séisme. In : *Comité Français de Mécanique des Roches* (CFMR), 23 octobre

Conférences invitées**COUSSOT Philippe**

Do yield stress fluids really exist? In: *Workshop Colloidal gels and glasses*, Hersonis (Crète)

COUSSOT Philippe

Transition solide-liquide dans les pâtes d'argile. In : *Atelier Glissements de terrain et coulées, Structure Fédérative de Recherche Vulnérabilité des Ouvrages aux Risques*

CUI Yu Jun

Characterization of the loessic soils from northern France. In: *Invited Seminar EPFL*, 24 juin, Lausanne (Suisse)

De Gennaro Vincenzo

Quelques observations sur l'impact hydromécanique de la biominéralisation du CO₂ dans des formations carbonatées. In : *Invited lecture, Technical Meeting CFMR*, 23 octobre 2008, IFP Rueil-Malmaison (France)

DE GENNARO Vincenzo

Hydro-mechanical effects of bacteria induced mineralization during CO₂ injection in carbonates. In: *Invited seminar, EPFL* 13th May 2008, Lausanne (Suisse)

DE GENNARO Vincenzo

Analyse microstructurale au MEBE d'une craie soumise à chargement hydrique et mécanique. In: *Invited lecture, Scanning Electron Microscop Philips Association (SEMPA) Workshop*, 13-14th March 2008, Amiens (France)

DELAGE Pierre

On the microstructure of compacted soils of low and high plasticity. In: *Meccanica dei terreni non saturi, 3a giornata de estudio*, 28 novembre, Università de Napoli Federico II, Naples (Italie)

FRANK Roger

Eurocode 7 on geotechnical design. In: *Széchy Memorial Lecture*, 8th February 2008, Budapest (Hongrie)

French theory and practice for pile design. In: *8th Nonveiller Lecture*, Croatian Geotechnical Society Zagreb, 7th March 2008

GATMIRI Behrouz

Local site effect evaluation in seismic risk mitigation. In: *Nato Advanced Research Workshop on Seismic Risk mitigation*, 30 August to 3rd September, Sofia (Bulgaria)

LEMAITRE Anaël

The role of contact forces in concentrated suspensions: what can we learn from dry granular flows? In: *Workshop Lafarge on rheophysics*, ESPCI, Paris (France)

LEMAITRE Anaël, CAROLI Christiane

Mécanisme avalanchaire et plasticité des solides amorphes. In : *Réunion du GdR DynInter*, Tours (France)

**LEMAITRE Anaël, LOIS Gregg,
CARLSON Jean**

Réseau de forces et singularité des contraintes dans les écoulements granulaires denses à l'approche du blocage. In : *Journées Pierre Gilles de Gennes sur les Milieux Granulaires*, ESPCI (France)

OVARLEZ Guillaume

Jamming and flows of dense suspensions. In : *Workshop Lafarge on Rheophysics*, ESPCI, Paris (France)

SULEM Jean

Couplages thermo-hydro-mécaniques dans les glissements sismiques : études expérimentales et modélisation. In : *Colloque Sciences de la Terre, Chantier Méditerranée*, INSU, 27-29 février, Paris (France)

Organisation**SEC2008**

International Symposium on Drought and Construction
Y. J. Cui avec J.-P. Magnan, R. Cojean (Mines ParisTech)

ALERT 2008

Session 2: Field and Laboratory testing In: *20th Annual Workshop ALERT Geomaterials*, 8-10th October 2008, Aussois (France)
P. Delage avec M. Arroyo (UPC Barcelona)

W(H)YDOC 2008

International Workshop of Young Doctors in Geomechanics
V. De Gennaro, P. Delage et J.-M. Pereira

ORGAGEC'08

Matériaux organiques pour la construction : performances techniques et environnementales. In : *Troisième symposium européen*, Marne-la-Vallée, 27-29 août 2008
J.-F. Caron

Crystallization in Porous Media

22-23 mai 2008, Paris (France)

N. Bonn

Activités de formation

ACTIVITÉS D'ENCADREMENT

Thèse en cours

ANDRIA-NTOANINA Irina

Caractérisation dynamique des sables au laboratoire. Application à la réponse sismique des massifs sableux en centrifugeuse

ARSON Chloé

Couplages THM et endommagement des galeries de stockage nucléaires

AVENDANO Jorge

Récupération assistée du pétrole à l'aide de fluides viscoélastiques

BARRAL Quentin

Influence des particules non-colloïdales sur le comportement thixotrope et le blocage des suspensions concentrées

BOUASSIDA Yosra

Modélisation des dallages

BOUJLEL Jalila

Adhésion et glissement des pâtes granulaires

CHATTORAJ Joyjit

Rhéophysique numérique des pâtes colloïdales

CHAU Truong-Linh

Effet de la corrosion des armatures sur le comportement des murs en remblai renforcés par des éléments métalliques

CLAIN Xavier

L'injection des pâtes dans les milieux poreux

DESBOIS Tiffany

Étude du système clinker sulfo alumineux-gypse : stabilité et durabilité des hydrates

DINH Anh-Quan

Mécanismes de fonctionnement des systèmes d'inclusions rigides. Application au dimensionnement

FALL Abdoulaye

Rhéologie-épaississement de suspensions de particules non colloïdales

HA MINH Duc

Soudure par ultrasons des thermoplastiques

HAMMOUD Mohammad

Modélisation et simulation numérique du couplage continu – discret

HAMMOUTI A.

