

# DEMANDE DE RENOUVELLEMENT

## Groupe de Recherche

*sur les*

## COUPLAGES MULTI-PHYSIQUES & MULTI-ECHELLES EN MECANIQUE GEO-ENVIRONNEMENTALE

# GDR MeGe – 3176



Site web : <http://www.univ-lr.fr/gdr-mege>

### Comité de Direction :

Olivier Millet	LEPTIAB, Université de la Rochelle, <i>directeur</i>
François Nicot	CEMAGREF, Grenoble, <i>directeur adjoint</i>
Djimedou Kondo	IJRA, UMPC, <i>directeur adjoint</i>

### Responsables de la communication et du site web :

Serge Dumont	LAMFA, Université de Picardie
Jérôme Fortin	Laboratoire des Technologies Innovantes, Université de Picardie

## **SOMMAIRE**

- 1. RAPPEL SUR LES OBJECTIFS DU GDR MeGe ET MOTIVATIONS POUR SON RENOUVELLEMENT**
- 2. BILAN APRES QUATRE ANNEES D'EXISTENCE**
  - 2.1 FONCTIONNEMENT DU GDR**
  - 2.2 EQUIPES IMPLIQUEES ET MEMBRES ACTIFS**
  - 2.3 LE COMITE SCIENTIFIQUE**
  - 2.4 LES POINTS FORTS DU GDR**
  - 2.5 BILAN SCIENTIFIQUE QUANTITATIF**
  - 2.6 BILAN FINANCIER**
- 3. LES THEMATIQUES STRUCTURANTES ET LES AXES DE RECHERCHE DU GDR POUR 2012-2015**
- 4. POSITIONNEMENT PAR RAPPORT AUX AUTRES GDR EXISTANT**
- 5. FONCTIONNEMENT DU GDR POUR 2012-2015**
- 6. FINANCEMENT ET DEMANDE DE RESSOURCES**
- 7. NOUVEAUX PARTENAIRES IMPLIQUES**

## **ANNEXES**

- MEMBRES DU GDR AU COURS DE LA PERIODE 2012-2015**
- PRODUCTION SCIENTIFIQUE DES EQUIPES MEMBRES DU GDR AU COURS DE LA PERIODE 2008-2011**

## **1. RAPPEL SUR LES OBJECTIFS DU GDR MeGe ET MOTIVATIONS POUR SON RENOUVELLEMENT**

L'objectif du GDR «Couplages multi-physiques et multi-échelles en Mécanique géo-environnementale» était, à sa création en janvier 2008, de réunir au sein d'un réseau très ouvert différentes communautés académiques et industrielles impliquées dans l'étude et la modélisation des couplages multi-physiques et multi-échelles intervenant en Géomécanique environnementale.

Le projet de renouvellement du GDR MeGe répond au besoin de renforcement d'une structure au niveau national permettant des rencontres à intervalles réguliers des chercheurs des laboratoires universitaires, CNRS ou industriels, travaillant indépendamment sur des thématiques proches et relevant de la mécanique géo-environnementale. Celle-ci, trait d'union entre Mécanique et Géosciences, incluant les couplages multi-physiques, est un axe de recherche émergent pour lequel les approches multi-échelles (soucieuses d'élaborer des formulations macroscopiques à partir des micromécanismes identifiés) constituent une voie de grand intérêt. Or la communauté scientifique engagée sur ce champ thématique est encore très éclatée et ne peut pas s'appuyer aujourd'hui sur un réseau qui permette de capitaliser et de partager les savoirs, et de mettre en synergie les compétences associées. L'objectif de cette demande de renouvellement du GDR MeGe est de continuer à favoriser ce rapprochement entre les différents laboratoires impliqués, en facilitant les échanges scientifiques, tout en renouvelant certains axes de recherche ou en redéfinissant de nouveaux axes qui mettent l'accent sur l'interaction entre la mécanique et les géosciences.

Ce projet de GDR, qui s'appuie sur les avancées scientifiques obtenues et de nouveaux verrous identifiés lors du précédent mandat, affiche une ambition claire afin de réunir des communautés issues de la géomécanique et des géosciences. Ceci permettra d'aborder dans une vision pluridisciplinaire des questions d'ingénierie aujourd'hui au cœur de préoccupations sociétales, telles que le stockage d'énergie ou de déchets, la durabilité des structures, les risques naturels, etc.

Dans ce contexte, l'insertion des industriels au sein des actions du GDR sera naturellement conservée.

De façon plus précise, le renouvellement du GDR MeGe permettra de:

- renforcer les collaborations qui existent déjà entre les laboratoires travaillant sur les phénomènes multi-physiques et multi-échelles couplés, en mettant l'accent sur la mécanique géo-environnementale,
- favoriser de nouvelles collaborations sur des thématiques existantes ou en émergence, qui permettront la mise en commun des potentialités déjà disponibles dans les laboratoires, mais qui sont géographiquement dispersées,
- renforcer les collaborations entre les laboratoires industriels, universitaires et CNRS,
- renforcer les collaborations entre Mécaniciens des solides et/ou du Génie Civil, Physiciens, et Géologues/Géophysiciens.

Ce renouvellement devrait également permettre de faire émerger un pôle d'excellence au niveau national et international sur les problématiques liées au GDR MeGe.

## 2. BILAN APRES QUATRE ANNEES D'EXISTENCE

### 2.1 FONCTIONNEMENT DU GDR

La réunion de lancement du GDR MeGe s'est déroulée en juin 2008 à La Rochelle et a réuni une soixantaine de participants. De façon régulière, depuis la création du GDR, nous avons organisé :

- deux ateliers thématiques de travail par an (généralement de 2 jours) sur un thème précis réunissant une quarantaine de participants,
- une réunion bilan annuelle de trois jours permettant de faire une synthèse des avancées respectives de l'ensemble des laboratoires et des équipes.

Durant ces quatre années d'existence, le fonctionnement du GDR MeGe a été tout à fait satisfaisant : les ateliers thématiques et les réunions bilans ont rassemblé régulièrement entre 40 et 60 personnes.