Simulation numérique directe des pâtes granulaires saturées

HEMMATI Sahar

Étude des mécanismes de déclenchement du phénomène de retrait-gonflement des argiles

JOUNEID Fadi

Modélisation probabiliste du flambement dans les matériaux cellulaires à la microstructures aléatoire : application aux mousses

LUU-TRUNG Kien

Comportement de suspensions de particules dans des fluides à seuil

LY Quoc-Hung

Caractérisation et modélisation d'un système multicouche d'élastomères et/ou cellulaires pour semelles de *running*

MAHAUT Fabien

Influence de l'inclusion de particules rigides non-colloïdales sur le comportement d'un fluide à seuil

MAGHOUL Pooneh

Solutions fondamentales en géomatériaux multiphasiques pour l'analyse de l'interaction dynamique sol-structure

MEFTAH Rabie

Une méthode multiéchelle pour le calcul de structures en dynamique : application aux vibrations et au bruit des pneumatiques

MESSEN Younès

Phénomènes de nucléation des séismes : approche expérimentale par le cisaillement d'une farine de faille modèle

MOHAJERANI Séyédé-merdok

Effets de la température sur le comportement des roches argileuses – Application au stockage des déchets

MONFARED Mohammed

Étude des couplages température-endommagement-perméabilité dans les argilites

MUNOZ-CASTELBLANCO José

Étude du comportement d'un lœss non naturel saturé

NGUYEN Ha-Dat

Influence des interactions eau-roche sur le comportement à long terme de cavités souterraines dans la craie

NGUYEN Trung-Kien

Développement des matériaux fonctionnellement gradués pour une application aux structures du génie civil

NGUYEN Trung-Viet-Anh

Conception de dalles sandwichs de pont à âme en bois

PECOL Philippe

Interaction dynamique entre la foule et une structure : développement d'une approche discrète

PEYRET Nicolas

Dissipation de l'énergie vibratoire dans les assemblages

PEYNEAU Pierre-Emmanuel

Étude de pâtes granulaires denses par simulation numérique discrète. Application au compactage des matériaux de chaussées

SAYED AHMAD Firas

Mise en précontrainte des BFUP à l'aide de matériaux composites

TA An-Ninh

Mécanisme de la propagation de la sécheresse dans les sols

TRINH Viet-Nam

Comportement hydro-mécanique des matériaux constitutifs de plateformes anciennes

VU Thai-Son

Prise en compte des interactions colloïdales dans une approche par changement d'échelle du comportement d'une pâte

Thèses soutenues**BODGI Joanna**

Synchronisation piétons-structure : application aux vibrations des passerelles souples
4 septembre 2008 à l'École des Ponts ParisTech

CHATAIGNER Sylvain

Conception et dimensionnement d'un ancrage de hauban plat en matériaux composites
12 décembre 2008 à l'École des Ponts ParisTech

CUMUNEL Gwendal

Extensomètres à fibre optique Longue Base (ELB) pour l'évaluation dynamique des structures
14 février 2008 à l'École des Ponts ParisTech

DUONG Van-Anh

Développement en dynamique d'un élément fini multicouche avec interface imparfaite
16 décembre 2008 à l'École des Ponts ParisTech

FALL Abdoulaye

Rhéologie-épaississement de suspensions de particules non colloïdales
25 juin 2008 à l'École des Ponts ParisTech

GHABELOOZ Siavash

Comportement thermo-poro-mécanique d'un ciment pétrolier
26 septembre 2008 à l'École des Ponts ParisTech

KARRAZ Khaldoun

Comportement cyclique à long terme d'un matériau granulaire modèle pour application aux infrastructures ferroviaires
12 décembre 2008 à l'École des Ponts ParisTech

KOVAL Junior Georg

Comportement d'interface des matériaux granulaires
11 janvier 2008

LE Trung Tinh

Étude du comportement thermohydromécanique de l'argile Boom
31 janvier 2008

MAGAT Julie

Apport de l'imagerie par Résonance Magnétique dans l'étude des mécanismes de destruction des matériaux cimentaires : application au suivi des modifications engendrées par le séchage
21 octobre à l'École des Ponts ParisTech

LE MANH Hai

Caractérisation physique et mécanique des sols marins d'offshore profond
28 janvier 2008 à l'École des Ponts ParisTech

NGUYEN Hoai Nam

Études numériques de la fissuration d'un milieu viscoélastique. Analyse des régimes fragile-ductile
5 décembre 2008 à l'École des Ponts ParisTech

NGUYEN Hong Hai

Une nouvelle approche numérique pour structures périodiques
12 décembre à l'École des Ponts ParisTech

NGUYEN Tam

Modèle d'endommagement des assemblages collés : identification et application à l'étude d'un essai de vieillissement accéléré
29 septembre à l'École des Ponts ParisTech

NGUYEN PHAM Phuong Thao

Étude en place et au laboratoire du comportement en petites déformations des sols argileux naturels
18 janvier 2008 à l'École des Ponts ParisTech

PHAM Tuan Long

Érosion et dispersion des sols argileux par un fluide
29 septembre 2008 à l'École des Ponts ParisTech

ROCHER-LACOSTE Frédéric

Étude expérimentale en vraie grandeur et étude numérique des pieux vibrofoncés : vibrations dans l'Environnement et Capacité Portante
15 décembre 2008 à l'École des Ponts ParisTech

ROUBY Corinne

Modélisation du contact bille - papier, de l'écoulement d'encre dans un système d'écriture et simulation de la trace
16 octobre 2008 à l'École des Ponts ParisTech

HDR Soutenues

CHEVOIR François

Écoulements granulaires

27 octobre 2008 - Université Paris-Est-Marne-la-Vallée

DUPLA Jean-Claude

Contribution à l'étude du comportement mécanique des matériaux granulaires et de l'injection des sols par des coulis de renforcement

11 mars 2008 - École des Ponts ParisTech

FEN-CHONG Teddy

Durabilité sous persolotion et/ou cristallisation confinée en milieux poreux

21 avril 2008 - Université Paris-Est-Marne-la-Vallée

NEDJAR Boumédiene

Sur quelques modélisations en mécanique non linéaire

31 janvier 2008 - École des Ponts ParisTech

Participations à des jurys de thèses (hors laboratoire)

● CUI Yu-Jun

BECK Yves-Laurent

Évaluation de l'état hydrique d'un sol fin par méthodes électriques et électromagnétiques : application géotechnique