Le tableau ci-dessous résume les réunions thématiques et réunions bilans du GDR MeGe qui ont eu lieu depuis sa création :

Lancement du GDR MeGe : 3 jours (La Rochelle)	9 au 11 juin 2008	Réunion de lancement du GDR
Atelier 1 : 1 journée (Paris)	Décembre 2008	Approche multi-échelles en mécanique géoenvironnementale
Atelier 2 : 2 journées (Grenoble)	11-12 mars 2009	Mécanismes de rupture en géomécanique
Réunion bilan Réunion thématique 3 jours (La Rochelle)	15-17 juin 2009	Réunion bilan et thématique sur les Transferts couplés et les couplages poromécaniques
Atelier 3 : 2 journées (Montpellier)	9-10 novembre 2009	Approches par éléments discrets dans un contexte multi-physiques
Atelier 4 : 2 journées (Lille)	10 -11 mars 2010	Approches multi-échelles et couplages multi-physiques en géomécanique
Réunion bilan 3 jours (Saint-Quentin)	21-23 juin 2010	Réunion bilan annuelle
Atelier 5: 2 jours (Nantes)	13-14 décembre 2010	Changement d'échelle et lois constitutives
Atelier 6 : 2 jours (Paris-ENS)	17-18 mars 2011	Atelier Mécanique et Géosciences

Ces ateliers de travail, où les participants présentent leurs résultats de recherche nouveaux, permettent de compléter la formation des chercheurs et des doctorants. Ils constituent également des occasions pour les doctorants de faire connaître leurs travaux à la communauté scientifique du GDR. Des informations détaillées sur les réunions et les exposés ayant eu lieu sont disponibles sur le site web du GDR à l'adresse : <http://www.univ-lr.fr/gdr-mege>

D'autre part, le site web du GdR MeGe est un outil indispensable pour la communication entre les participants et avec l'INSIS ou d'autres instituts du CNRS concernés. Elle facilite aussi une lisibilité des travaux du GdR de l'extérieur. A terme, ce site web devrait permettre également de mettre en ligne (en accès restreint après autorisation) les publications des chercheurs et des doctorants participants.

Nous avons également créé une mailing liste associée au GDR MeGe ([mege-interne@lists.lyon.cemagref.fr](mailto:mege-interne@lists.lyon.cemagref.fr)) qui permet d'informer régulièrement l'ensemble de ses membres sur :

- des conférences, congrès, workshop ... en lien avec le GDR
- des offres de thèse, de post-doctorat, de postes ouverts au concours
- des réunions du GDR
- la parution d'ouvrages scientifiques de synthèse dans le champ thématique du GdR.

Les ateliers, comme la réunion annuelle, sont l'occasion de donner la parole aux équipes membres, mais aussi d'inviter des conférenciers de haut niveau, reconnus dans leur domaine, afin d'explorer des secteurs novateurs, situer l'état d'avancement des connaissances, et les grands verrous subsistants.

A ce titre, on peut mentionner que les réunions annuelles sont l'occasion d'inviter nos partenaires étrangers. Le tableau ci-dessous rappelle les conférenciers étrangers que nous avons accueillis lors des réunions :

Juin 2008	Roberto NOVA, Politecnico di Milano Ching S. CHANG, University of Massachusetts
Juin 2009	Richard WAN, University of Calgary
Juin 2010	Thomas HUECKEL, Duke University

Nous avons tenu à accorder une réelle place aux partenaires étrangers au sein de notre GdR, afin d'attribuer au réseau une dimension et une ouverture internationale.

## 2.2 EQUIPES IMPLIQUEES ET MEMBRES ACTIFS

Jusqu'à présent, le GdR MeGe regroupe 13 laboratoires universitaires nationaux, 9 centres ou instituts de recherche institutionnels ou privés, 3 partenaires privés. Nous prévoyons dans le futur projet (2012-2015) d'élargir le GDR à certaines équipes qui en ont fait la demande ou dont la participation a été jugée importante au cours de la période 2008-2011 (Université de Metz (LEM3), Université de Nancy (LEMTA), Université de Pau et des Pays de l'Adour

(LFC-R), Université Paris Est (LMSME), LMA (UPR CNRS), Université de Montpellier 2 (Géosciences Montpellier)). Ces partenaires sont listés en annexe. L'ensemble des membres actifs, inscrits sur la liste de diffusion du GdR, regroupe plus de 250 personnes.

### 2.3 LE COMITE SCIENTIFIQUE

De manière à veiller à l'excellence scientifique du GDR tout au long de son mandat (de 2008 à 2011), au respect de ses engagements, et à l'orientation dans ses choix, le GDR MeGe s'est doté d'un comité scientifique. Il se compose des personnalités scientifiques suivantes, retenues pour la place qu'elles occupent sur les scènes scientifiques nationale et internationale, de même que pour leur positionnement vis-à-vis des thématiques abordées par le GdR.

Le comité scientifique du GDR s'est réuni régulièrement (à chaque réunion du GDR) pour faire le point sur les avancées scientifiques et sur les orientations thématiques à donner.

Félix DARVE	Professeur, INP Grenoble – L3S-R
Bernard CAMBOU	Professeur, Ecole centrale de Lyon – LTDS
Pierre-Yves HICHER	Professeur, Ecole centrale de Nantes – GEM
Gilles PIJAUDIER-CABOT	Professeur, LFC-R, Université de Pau et des Pays de l'Adour
Farhang RADJAI	Directeur de Recherche, CNRS, LMGC, Montpellier
Eric CLEMENT	Professeur, Université Pierre et Marie Curie, Paris
Yves GUEGUEN	Professeur, Laboratoire de Géologie de l'Ecole Normale Supérieure (Paris)

### 2.4 LES POINTS FORTS DU GDR

Toutes les réunions du GDR ont donné lieu à un certain nombre d'exposés et de conférences générales ciblées sur la thématique de la réunion ou de l'atelier, qui ont suscité de nombreuses discussions et débats très riches entre les participants (la plupart des exposés sont accessibles aux membres sur le site web du GdR).

Ces exposés et discussions ont permis de mettre en évidence les très fortes complémentarités qui existent entre les différentes équipes impliquées dans le GdR MeGe. Ces complémentarités portent à la fois sur les approches mises en œuvre (techniques expérimentales, approches théoriques, modélisations numériques), sur les outils numériques employés (Méthodes aux Eléments Discrets, Eléments Finis, méthodes SPH, Lattice-Boltzmann), mais aussi sur les différentes échelles considérées (allant de l'échelle microscopique, à celle des problèmes aux limites (structures réelles), en passant par l'échelle

du VER). Le recours à diverses techniques de changement d'échelles, permettant de faire le lien entre les différentes échelles considérées, s'est imposé de façon naturelle.

La complémentarité entre l'analyse expérimentale et la modélisation / simulation numérique, qui ressort d'un grand nombre des exposés présentés, est fondamentale pour enrichir les modélisations micromécaniques dont la pertinence est tributaire des informations physiques disponibles aux échelles adéquates. Elle est également nécessaire pour valider les nouveaux modèles proposés.

Enfin, une très grande pluridisciplinarité peut être également soulignée. Elle est directement liée à l'origine disciplinaire des équipes participant au GDR, provenant à la fois de la mécanique des solides, du génie civil, de la physique, des sciences de la terre ou encore de la mécanique des fluides. Le dernier atelier (Mécanique et Géosciences), organisé en mars 2011 par le Laboratoire de Géologie de l'ENS de Paris, en est la plus parfaite illustration.

Cette pluridisciplinarité (en plus de la grande motivation des « jeunes équipes » participantes) constitue une force de ce GDR, qui doit continuer à être exploitée au mieux, afin de permettre aux différentes communautés de se rencontrer et de développer une réelle synergie débouchant sur des collaborations scientifiques entre les équipes. A ce titre, une journée thématique commune avec le GDR Mephy (dirigé par B. Roman) et avec le groupe de travail « solides divisés » de la Société Française de Génie des Procédés, est en cours d'organisation à l'automne 2011.

## **2.5 BILAN SCIENTIFIQUE QUANTITATIF**

La synergie entre les équipes du GDR sur des thématiques transverses a permis de concrétiser un certain nombre de collaborations qui ont débouché sur des publications communes dans des revues internationales et sur le montage de projets ANR.

### **PRODUCTION SCIENTIFIQUE COLLECTIVE AU COURS DE LA PERIODE 2008-2011 (ASSOCIANT AU MOINS DEUX EQUIPES MEMBRES DU GDR)**

**On notera une cinquantaine de publications dans des revues internationales avec comité de lecture dont la liste figure ci-après.**

Sibille, L., Donzé, F., Nicot, F., Chareyre, B., and Darve, F. (2008): Bifurcation detection and catastrophic failure. *Acta Geotechnica*, Vol. 3(1), pp. 14-24.

Bertrand, D., Nicot, F., Gotteland, P., and Lambert, S. (2008): DEM numerical modelling of double twisted hexagonal mesh. *Canadian Journal of Geotechnics*, Vol. 13(2), pp. 187-202.

Bourrier, F., Nicot, F., and Darve, F. (2008): Physical processes within a granular layer during an impact. *Granular Matter*, Vol. 10(6), pp. 415-437.

Challamel, N., Nicot, F., Lerbet, J., and Darve, F. (2008): On the stability of non-conservative elastic systems under mixed perturbations. *EJECE*, Vol. 13(3), pp. 347-367.

- Sibille, L., Nicot, F., Donzé, F., and Darve, F. (2009): Analysis of failure occurrence from direct simulations. *European J. Environmental and Civil Eng.*, Vol. 13(2), pp. 187-202.
- Scholtès, L., Chareyre, B., Nicot, F., and Darve, F. (2009): Mechanics of granular materials with capillary effects. *Int. J. Engineering Sciences*, Vol. 47 (1), pp 64-75.
- Prunier, F, Nicot, F., Darve, F., Laouafa, F., and Lignon, S. (2009): 3D multiscale bifurcation analysis of granular media. *J. of Eng. Mechanics (ASCE)*, Vol. 135(6), pp. 1-17.
- Lambert, S., Gotteland, P., and Nicot, F. (2009): Experimental study of the impact response of geocells as components of rockfall protection embankments. *Natural Hazards and Earth Systems Science*, Vol. 9, pp. 459-467.
- Scholtès, L., Chareyre, B., Nicot, F., Hicher, P.Y., and Darve, F. (2009): On the capillary stress tensor in wet granular materials. *Int. J. Num. Anal. Methods in Geomechanics*, Vol. 33(10), pp. 1289-1313.
- Bourrier, Eckert, N., Nicot, F., and Darve, F. (2009): Bayesian stochastic modeling of a rock bouncing on a coarse soil. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, Vol. (3), pp. 831-846.
- Bourrier, F., Dorren, L., Nicot, F., Berger, F., and Darve, F. (2009): Towards objective rockfall trajectory simulation using a stochastic impact model. *Geomorphology*, Vol. 110 (3-4), pp. 68-79.
- Nicot, F., Sibille, L., and Darve, F. (2009): Bifurcation in granular materials: an attempt at a unified framework. *Int. J. of Solids and Structures*, Vol. 46, pp. 3938–3947.
- Wan, R., Nicot, F., and Darve, F. (2010): On the micromechanical formulation of stress dilatancy as a flow rule in plasticity. *Journal of Engineering Mechanics, ASCE*, Vol. 136(5), pp. 589-598.
- Bourrier, F., Eckert, N., Nicot, F., and Darve, F. (2010): Comparing numerical and experimental approaches for the stochastic modeling of the bouncing of a boulder on a coarse soil. *European J. Environmental and Civil Eng.*, Vol. 14(1), pp. 87-111.
- Nicot, F., and Darve, F. (2010): Diffuse and localized failure modes: two competing mechanisms. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, DOI: 10.1002/nag.912.
- Scholtès, L., Chareyre, B., Nicot, F. and Darve, F. (2009): Discrete modelling of capillary mechanisms in multi-phase granular media. *Contact Mechanics in the Engineering Sciences*, Vol. 52(3), pp. 297-318.
- Challamel, N., Nicot, F., Lerbet, J., Darve, F. (2010): Stability of non-conservative elastic structures under additional kinematics constraints. *Eng. Struct.*, Vol. 32(10), pp. 3086-3092.