École Centrale de Nantes et université de Nantes

● DELAGE Pierre

EZAOUI Alan

Comportement expérimental statique et dynamique des sables et modélisation élasto-visco-plastique anisotrope en petites et moyennes déformations

INSA Lyon – ENTPE, rapporteur

MARTAUD Thierry

Évaluation environnementale de la production de granulats en exploitation de carrières - Indicateurs, modèles et outils

Université d'Orléans, président du jury

BECK Yves-Laurent

Évaluation de l'état hydrique d'un sol fin par méthodes électriques et électromagnétiques : application géotechnique

École Centrale de Nantes et université de Nantes, rapporteur

BARRAL Claire

Études des transferts d'eau et de gaz dans les géomatériaux argileux utilisés dans les couvertures des installations de stockage de déchets non dangereux

INSA Lyon, président

VALES Frédéric

Modes de déformation et d'endommagement des roches argileuses profondes sous sollicitations hydromécaniques

École Polytechnique, rapporteur

● DUHAMEL Denis

CONTE F.

Modélisation CFD des phénomènes acoustiques de pompage de l'air dans un contact pneumatique/chaussée

INSA de Lyon, rapporteur

FERNANDEZ C.

Modélisation et validation expérimentale des complexes insonorisants pour les prévisions vibroacoustiques numériques basse et moyenne fréquences des automobiles

Université Paris-Est, examinateur

MALDONADO M.

Vibrations dues au passage d'un tramway : mesures expérimentales et simulations numériques

École Centrale de Nantes, rapporteur

● FRANK Roger

MANNINI E.-P., CURT C.

Évaluation de la performance des barrages en service basée sur une formalisation et une agrégation des connaissances

Université Blaise-Pascal – Clermont II, 21 janvier, président

NGUYEN NGOC THANH

Modélisation du comportement des fondations profondes dans les argiles molles

Institut Polytechnique de Grenoble, 10 mars, rapporteur

COSTA D'AGUIAR S.

Numerical Modelling of Soil-Pile Load Transfer Mechanisms

École Centrale de Paris et Instituto Superior Tecnico de Lisbonne, 21 avril rapporteur

● FORET Gilles

PEREZ-ROMERO Sergio

Approche expérimentale et numérique de la fissuration réfléctive des chaussées

Thèse du Laboratoire des Ponts et Chaussées de Nantes, 11 mars

● SAB Karam

DANAS Kostas

Évolution de la microstructure dans les milieux poreux : modélisation, implémentation numérique et applications

Thèse de l'École Polytechnique de Palaiseau

Rapport de stage scientifique École des Ponts ParisTech

BAUMHAUER Oriane

Étude du renforcement des sols par inclusions rigides

BERGHOLZ Katharina

Couplage hydromécanique et effet du temps dans les roches tendres.

Modélisation théorique et numérique du comportement d'une craie de carrière

DHUBERT D.

Développement d'un concept de table de ping-pong facilement transportable

HUANG Hélène

Étude du renforcement des sols par inclusions rigides

GRAS Jean-Basile

Étude expérimentale d'écoulements granulaires polydispersés

GUILLOU Louise

Comportement des structures hétérogènes

JUIN Mathieu

Conception d'une éolienne

KIENER A.

Dynamique des passerelles -
modélisation de l'interaction piétons -
structure

LECAT Louis

Étalonnage d'une sonde capacitive de
teneur en eau

MOUFFAK Mariam

Découverte du clinker Portland

MUDRY Laurent

Découverte du clinker-Portland

PAURON Camille

Comportement des structures
hétérogènes

PELET Nicolas

Étude du comportement cyclique de
micropieux en chambre d'étalonnage

THIBON Alfred

Essais de caractérisation de la plasticité
de l'adhésif

VIENNOT Capucine

Étude du comportement de micropieux en
chambre d'étalonnage

ZAIM Oualid

Conception d'une couverture en
matériaux composites 170x450 m

Rapport de stage de recherche**AGBEVOR Komlan (master MSROE)**

Étude du renforcement des sols par
inclusions rigides

BONTHOUX Julien (stage PFE)

Passerelle innovante en acier

DOAN Ding Hong (master MSROE)

Étude du comportement mécanique d'une
argile de grande profondeur

JACQUEMIN J. (stage PFE)

Tablier composite pour pont de secours

MAC Duy Hung (master MMS)

Étude vibratoire d'un pneumatique

MATHIEU Norman (master MSMS)

Modélisation d'un mur composite brique
réfractaire-ciment soumis à un fort
gradient thermique

SFYRA Elyza (master MSROE)

Étude du comportement cyclique de
micropieux en chambre d'étalonnage

TALI Brahim (master MSROE)

Modélisation du comportement thermo-
mécanique des argiles raides

VU Huyen (master MSROE)

Étude du comportement thermo-poro-
mécanique des gaines de ciment dans les
puits pétroliers profonds

ACTIVITÉS D'ENSEIGNEMENT**Formation continue****CUI Y.-J.**

Cycle international de géotechnique
Rappels de mécanique des sols
École des Ponts ParisTech - PFE, 7 avril

DELAGE P.

Cycle international de géotechnique
Comportement des sols - Élastoplasticité
Modèles de comportement des sols : sols
arides ; sols non saturés

École des Ponts ParisTech - PFE, 8 avril
Coordonnateur (avec R. Frank et
M. Gambin) et conférencier

FRANK R.

Cycle Applications de l'Eurocode 7
Module 1 : le calcul des fondations
- Principes de calcul des Eurocodes.
Le contenu général de l'Eurocode 7
- Les règles de calcul des fondations
superficielles et profondes selon
l'Eurocode 7
- Exemples de calcul de fondations
profondes
Coordonnateur (avec F. Baguelin
et J.-P. Magnan) et conférencier

École des Ponts ParisTech, Paris, 4-6
février et 29 septembre - 1^{er} octobre

FRANK R.