- Nicot, F., Challamel, N., Lerbet, J., Prunier, F., and Darve, F. (2010): Bifurcation and generalized mixed loading conditions in geomaterials. *Int. J. of Num Anal Methods in Geomechanics*, Article first published online: 2 SEP 2010 | DOI: 10.1002/nag.959.
- Nicot, F., Daouadji, A., Laouafa, F., and Darve, F. (2010): Second-order work and kinetic energy in granular media. *Granular Matter*, Vol. 13(1), pp. 19-28.
- Daouadji, A., Darve, F., Al Gali, H., Hicher, P.Y., Laouafa, F., Lignon, S., Nicot, F., Nova, R., Pinheiro, M., Prunier, F., Sibille, L., and Wan, R. (2010): Diffuse failure in geomaterials : experiments, theory and modelling. *Int. J. of Num Anal Methods in Geomechanics*, *in press*.
- Bourrier, F., Nicot, F., and Darve, F. (2010): Evolution of the micromechanical properties of impacted granular materials. *Compte-Rendus de l'Académie des Sciences – Mechanics*, *in press*.
- Nicot, F., Hadda, N., Bourrier, F., Sibille, L., and Darve, F. (2011): Failure mechanisms in granular media, a discrete element analysis. *Granular Matter*, Vol. 13(3), pp. 255-260.
- Lambert, S., Nicot, F., and Gotteland, P. (2011): Uniaxial compressive behavior of scrapped tire and sand-filled wire netted geocell with a geotextile envelope. *Geotextiles and Geomembranes*, Vol. 29, pp. 483-490.
- Nicot, F., and Darve, F. (2010): The H-microdirectional model: accounting for a mesoscopic scale. *Mechanics of Materials*, *in press*.
- Sibille L., Donze F.-V, Nicot F., Chareyre B., Darve F. (2008): "From bifurcation to failure in a granular material, a DEM analysis", *Acta Geotechnica*, vol. 3, n°1, pp.15-24.
- Sibille L., Nicot F., Donze F.-V., Darve F.-V. (2009): "Analysis of failure occurrence from direct simulations", *Eur. J. of Environ. and Civil Eng.*, vol.13, n°2, pp 187-202.
- Prunier F., Nicot F, Darve F., Laouafa F, Lignon S. (2009) : "Three-Dimensional Multiscale Bifurcation Analysis of Granular Media", *Journal of Engineering Mechanics*, vol.135, No 6, pp. 1-17.
- Scholtes L., Hicher P.Y., Nicot F., Chareyre B., Darve F. (2009): On the capillary stress tensor in wet granular materials, *Int. J. Numer. Anal. Meth. Geomech.*, 33 (10), pp. 1289-1314, 2009.
- Nicot F., Sibille L., Darve F. (2009) : Bifurcation in granular materials, an attempt for a unified framework, *Int. J. Solids and Struct.*, vol. 46, pp. 3938-3947.
- Bourrier F., Nicot F., Darve F. (2008): Physical processes within a 2D granular layer during an impact, *Granular Matter*, vol.10, n°6, pp 415-438.
- Scholtes L., Chareyre B., Nicot F., Darve F. (2009): Micromechanics of granular materials with capillary effects", *Int. J. of Engineering Science*, 47 (11-12), pp 1460-1471.

- Challamel N., Nicot F., Lerbet J. and Darve F. (2009): On the stability of non-conservative elastic systems under mixed perturbations, *Eur. J. Env. Civil Eng.*, vol. 13, n°3, pp 347-367.
- Prunier F., Laouafa F., Lignon S., Darve F. (2009): Bifurcation modeling in geomaterials, from the second-order work criterion to spectral analyses, *Int. J. Numer. Anal. Meth. Geomech.*, 33(9), pp. 1169-1202.
- Scholtes L., Chareyre B., Nicot F., Darve F. (2009): Discrete modelling of capillary mechanisms in multiphase granular media, *Comp. Modelling in Engineering Sciences*, 1321 (1), 1-22.
- Lignon S., Laouafa F., Prunier F., Khoa H.D.V., Darve F. (2009) :Hydro-mechanical modelling of landslides with a material instability criterion », *Geotechnique*, 59(6), pp. 513-524.
- Bourrier F., Nicot F., Eckert N., Darve F. (2010) : Comparing numerical and experimental approaches for the stochastic modelling of the bouncing of a boulder on a coarse soil”, *Eur. J. Environ. and Civil Eng.*, 14(1), 87-111.
- Challamel N., Nicot F., Lerbet J. and Darve F., “Stability of non-conservative elastic structures under additional kinematics constraints”, *Engineering Structures*, 32, 3086-3092, 2010.
- Laouafa F., Prunier F., Daouadji A., Al Gali H., Darve F., « Stability in geomechanics, experimental and numerical analyses », *Int. J. Numer. and Analyt. Meth. in Geomech.*, 35 (2), 112-139, 2011.
- Nicot F., Darve F.,”Diffuse and localized failure modes, two competing mechanisms”, *Int. J. Num. and Anal. Meth. in Geomech.*, 35(5), 586-601, 2011.
- Rahmoun J., Millet O., Kondo D. (2008): A three dimensional micromechanical modelling of the anisotropy of granular media, *Studia Geotechnica et Mechanica*, Vol. 30, No. 3–4.
- Millet O., Gu S., Kondo D. (2009): A 4th order fabric tensor approach applied to granular media, *Computers and Geotechnic*, 36, pp. 736–742.
- Rahmoun J., Millet O., Kondo D. (2009): A 3D fourth order fabric tensor approach of anisotropy in granular media, *Computational Materials Science*, 6, pp. 869–880.
- Rahmoun J., Millet O., Fortin J. (2009): Friction effect on stresses in ensiled granular media, *Computers and Geotechnics*, 36, pp. 1113–1124.
- Parry A., Millet O. (2010): Modeling Blockage of Particles in Conduit Constrictions: Dense Granular Suspension Flow, *Journal of Fluids Engineering*, Vol. 132, pp. 011302-1 à 011302-10.

- Khohkhar M.I.A., Roziere E., Turcry P., Grondin F., Loukili A. (2010): Mix design of concrete with high content of mineral additions: optimisation to improve early age strength, *Cem. and Concr. Compos*, Volume 32, Issue 5, pp. 377-385.
- Lemarchand, E., Davy, C. A., Dormieux, L. and Skoczylas, F. (2010): Tortuosity Effects in Coupled Advective Transport and Mechanical Properties of Fractured Geomaterials. *Transport in Porous Media*, Vol. 84, pp. 1-19.
- Brisard, S., Dormieux, L. and Kondo, D. (2010): Hashin-Shtrikman bounds on the bulk modulus of a nanocomposite with spherical inclusions and interface effects. *Computational Materials Science*, Vol. 48, 589-596.
- Dormieux, L. and Kondo, D. (2010): An extension of Gurson model incorporating interface stresses effects. *Intern. Journ. Eng. Science*, Vol. 48, 575-581.
- Lemarchand, E., Davy, C.A., Dormieux, L., Chen, W. and Skoczylas, F. (2009): Micromechanics Contribution to Coupled Transport and Mechanical Properties of Fractures. *Transport in Porous Media*, Vol.79, pp. 335-358.
- Dormieux, L. and Kondo, D. (2009): Stress-based estimates and bounds of effective elastic properties: The case of cracked media with unilateral effects. *Computational Materials Science*, Vol. 46, pp. 173-179.
- Hung, L.T., Dormieux, L., Jeannin, L., Burlion, N. and Barthelemy, J.-F. (2008) : Nonlinear behavior of matrix-inclusion composites under high confining pressure: application to concrete and mortar. *Compte-rendus Mécanique*, Vol.336, pp. 670-676.
- Bouchut, F., Fernandez-Nieto, E., Mangeney, A., and Lagrée, P.-Y., 2008. On new erosion models of Savage-Hutter type for avalanches, *Acta Mecha.*, 199(1-4), 181-208.

### **Ouvrage de synthèse**

Lors du précédent mandat du GDR MeGe (2008-2011), la rédaction d'un ouvrage de synthèse portant sur les thématiques abordées dans le cadre du GDR a été entreprise. Il s'agit d'un *Traité MIM (Mécanique et Ingénierie des Matériaux)* aux éditions Hermès-Lavoisier, dont le plan et la contribution des équipes sont déjà quasiment finalisés.

Titre de l'ouvrage : *Modélisation multi-échelle en mécanique géo-environnementale.*

### **COLLABORATIONS DIVERSES AU COURS DE LA PERIODE 2008-2011 (ASSOCIANT AU MOINS DEUX EQUIPES MEMBRES DU GDR)**

#### **Projets ANR et autres**

- ECCOREV (Fédération de Recherches) LIQUEPAC : Caractérisation du risque de liquéfaction sous sollicitation sismique d'ouvrages hydrauliques en remblai en basse vallée du Rhône (2009-2010).  
Coordinatrice : Benahmed, N. (Cemagref, Aix-en-Provence).

- ANR Blanc TRANSOL (2008-2010) : Multi Scale Modelling of Particle Transport in Soils, Gem, LTDS, Cemagref
- C2D2 RGPU LEVEES : Ruptures diffuses et érosives des digues fluviales de protection contre les inondations : méthodes modernes pour l'analyse de la vulnérabilité physique (2010-2012).  
Coordinateur : Bonelli, S. (Cemagref, Aix-en-Provence).
- PN-ERINOH IREX-Drast : Erosion interne des ouvrages hydrauliques (2007-2011).
- Appui à l'Emergence 2009-2012. Bourse de thèse financée par le Conseil Régional de Picardie en partenariat avec le LAMFA : Approche multi-échelles pour les problèmes d'interface de contact. Porteurs du Projet : S. DUMONT, J. FORTIN, M. GUESSASMA.
- Projet ACCOST-UGV 2009-2012. Participation au projet « Dispositifs innovants pour la détection de l'accostage outil-pièce dans les procédés d'usinage à grande vitesse » en collaboration avec le Laboratoire MIS, le LPSC, la Plateforme Inovaltech et l'entreprise Forest Liné. Responsable pour le LTI : E.BELLENGER.
- Projet TRIBAL 2011-2014. Responsable du projet J. Fortin (TRIBologie numérique et transfert du signAL) qui consiste à étudier le transfert du signal électrique de commandes par l'intermédiaire d'un contact glissant dans les éoliennes. Projet de 244 000 € soutenu par la région Picardie en collaboration avec l'entreprise MERSEN, comprenant des physiciens (analyse physico-chimique du contact) et mécaniciens (usure sur de nombreux cycles, approches expérimentale et numérique). Une thèse est financée sur ce projet (septembre 2011)
- Analyse micromécanique de la rupture dans les milieux granulaires (ANR Blanc, soumis en janvier 2011). Partenaires : Cemagref, Univ Montpellier II, INP Grenoble, Ecole Centrale de Nantes, Univ. Metz. Porteur du projet : F. Nicot (Cemagref)
- ANR Blanc (en cours de montage). Etude expérimentale et modélisation des phénomènes de capillarité dans les milieux partiellement saturés. Porteur de projet : S. El Youssoufi, LMGC.

### **Appel à projet scientifique**

Afin de favoriser les interactions entre un petit nombre de partenaires, un dispositif d'appel à projets a été initié au sein du GDR en 2010. Il avait pour but de favoriser le rapprochement des partenaires, qui ont pu, à l'aide du financement obtenu (1500 euros), se réunir 3 ou 4 fois. Il s'est donc agi d'une initiative incitative, qui a permis de déboucher sur le montage d'un projet ANR Blanc (en cours de montage, voir ci-dessus) et sur la rédaction d'articles scientifiques en commun.

Dans le prochain mandat, la philosophie de ce dispositif d'appel à projets sera reprise dans l'organisation même du GdR et de ses manifestations. Ainsi, nous proposerons de favoriser

les échanges entre les partenaires en organisant des réunions de travail d'une seule journée sur des thématiques plus ciblées des nouveaux axes de recherche (voir section 5 : fonctionnement du GDR pour 2012-2015).