Workshop Eurocodes: background and
applications
- General presentation of Eurocode 7 on
Geotechnical design
- Pile design following Eurocode 7

European Commission, Brussels, 18-20th
February

FRANK R.

Cycle international sur la Conception
géotechnique des ouvrages et des routes
- Fondations profondes
- Soutènements
- L'instrumentation des pieux (avec
F. Rocher-Lacoste)
Coordonnateur (avec P. Delage et
M. Gambin) et conférencier

École des Ponts ParisTech, Paris, 7-25
avril

FRANK R.

Seminar on Eurocode 7
Geotechnical design Technical

Chamber of Cyprus, Nicosia, 23-24th May
and 20th November

FRANK R.

Méthodes de calcul de la stabilité des
ouvrages géotechniques
Calcul aux états-limites ultimes et de
service

École des Ponts ParisTech, 26-28 mai

FRANK R.

Cycle Applications de l'Eurocode 7
Module 2 : le calcul des soutènements
- Principes de calcul des Eurocodes
- Le contenu général de l'Eurocode 7
- Les normes d'essais et travaux
- Exemple de calcul d'un mur-poids selon
les trois approches
Coordonnateur (avec J.-P. Magnan et
P. Schmitt) et conférencier

École des Ponts ParisTech, Paris, 9-11 juin
et 8-10 décembre

FRANK R.

Utilisation de la méthode des éléments
finis dans le calcul aux états limites
ultimes (ELU)
Short Course on «The pressuremeter and
foundation design»

ABMS-APAGEO, Rio de Janeiro,
22nd August

FRANK R.

Session de formation aux Eurocodes
Module : calcul géotechnique
(Eurocode 7)
- Philosophie et principes des Eurocodes
- Règles de calcul des fondations superficielles et profondes
- Applications pratiques au calcul des fondations profondes (exercices)
Conférencier et coordonnateur (avec Y. Canépa)

Groupe Moniteur, Paris, 22 et 23 septembre

FRANK R.

Modélisation numérique des ouvrages géotechniques
L'Eurocode 7 et les méthodes numériques
École des Ponts ParisTech, Paris 18-20 novembre

Géotechnique et ses Applications
1^{er} module
- Dimensionnement des fondations profondes
- Essais de pieux et abaqes de calcul

École des Ponts ParisTech, Paris, 16-18 décembre

Cours

École des Ponts ParisTech (hors masters)

Analyse

1^{re} année
Maître de conférence : F. Legoll

Calcul et comportement des matériaux de construction

2^e année GCC
Responsable : G. Foret
Professeurs : J.-A. Calgaro et J.-M. Jaeger
Maîtres de conférence : B. Capra, P. Le Pense et R. Le Roy
Assistants : C. Bernard, G. Moreau et A. Féraille

Conception des ouvrages à risques particuliers

3^e année GCC
Responsable : P. Delage

Conception d'une raquette GMM

Semaine européenne GEI Paris
Responsable : P. Tamagny
Professeurs : J.-F. Caron et G. Foret
Assistants : C. Bernard, S. Gervillers, P.-R. Carreira et G. Moreau

Conception Flash

Semaine d'ouverture de 3^e année GMM
Responsable : P. Tamagny
Professeurs : J.-F. Caron et G. Foret;
Assistants : C. Bernard, S. Gervillers et P.-R. Carreira

Conception géotechnique des ouvrages/Applications

2^e année GCC
P. Delage, R. Frank, professeurs ;
V. De Gennaro, maître de conférences

Conception géotechnique des ouvrages, 2^e année GCC

Professeurs : P. Delage et R. Frank
Assistants : J. Canou, Y.-J. Cui, V. De Gennaro, E. De Laure, J.-P. Karam, G. Koval, Y. Maalej et I. Sais

Connaissance des Métaux

2^e année GMM
Responsable : G. Foret
Professeurs : A. Ehrlacher et J.-F. Caron
Maître de conférence : J. Gérald
Assistants : C. Bernard, G. Moreau, A. Féraille, M. Bongué-Boma, L. Gautron, F. Mignot, S. Gervillers, G. Bertolino et S. Erlicher

Acoustique

3^e année GMM
Professeur : D. Duhamel
Assistants : P. Argoul, J.-M. Beniguel, S. Erlicher, G. Moreau, P. Maghoul et A. Tamaint

Cours abaqus

2^e année GMM
Responsable : S. Gervillers
Professeur : A. Ehrlacher

Matériaux hétérogènes

3^e année GMM
Professeur : K. Sab

Matériaux composites

2^e année GMM
Professeur : J.-F. Caron
Maître de conférence : R.-P. Carreira
Assistants : S. Chataigner, C. Douthe et Q.-H. Ly

Mécanique

1^{re} année
Professeur : L. Dormieux
Maîtres de conférence : X. Chateau, D. Garnier et E. Lemarchand

Mécanique numérique

2^e année
Professeur : L. Dormieux
Maître de conférence : X. Chateau

Mécanique Physique des Matériaux GMM

Professeur : A. Ehrlacher
Assistants : S. Artiges et S. Gervillers

Mécanique des solides (structures, sols et roches)

Cours spécial pour formation FCI
Enseignants : P. Delage, V. De Gennaro et J. Sulem

Mécanique des structures

2^e année MSPI
Responsable : P. Bisch
Maîtres de conférence : B. Nedjar et S. Erlicher

Métrologie GMM

Professeur : D. Duhamel
Maître de conférence : A. Alaoui
Assistants : G. Moreau, C. Gatabin, C. Bernard, B. Froelich, G. Bouchet, F. Pinard et P. Argoul

Nanomatériaux

2^e année
A. Lemaître

Physique statistique

1^{re} année
Responsable du module : F. Chevoir
Maître de conférence : P.-E. Peyneau

Physique quantique et statistique

2^e année
Responsable du module : J.-N. Roux
Maîtres de conférence : S. Rodts et F. Le Goll