## **RAYONNEMENT SCIENTIFIQUE DU GDR**

Lors de son précédent mandat, le GdR a été invité à participer au comité scientifique et au comité d'organisation d'un certain nombre de colloques, ainsi qu'à l'organisation de sessions scientifiques de conférences. La liste correspondant à ces actions figure ci-dessous.

### **Participation à des comités scientifiques ou d'organisation de congrès internationaux – Organisation de session thématiques**

- Le GdR a participé au Comité scientifique du *Colloque Science et Technologie des Poudres & Matériaux Frittés 2009*, Montpellier, mai 2009.
- Le GdR a participé au Comité scientifique et à l'organisation de l'International Workshop *Bifurcation and Degradation in Geomechanics (IWBDG)*, Porquerolles, France, mai 2011.
- Le GdR a participé au Comité scientifique et à l'organisation du congrès international MEDACHS 2011 « Marine Environment Damage to Coastal and Historical Structures. Mechanisms of degradation », La Rochelle, France, 28-30 avril 2010.
- Le GdR a pris en charge l'organisation de la session « Discrete element methods in geo-environmental issues », AGS (Euro-Mediterranean Symposium on Advances in Geomaterials and Structures), Djerba, Tunisie, Mai 2010.
- Le GdR est associé à l'organisation et à la coordination de la session « Discrete Modelling of Failure in Geomaterials » au prochain colloque *Particles 2011*, Barcelone, 26-28 octobre 2011.

## **2.6 BILAN FINANCIER**

De 2008 à 2011, le GDR MeGe a bénéficié du soutien de partenaires (Cemagref, LCPC, Ineris, Itasca) qui ont contribué à son financement à hauteur de 15,5k€ en moyenne par an (un des partenaires ayant financé le GDR sur 3 années) en plus de la dotation annuelle du CNRS de 10k€.

Ce financement du GDR (dotation du CNRS et subventions des partenaires) a permis de prendre en charge l'hébergement complet sur place des participants aux différentes réunions (2 réunions thématiques de 2 jours par an et une réunion bilan annuelle), le déplacement restant à la charge des participants.

### **Budget annuel du GDR de 2008 à 2011**

Dotation du CNRS : 10 000€ /an

Contribution des partenaires (Cemagref, LCPC, Itasca, Ineris) : 15 500€/an

**Total : 25 500€**

## **Dépenses**

### **- Organisations des réunions**

*Les dépenses ci-dessous, liées à la prise en charge des participants aux différentes réunions, sont données en moyenne suivant le nombre de participants.*

Réunion bilan annuelle (ou de lancement) : 11.000€

Réunion thématique sur 2 jours : 6500€/réunion (2 réunions par an)

**Total : 24.000€/an**

### **- Appel à projet en 2010**

Comme précédemment mentionné, en 2010, le comité de pilotage et le comité scientifique du GDR ont décidé de financer (de façon incitative à hauteur de 1500€ par projet) 4 projets scientifiques afin de favoriser les interactions entre les équipes sur des thématiques prioritaires du GDR.

**Projets financés en 2010 : 6k€**

Ainsi, sur 4 ans, le budget du GDR est équilibré.

## **3 LES THEMATIQUES STRUCTURANTES ET LES AXES DE RECHERCHE DU GDR POUR 2012-2015**

Ces quatre années d'existence du GDR ont permis de dégager des champs structurants, autour desquels le GdR est en capacité de mobiliser des forces vives. La dernière réunion bilan du GDR qui s'est tenue à La Rochelle du 20 au 22 juin 2011 a permis de faire le point complet sur les avancées scientifiques et les nouveaux verrous identifiés lors du précédent mandat.

Dans son nouveau mandat, le GDR MeGe affiche une ambition claire de renforcer les liens établis lors des 4 dernières années, d'ouvrir le GDR sur les aspects structures et ouvrages en géomécanique et de réunir sur ses thématiques des communautés issues de la géomécanique et des géosciences. Ceci permettra de traiter dans une vision pluridisciplinaire des questions d'ingénierie aujourd'hui au cœur de préoccupations sociétales telles que le stockage d'énergie ou de déchets, la durabilité des structures, les risques naturels, etc.

De ce fait, les grandes orientations de recherche définies lors de la création du GdR peuvent être ré-exprimées, et déclinées en trois grands axes dans le futur projet, comprenant chacun un certain nombre de thématiques associées :

- Axe 1 : Mécanique et géosciences
- Axe 2 : Changements d'échelles et problèmes couplés
- Axe 3 : Risques naturels et durabilité des ouvrages

D'autre part, il est important de souligner la transversalité importante liée à des préoccupations communes des équipes participant au GDR. Le renouvellement du GDR sera l'occasion de continuer à structurer et renforcer cette transversalité, ce qui permettra d'exploiter et de valoriser au mieux la complémentarité forte entre les équipes. Les prochaines journées thématiques contribueront résolument à cette transversalité.

## **Axe 1 : Mécanique et Géosciences**

**Animateurs : F. Radjaï (LMGC), J. Fortin (ENS-Laboratoire de Géologie)**

La connaissance du sous-sol profond et des processus de surface bénéficie aujourd'hui d'un accroissement du nombre de données géophysiques et de leur qualité. Ce développement est motivé par la recherche de matières premières (pétrole, gaz), de sources d'énergie (géothermie), mais aussi par des problèmes de risques naturels (séismes) ou induits (stockage de déchets nucléaires) dans un contexte d'aménagement du territoire et de développement durable. La traduction des informations géophysiques ou des observations géologiques exige un effort accru de la compréhension des mécanismes, et doit s'appuyer sur des approches théoriques et expérimentales abordées en mécanique. Par ailleurs, de nombreuses études en mécanique des géomatériaux sont précisément motivées par la modélisation multi-échelles des objets et des processus géologiques.

Ainsi, cet axe de recherche a pour mission de favoriser les interactions entre des communautés provenant de la Mécanique et des Géosciences et de développer des actions de recherche communes. L'accent sera notamment mis sur la modélisation des systèmes mécaniques à structure hétérogène, discrète et évolutive, ainsi que sur la transition de la petite échelle (chimie, micro-physique à l'échelle du grain) à la grande échelle des processus géologiques.

Dans cet axe de recherche trois thèmes seront abordés.