Plasticité et calcul à la rupture

3^e année
Professeur : P. de Buhan
Maîtres de conférence : G. Hassem, M. Abdelkrim et S. Montassar

Polymères

2^e année GMM
Responsable : A. Alaoui
Assistants : C. Bernard, S. Gervillers, G. Moreau et S. Erlicher

Projet Barrages

3^e année GCC
P. Delage

**Semaine d'introduction sur
« l'innovation géotechnique »**

3^e année GCC
P. Delage., J.-C. Dupla (avec T. Skrzypek,
département GCC)

**Semaine d'introduction « bétons et
innovation »**

3^e année GCC
Responsables : J.-M. Torrenti et A. Féraillé

Séminaire Design

1^{re} année
Responsable : A. Ehlacher

- Atelier Construction d'un escalier en
sable

De Gennaro V., de Laure E. (avec Skrzypek
T., département GCC)

- Atelier Coques en plâtre
Responsable : R. Le Roy
Assistant : Pham H.-S

- Atelier Conception d'un pont
Responsable : C. Douthe

- Atelier Sculptures sandwich
Responsable : J.-F. Caron
Assistant : S. Chataigner

- Atelier Tour dansante
Responsable : P. Argoul
Assistante : J. Bodgi

- Atelier Cheminée solaire
Responsable : M. Brocato
Assistante : M. Bongué-Boma

- Atelier Structures en toile
Responsable : O. Baverel

**Travaux pratiques de mécanique
des sols**

2^e année
Coordinateur : J.-C. Dupla, équipe
« Géotechnique » de l'UR Navier

**Conception et réalisation d'un *grid
shell* en composites, projet GCC**

Responsable : C. Douthe

**Mathématiques des modèles
multi-échelles S4**

Responsable : F. Legoll

UPEMLV (hors masters)**Matériaux polymères, I2000**

UPEMLV, Marne-la-Vallée
Chargées de cours : A. Alaoui et
R. Combes

Remise à niveau en mathématiques

Formation Ingénieurs 2000, Marne-la-
Vallée, 1^{re} année
S. Caré

Travaux pratiques matériaux polymères

I2000/MFPI, 2^e année, UPEMLV, Marne-la-
Vallée

Responsable : A. Alaoui
Chargés de travaux publics : C. Bernard,
G. Moreau, S. Gervillers, T.-M. Nguyen,
C. Rouby

Travaux pratiques métaux

I2000/MFPI, 1^{re} année, UPEMLV, Marne-la-
Vallée

Responsable : G. Foret
Chargés de travaux pratiques : D. Berg,
D.-T. Nguyen et J. Dallot

Mécanique des sols

Université de Marne-la-Vallée
Enseignants : V. De Gennaro, J.-M. Pereira

Autres établissements**Calcul intégral**

Élèves de 1^{re} année ingénieur
ESTP
Professeur : J.-P. Coupy
Chargée de travaux pratiques : J. Bodgi

**Calcul intégral, mathématiques
générales et calcul différentiel**

ESTP
Chargé de cours : P. Argoul

**Cours d'analyse limite et calcul à la
rupture**

3^e année ENTPE
Professeur : D. Garnier

Cours matériaux

2^e année Génie Civil
École Hassania des Travaux Publics
Professeur responsable : K. Lahlou, EHTP
Chargée de cours : A. Alaoui

Cours sur les matériaux cimentaires

Université Paris XIII, ingénieurs de
l'Institut Galilée, 3^e année
S. Caré

**Formation géophysique et
géotechnique *in situ***

Université Paris VI
Y.-J. Cui et E. de Laure

Le matériau bois pour les structures

EIVP
Maître de conférence : R. Le Roy

Les équations aux dérivées partielles

CNAM
Maître de conférences : N. Point

Les mathématiques du signal

ESCPI, École supérieure de conception et
de production industrielle
Maître de conférences : N. Point

**Matériaux composites, EPF - Fondation
LAKANAL**

5^e année
Professeur : G. Foret
Chargés de TP : F. Sayed

**Matériaux et structures composites,
module expérimental**

École Polytechnique
Responsable : J.-F. Caron
Professeur : G. Foret

Matériaux et structures dans le projet

Master 1 et 2 École nationale supérieure
d'architecture paras malaquais
Maître de conférences : R. Le Roy

Mathématiques générales

Élèves de 1^{re} année ingénieur, ESTP
Professeur : J.-P. Chaquin
Chargée de travaux pratiques : J. Bodgi

Mécanique linéaire des vibrations

ESSIE-Management
P. Argoul

Mécanique des milieux continus

École Polytechnique
Responsable : P. Le Tallec
Professeur : chargé de cours D. Duhamel

Mécanique des solides

École des Ingénieurs de la Ville de Paris
Responsable : B. Nedjar

Mécanique des sols

École des Ingénieurs de la Ville de Paris
Professeur : Y. J. Cui
Maître de conférence : J.-M. Pereira

Mécanique des sols

Formation continue Mécanique et physique des sols superficiels
École Spéciale des Travaux Publics
Chargé de cours : J.-C. Dupla

Mécanique des sols : application au calcul d'ouvrages

ITII-CNAM Champagne-Ardennes
Chargé de cours : J.-C. Dupla

Mise à niveau en résistance des matériaux

Filière « Structure et architecture » de l'École d'architecture de la ville et des territoires de Marne-la-Vallée
Responsable : C. Douthe

Mécanique des sols

Formation continue Mécanique et physique des sols superficiels
École Spéciale des Travaux Publics
Chargé de cours : J.-C. Dupla

Modélisation des matériaux composites

1^{re} année, ENSTA
Professeur : J.-F. Caron
Professeur adjoint : G. Foret

Modex Plasticité – Rupture

École Polytechnique
Responsable : P.-M. Suquet
Professeur, chargé de cours : A. Ehrlacher,

Polymères et composites à matrice organique

2^e année, École des Ingénieurs de la Ville de Paris
H.-T. Huynh

Vibration, acoustique et contrôle actif, module expérimental

École Polytechnique
Professeur, chargé de cours : D. Duhamel

Master et 3^e cycle

Master recherche « Mécanique des Sols et des Ouvrages dans leur Environnement » (MSROE) – en partenariat avec ECP/EP/Paris VI

Analyse sismique et effets de site

J. Canou

Calcul des ouvrages géotechniques et Modélisation numérique des ouvrages en site urbain

R. Frank

Matériaux discontinus et granulaires

J.-N. Roux

Mécanique des Sols et des Ouvrages dans leur Environnement

Responsable : Y.-J. Cui

Mécanique des roches

J.-N. Roux et J. Sulem

Modélisation des fondations et des soutènements

Responsable : R. Frank

Multiscale methods coupling atomistic and continuum mechanics

Technische Universität Berlin, juillet 2008
LEGOLL Frédéric

Reconnaissance géologique et géotechnique

J. Canou

Rhéologie des sols non saturés

Y.-J. Cui

Master recherche Mécanique des Matériaux et des Structures (MMS) École des Ponts ParisTech-UPEMLV**Approches multiéchelles en mécanique des milieux continus**

Professeur : K. Sab

Introduction au calcul à la rupture

X. Chateau

Introduction à la mécanique des milieux continus

P. Dangla, T. Lassabaterre

Mécanique des matériaux et des structures

Responsable : K. Sab

Mécanique des matériaux et des structures en transformation finie

Professeur : P. de Buhan
Maîtres de conférence : G. Hassen et S. Montassar

Mécanique de la rupture fragile et mécanique de l'endommagement

Professeurs : A. Ehrlacher et Q.-C. He

Méthodes d'identification de paramètres de modèles

Professeur : P. Argoul
Maître de conférence : N. Point
Assistant : B. Nedjar

Approches numériques pour la mécanique non linéaire

Professeur : D. Duhamel
Maître de conférence : B. Nedjar

Modélisation des structures multicouches

Professeur : J.-F. Caron

Séminaire d'option, cours de l'option mécanique et matériaux

Responsable : K. Sab
Assistants : A. Lachihab et A.-N. Kumar

Mastère Génie Civil Européen (GCE) École des Ponts ParisTech**Géotechnique I**

Maître de conférence : J. Canou

Géotechnique II

Professeur : R. Frank

Matériaux du Génie Civil

Responsable : F. de Larrard
Professeur : G. Foret
Maître de conférence : R. Le Roy

Master Science des Matériaux pour la Construction Durable (SMCD)**Méthodes de changement d'échelle**

L. Dormieux

Physico-Mécanique des Milieux Poreux

O. Coussy

Rhéophysique et matière molle

P. Coussot

Simulation numériques et méthodes de changement d'échelle

C. Le Bris et L. Dormieux

Autres masters**Dynamiques des structures**

Master 1 IUP-GSI
UPEMLV
Responsable : H.-P. Yin

Géotechnique sismique

Master d'ingénierie parasismique, M2, UPEMLV-École des Ponts ParisTech
Responsable : B. Gatmiri
Enseignant : J. Canou

Géotechnique sismique,

Master en Génie parasismique (MIP)
UPEMLV
Responsable : B. Gatmiri
Enseignant : J. Canou

**Cours d'école doctorale MODES
Rhéologie, Consolidation, Blocage**

X. Chateau, F. Chevoir, P. Coussot,
P. Dangla, Y.-J. Cui et J.-N. Roux

**Techniques et méthodes
expérimentales en génie civil**

Séminaire de formation de l'école
doctorale MODES
Co-responsables : J. Canou et J.-C. Dupla

Corrosion du béton armé,

Master 2 MIS
Université Paris VI, ENS-Cachan
S. Caré

**Mesure et analyse de grandeurs
physiques**

Master mention Physique et applications
P. Moucheront

Modélisation des milieux hétérogènes

École doctorale Ressources procédés
produits environnement, INPL
X. Chateau

Rhéologie des suspensions concentrées

Cours d'école doctorale, université de
Bordeaux I
G. Ovarlez

**Rhéologie des fluides complexes
Master pro fluides complexes et génie
des milieux divisés**

Université Paris VI, Paris VII, Paris XI,
UPEMLV, Cergy-Pontoise, ENS, ENS-Cachan
G. Ovarlez

**Rhéologie et mélange en génie civil -
Apport des techniques tomographiques
d'imagerie 3D**

Université de Nantes, écoles doctorales
TIM et MTGC
B. Cazacliu, G. Ovarlez et S. Rodts

**Science des procédés de traitement des
sols**

Master procédés pour la qualité de
l'environnement
Professeur : A. Azouni

Tribologie

Master 1 IUP-GSI, UPEMLV
Responsable : Q.-C. He
Chargé de cours : H. Yin

Partenariats industriels

ADEME

DUHAMEL D. et YIN H
Prediction and propagation of rolling
noise, projet DEUFRAKO, avril 2006 - mars
2009

ADEME

DUHAMEL D.
Simulation of sand propagation by the
École des Ponts ParisTech model, octobre
2007 - octobre 2009

ALSTOM

FORET G. et NEDJAR B.
Études de prédiction des dégradations de
voies ferroviaires, septembre 2007 -
septembre 2010

ARCELOR MITTAL

BAVEREL O. et CARON J.-F.
Développement d'un concept innovant de
passerelle métallique, avril-septembre
2008

Armines / Fondation MAIF

CUI Y. J.
Aléa et risque sécheresse

BIC écrit

EHLACHER A., ROUBY C.
Modélisation de la réalisation d'un trait
d'encre à l'aide d'un stylo à bille, janvier
2006 - décembre 2007

CEA

LE GOLL Frédéric
Modélisation par éléments discrets pour
la mécanique, 2008-2010

CERIB

SAB K.
Développement d'un modèle adhérence-
glissement acier-béton à haute
température et application aux structures
en béton armé et précontraint, septembre
2007 - septembre 2010