### ***Thème 1 : Processus granulaires***

Les processus d'érosion gravitaire, très nombreux à la surface du globe sont présents dans une large gamme d'environnements, des déstabilisations d'édifices volcaniques aux coulées de boue observées en montagne à la fonte des neiges ou après de fortes précipitations. Ils ont tous en commun de mettre en place des écoulements granulaires à rhéologie complexe dont le comportement et la modélisation demeurent un enjeu majeur.

Dans ce premier thème de recherche, nous proposons notamment de nous intéresser à :

- a) La rhéologie des matériaux granulaires secs ou des fluides biphasiques (suspensions denses ou mélanges très hétérogènes) et les phénomènes qui leur sont associés comme l'intégration de fluide ou le granoclassement lors de l'écoulement
- b) L'intégration des lois rhéologiques dans des modèles d'écoulements, possiblement érosifs, et sur des topographies complexes
- c) Le transport éolien (dunes, pavement désertique)
- d) Les processus glaciaires et périglaciaires (érosion glaciaire, moraines, gélifraction, sol polygonal)
- e) Les processus fluviaux (transport de sédiments, érosion/dépôt fluvial)
- f) Les processus littoraux et marins (interaction houle/sédiment, courants de turbidité...)
- g) La modélisation analogique et numérique des processus tectoniques et géomorphologiques d'échelle variable à partir de milieux granulaires (prisme d'accrétion sédimentaire)
- h) Les processus magmatiques (crystallisation et déformations des magmas, écoulements volcaniques, fusion partielle des roches et ségrégation)

Un des outils privilégiés pour aborder ces études des processus granulaires sera les simulations discrètes.

### ***Thème 2 : Rupture et instabilités***

Les forces tectoniques qui s'appliquent sur et dans la lithosphère terrestre ne sont pas emmagasinées indéfiniment dans les roches qui la composent. Dans la croûte supérieure, les conditions de basse pression et température font que les roches se fracturent pour accommoder la déformation qui s'accumule à l'échelle des temps géologiques. Cette fracturation se traduit par la présence de failles le long desquelles la déformation est localisée. En réponse au chargement lent d'origine tectonique, les processus de fracture peuvent être lents et stables, ou bien rapides et catastrophiques. Ce dernier cas correspond à l'occurrence de tremblements de terre, c'est-à-dire la libération brutale d'énergie stockée sous forme élastique.

Aussi, ce thème porte sur les processus fondamentaux impliqués dans les instabilités mécaniques observées dans la croûte supérieure (séismes, glissements lents, trémors, instabilités de pente). En particulier, les aspects suivants seront abordés dans ce cadre :

- a) Les mécanismes d'altération mécanique et chimique des roches (fragmentation et décomposition des roches)
- b) La tectonique et la fracturation (initiation et propagation de bandes de cisaillement/diaclases dans des roches plus ou moins cimentées, cataclase, dilatance, plissement, glissement sismique – stick-slip)
- c) Les processus de pente (glissement gravitaire, chute, avalanche, écoulement de débris, ségrégation des particules en fonction de leur taille)
- d) Le calcul de l'évolution dans le temps des structures géologiques en présence de fracturation diffuse ou localisée
- e) La signature de ces processus sur les signaux enregistrés par les appareils de mesures classiquement utilisés en Géophysique : sismiques, soniques, ultrasoniques,....

### ***Thème 3 : Réservoirs naturels***

Lors de l'exploitation d'un réservoir (eau, gaz, pétrole) où de l'injection d'un fluide (gaz, CO<sub>2</sub>), l'état de contrainte des roches encaissantes est modifié. On sait que les solides, y compris les roches, sont toujours plus ou moins déformables, avec en général une variation de volume due à la porosité. Il s'agit donc de répondre à une question fondamentale: si une masse de fluide est extraite ou introduite dans le milieu réservoir, quelles sont les conséquences en termes de capacité à prévoir :

- i) l'ampleur de la déformation
- ii) l'évolution des propriétés hydrodynamiques (porosité, perméabilité,...) et des propriétés thermo-physiques des fluides présents dans les réservoirs,
- iii) la rupture de la roche encaissante ou la réactivation de failles préexistantes, en y incluant des effets tels que l'apparition d'une micro-sismicité ou les circulations transitoires de fluides ?

Un effort particulier sera consacré à l'étude des lois de comportement des roches réservoirs conventionnels (carbonate, grès ...) et non conventionnels (milieu argileux). Pour déterminer ces lois rhéologiques, l'expérimentation de laboratoire est indispensable.



En parallèle, des modèles théoriques et/ou numériques, que ce soit des modèles obtenus par homogénéisation ou des modèles de lois de comportement enrichis pourront permettre d'interpréter les observations expérimentales.

Dans cet axe de recherche, il s'agira également d'étudier expérimentalement et de modéliser l'évolution de la porosité et de la perméabilité, en relation avec des phénomènes naturels ou induits.

## **Axe 2 : Changements d'échelles et problèmes couplés**

**Animateurs : Gilles Pijaudier-Cabot (LFC-R), Julien Yvonnet (Laboratoire MSME)**

Si l'objectif principal est la modélisation **macroscopique** des couplages poromécaniques permettant de déboucher vers la simulation numérique et la résolution de problèmes aux conditions aux limites, deux enjeux sont distingués dans cet axe de recherche :

1. Poromécanique non linéaire : modélisations – dialogue entre échelles – expérimentation
2. Phénomènes couplés aux très petites échelles

### **1. Poromécanique non linéaire**

La modélisation poromécanique non linéaire en conditions saturées (pluri ou mono constituants), en régime partiellement saturé, avec ou sans prise en compte d'éventuels effets réactifs entre les phases fluides et les phases solides est le verrou principal permettant d'envisager la simulation d'ouvrages en géomécanique tels que les sites de stockages, les ouvrages de génie civil ou les réservoirs pétroliers. L'enjeu est de développer des approches de plus en plus ancrées dans la physico-chimie aux petites échelles mais aussi de développer des moyens de validation (expérimentaux ou numériques) permettant d'évaluer la pertinence des hypothèses de modélisation macroscopique.