CITEPH/FUGRO

DE GENNARO V.
Évaluation des risques géotechniques liés
à la présence de gaz dans les sédiments
marins

CNPS

CARON J.-F.
Développement d'un platelage composite
pour ouvrage d'art, compatible avec le
concept Bailey standard, mai-octobre
2008

CROUS

ARGOUL P. et BEDAOUI S
Comportement dynamique non linéaires
des structures à partir d'essais en vraie
grandeur, septembre 2006 - janvier 2008

CSTB

SAB K.
Panneaux en maçonnerie renforcés à
l'aide de matériaux composites,
septembre 2008 - septembre 2011

CTG

ALAOUI A. et DESBOIS T.
Étude du système clinker sulfoalumineux-
gypse : stabilité et durabilité des
hydrates, novembre 2006 - novembre
2008

DECATHLON

ALAOUI A. et LY Q.-H.
Caractérisation/modélisation du
comportement d'un système multicouche
d'élastomères compacts et/ou cellulaires
pour semelles de running, octobre 2006 -
septembre 2009

DECATHLON S.A.

CARON J.-F.
Étude d'une table de tennis de table
escamotable : EASY-TABLE, juin-octobre
2008

EIFFEL

CARON J.-F. et BAVEREL O.
Étude de faisabilité d'un grid shell en
matériaux composites et ses enveloppes,
janvier-juillet 2008

EURIDICE

CUI Y.-J. et TANG A.-M.
Laboratory research on geomechanical
properties of Essen Clay

EURIDICE

CUI Y.-J.
Modélisation du comportement Thermo-
Hydro-Mécanique visqueux de l'argile de
Boom

FUGRO

DE GENNARO V., CORFDIR A.
et MESSEN Y.

Mechanical characterisation of a marine
chalk from Albâtre nearshore zone
(France): destructured material and steel-
chalk interface

FUGRO

DE GENNARO V.

Caractérisation physique et mécanique
préliminaire des sédiments grands fonds
du site USAN (West Africa)

FUGRO

DE GENNARO V.

Mechanical characterisation of a marine
chalk from Albâtre nearshore zone
(France)

PHILIP GARBUTT

BAVEREL O. et CARON J.-F.

Développement d'une couverture en
matériaux composites sur l'Assemblée
Nationale Yamoussoukro, mars 2008

Projet ACTENA

ARGOUL P.

Auscultation des câbles tendus non
accessibles, mars 2006 - novembre 2008

RDCS ARCELOR MITTAL

SAB K., FORET G., DALLOT J. Renforcement
et réparation d'ouvrage d'art soumis à
des sollicitations sismiques, octobre 2004
- septembre 2008

SCK-CEN

CUI Y.-J., TANG A.-M.

Étude du comportement hydro-
mécanique d'une argile russe de grande
profondeur

SNCF

CUI Y.-J., TANG A.-M.

Comportement hydromécanique des
matériaux constitutifs de plateformes
anciennes

SONIMAT/AIRBUS

DUHAMEL D., HA-MINH D.

Étude de la soudure par ultrason,
septembre 2006 - septembre 2009

Terre Armée

CORFDIR A.

Effet de la corrosion des armatures sur le
comportement des murs en remblai
renforcé par des éléments métalliques

TOTAL

SULEM J.

Évolution de la perméabilité des sables
bitumineux en injection de vapeur

TOTAL

SULEM J.

Étude expérimentale du comportement
des ciments pétroliers sous fortes
contraintes et hautes températures

WEBER – Saint-Gobain

RAGOUILLIAUX Alexandre

Rhéologie des enduits de façades
monocouches

RAPPORT DE CONTRATS**CORFDIR Alain, BOURGEOIS Emmanuel**

Effet de la corrosion des armatures sur le
comportement des murs en remblai
renforcé par des éléments métalliques.
Rapport d'avancement Terre Armée

De GENNARO Vincenzo,**MESSEN Younès, CORFDIR Alain**

Mechanical characterisation of a marine
chalk from Albâtre nearshore zone
(France): destructured material and
interface. Projet Offshore Windfarm
Albatre, Rapport FUGRO

DELAGE Pierre,**MOHAJERANI Mohammad, CUI Yu Jun,
SULEM Jean**

Caractérisation du comportement thermo-
hydro-mécanique des argilites callovo-
oxfordiennes de Meuse/Haute-Marne ;
Rapport d'avancement ANDRA

**GHABEZLOO Siavash, SULEM Jean,
GUEDON Sylvine, MARTINEAU François**

Comportement thermo-poro-mécanique
des ciments pétroliers en conditions de
fortes contraintes et hautes
températures, rapport de synthèse TOTAL,
133 p.

HA MINH Duc

Couplage thermomécanique pour l'étude
de la soudure des thermoplastiques
2^e rapport intermédiaire, mars 2008
SONIMAT

HA MINH Duc

Couplage thermomécanique pour l'étude
de la soudure des thermoplastiques
3^e rapport intermédiaire, octobre 2008
SONIMAT

RAGOUILLIAUX Alexandre,**OVARLEZ Guillaume, COUSSOT Philippe**

Rhéologie des enduits de façade
monocouches
WEBER- SAINT-GOBAIN

TANG Chao-Sheng, TANG Anh Minh,**CUI Yu Jun, DELAGE Pierre**

Caractérisation du comportement
hydromécanique des argilites remaniées
comme matériau de scellement
Rapport d'avancement ANDRA

VALORISATION**Brevet****Structure porteuse béton-bois**

R. LE ROY, G. FORET, S. PHAM

Soutien aux politiques publiques

ANDRA

DELAGE P., SULEM J., CUI Y. J., TANG A.-M.
Caractérisation du comportement THM des argilites callovo-oxfordiennes de Meuse / Haute-Marne

ANR Extrusion

COUSSOT Philippe
Physique de l'extrusion des pâtes

ANR GéoCarbone-Carbonatation

DE GENNARO V.
Stockage CO₂ et géocarbonatation bactérienne

ANR Institut Carnot Vitres

CARON J.-F.
Proto passerelle, janvier 2008 – janvier 2010

ANR ISIS

DE GENNARO V.
Instabilité des pentes sous-marines dans des zones de forte activité sismique : rupture et courant de turbidité

ANR LIQSOL

OVARLEZ Guillaume
Transition liquide-solide et vieillissement dans les fluides complexes : du microscopique au macroscopique

ANR PMCCMP

FEN CHONG Teddy
Physique et mécanique de la cristallisation confinée en milieu poreux

ANR RGPU

DUPLA J.-C. et FRANK R.
Contrôle en temps réel des inclusions de jet-grouting (JETPHI) –2006

ANR- SOLCYP (ADEME)

CANOUE J. et DUPLA J.-C.
Comportement et calcul des fondations profondes sous sollicitations cycliques

ANR TERDOUEST (ADEME)

CUI Y.-J.
Terrassements durables - Ouvrages en sols traités

BRGM

CUI Y.-J.
Étude des mécanismes de déclenchement du phénomène de retrait-gonflement des argiles

CE contrat FP6

DELAGE P.
Thermal Impact on the Damaged Zone (TIMODAZ) –036449

CETU

SULEM J.
Comportement des tunnels en terrain tectonisé et application à la liaison ferroviaire Lyon-Turin

CNOUS

DUPLA J.-C. et CANOU J.
Projet de recherche bilatéral Franco-Libanais Cèdre sur les sols grossiers

CNOUS

FRANK R. et SULEM J.
Projet de recherche bilatéral Franco-Libanais Cèdre sur « Analyse des processus de déformation et rupture de versants et talus instables au Liban »

DIRECTION GÉNÉRAL DE L'AVIATION CIVILE – STAC

ARGOUL P.
Étude d'identification des couches de chaussées aéronautiques, juin-novembre 2008

DIRECTION GÉNÉRAL DE L'AVIATION CIVILE – STAC

ARGOUL P.
Analyse des signaux accélérométriques obtenus à partir de l'essai au deflectomètre à masse tombante, septembre 2008 – juin 2009

DRAST/CETMEF

Stabilité des digues en enrochement

EU RTN MUSE MRTN-CT

DE GENNARO V. et DELAGE P.
Mechanics of saturated Soils for Engineering -2004-506861

FFB

FRANK R.
Comportement des dallages

FOREVER

FRANK R.
Traduction en anglais du livre de synthèse des résultats et recommandations du P. N. FOREVER sur les micropieux

IFREMER

DE GENNARO V. et GATMIRI B.
Modélisation numérique de l'enfoncement d'une pointe piézocône en milieu non-saturé

IFREMER

DE GENNARO V.
Acoustic properties and mechanical behaviour of marine sediments partially saturated by gas

INERIS

DE GENNARO V.
Influence d'interactions eau-roches sur le comportement à long terme de cavités souterraines dans la craie

INSU

CORFDIR A. et MESSEN Y.
Modélisation analogique de la nucléation de la rupture dans une structure de faille complexe en présence de fluide

IREX – ASIRI (projet national)

CANOUE J. et DUPLA J.-C.
Réalisation d'un programme d'essais sur le modèle physique 1g - étude paramétrique

IREX-ERINOH (projet national)

CANOUE J. et DUPLA J.-C.
Conception et réalisation d'un dispositif d'essai destiné à étudier le blocage d'un phénomène de renard en cours de développement par injection de produits rigidifiés

MEDD

CUI Y.-J.
Dégradation physique des sols agricoles et forestiers liées au tassement : impact, prévision, prévention, suivi et cartographie

Ministère de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi

ALAOUI A.
Projet SN2C : simulation numérique conception chaussure, octobre 2008–septembre 2011

UC Louvain-la-Neuve

FRANK R.
Interpretation of the lateral load bin test result in terms of P-y curves

Projet BEFU

Béton Environnementaux : formulation et utilisation

W(H)YDOC o8

DELAGE P., DE GENNARO V., PEREIRA
J.-M.
IRSN-SNCF-FNTP

PARTENAIRES CIFRE**TOTAL**

Thèse de Vu Manh Huyen

SNCF

Thèse de Trinh Viet Nam

FNB

Thèse Yosra Bouassida

SONIMAT

Thèse de Ha Minh Duc

ALSTOM

Thèse de Fabien Mahaut

BIC

Thèse de Corinne Rouby

CERIB

Thèse de N.-C. Tran

CSTB

Thèse de Ramzi Sahlaoui

CTG

Thèse de Tiffany Desbois

DECATHLON

Thèse de Quoc Hung Ly

EDF

Thèse de Sy-Tuan Nguyen

Débat et expertise publique

PARTICIPATION À L'EXPERTISE PUBLIQUE

Pierre Delage

Membre du Comité de pilotage du
groupement de laboratoires
géomécanique
ANDRA 2007-2012

Pierre Delage

Membre du Conseil scientifique sur la
sûreté des stockages géologiques de
l'IRSN

Yu Jun Cui

Membre du Praclay Seal test Expert
Panel, SCK-CEN Euridice, Mol (Belgique)

Behrouz Gatmiri

Membre du Comité d'experts des plans
de prévention de risque sismique

PARTICIPATION À DES COMITÉS DE NORMALISATION

France (AFNOR)

Commission de normalisation

CF/TC 250-Po6E (miroir du CEN/TC
250 «Eurocodes»)
R. Frank

Commission de coordination de la normalisation en géotechnique

R. Frank

Commission de normalisation

Justification des ouvrages géotechniques
(CNJOG)
R. Frank

Europe (CEN)

Commission TC 250 «Eurocodes» (Chef de la délégation française)

Commission TC 250/SC 7 (en charge de
l'Eurocode 7 « Calcul géotechnique »)