La théorie de Biot (1941) et ses généralisations récentes offrent un cadre conceptuel à l'échelle macroscopique permettant de préciser le rôle joué par les fluides contenus dans un milieu poreux dans la réponse macroscopique des milieux étudiés. Même si le GDR a progressé sur de nombreux fronts, nous continuerons à favoriser les interactions entre équipes pour aborder des questions cruciales telles que celles concernant la validité de la notion de pression de pore, et au besoin ses limites, celle de la contrainte effective ou la validité des modèles d'écoulement multiphasiques et multi-constituants....

Une description pertinente des couplages hydro-mécaniques réside dans la prise en compte des non linéarités comportementales (plasticité, endommagement, fissuration) des géomatériaux ainsi que des conditions de saturation partielle (phases et composants différents). La caractérisation des couplages chimio-mécaniques et donc aussi des échanges entre les diverses phases étant une étape de développement encore plus ultime. La démarche du GDR visera à asseoir ces approches macroscopiques selon deux orientations :

- Des données expérimentales pertinentes : s'agissant des développements expérimentaux, non seulement il est envisagé de continuer à croiser les démarches en

vue d'une meilleure compréhension des mécanismes de couplages aux échelles pertinentes, mais également de connecter plus intimement modèles et expériences multi-échelles proposées. Des outils en développement, tels que la micro-tomographie RX ou les méthodes de champs (corrélation d'images) sont déjà mis en œuvre dans des équipes du GDR sur des matériaux cimentaires et des milieux granulaires. On peut à présent envisager des développements expérimentaux spécifiques, en mesure d'apporter des éclairages sur les couplages pris en compte dans les démarches de changement d'échelle. La visualisation des fronts de propagation de phase fluide par exemple devrait permettre de porter un œil neuf sur la validité des modèles d'écoulement Darcéens et sur leurs extensions en non saturé. Des expériences similaires pourront être envisagées pour visualiser les effets de dissolution/précipitation (sels, effets du gel,...) sur la phase solide.

- Des données numériques à la micro-échelle : que se soit dans le domaine de la modélisation des solides (MED) ou de la modélisation fluide (Lattice Boltzman, Pore Network Models), les approches discrètes permettent d'alimenter la modélisation macroscopique. Elles constituent aussi un laboratoire numérique à partir duquel il devient possible de renseigner des hypothèses macroscopiques (effet de la fissuration, forces capillaires dans des milieux granulaires, écoulements complexes,...). Dans le contexte des couplages hydromécaniques, un objectif sera de coupler les descriptions fluide et solide aux petites échelles afin de mieux exhiber et comprendre les interactions (par exemple les évolutions des propriétés de transport avec la microstructure solide). Un deuxième couplage pourra être celui des équilibres de phase fluide (et solide), principalement dans le contexte chimio-mécanique.

Faire dialoguer ces approches expérimentales et numériques est une nécessité pour surpasser les limitations liées aux méthodes analytiques ou semi analytiques, dans le cas de phénomènes multi-physiques complexes, pour des lois de comportement et des morphologies de microstructures réalistes. Ces techniques permettent d'effectuer le passage entre une échelle dite microscopique (pouvant être décrite par la mécanique des milieux continus, mais dont les différents champs sont associés à des dimensions caractéristiques beaucoup plus petites que l'échelle de la structure), et l'échelle macroscopique. Ces techniques dites d'homogénéisation numérique suscitent un intérêt croissant. Dans ce contexte, de nombreux verrous doivent être levés. Parmi ceux-ci, citons en particulier le cas des matériaux avec prise en compte des incertitudes microstructurales, la prise en compte de phénomènes couplés multi physiques (changements de phase, couplages chimio-mécaniques, thermo mécaniques...), les comportements non linéaires dépendant du temps, ou incluant de la dynamique, le développement d'algorithmes permettant la réduction des coûts de calculs associés aux calculs à plusieurs échelles couplées ou à des modèles très fins (c'est le cas par exemple des microstructures caractérisées par des images microtomographiques), la simulation multi-échelles de phénomènes non locaux comme les bandes de cisaillement, les fissures et les instabilités, la prise en compte des effets de surface / de taille ou encore la modélisation multi-échelles de l'endommagement, capturant des transitions entre modèles homogénéisés et localisations.

## **2. Phénomènes couplés aux petites échelles - des simulations atomistiques aux approches de micromécaniques continues**

La prise en compte des plus petites échelles, voire de l'échelle atomique est un enjeu majeur pour une large classe de matériaux, par exemple ceux dont la porosité est de taille nanoscopique (argilites, pâtes de ciment, etc.). Elle commence aujourd'hui à être appréhendée au plan mécanique, notamment grâce à l'utilisation de modèles étendus incluant une énergie de surface. En effet, aux petites échelles, l'environnement différent des atomes de surface peut induire une modification des propriétés effectives des matériaux nano structurés. Il est de plus en plus possible d'établir des modèles de la mécanique et de la physique des milieux continus incorporant ces effets, en vue d'effectuer des calculs de propriétés effectives pour remonter ensuite aux propriétés du matériau homogène associé à la structure. L'investigation de ces échelles est cruciale pour pouvoir comprendre certains phénomènes physiques associés et leur impact sur le comportement effectif du matériau. Elle peut également servir de guide dans des choix de conception de nouveaux matériaux.

Un des challenges important réside en l'extension de ces travaux à la poromécanique. Il s'agit de déterminer les effets respectifs ou mutuels de la pression de fluides et de la taille des nanopores, dans le cas de milieux saturés et partiellement saturés. Des travaux dédiés à l'élaboration d'un cadre théorique de poroélasticité avec effets de taille ou prise en compte des effets de confinement fluide ont déjà émergé des réflexions du GDR, tant du point de vue expérimental que des modèles théoriques. Leur extension au comportement non linéaire et au cas où le squelette solide n'est pas saturé par un fluide ou une phase reste à défricher. Sur cette question de très grande actualité, il est à parier que le GDR renouvelé constituera une excellente opportunité pour des échanges de qualité, entre modélisateurs et expérimentateurs.

Par rapport à l'enjeu qui vient d'être indiqué, les modèles nano-mécaniques envisagés ici font intervenir des paramètres qui doivent être déterminés par le biais de calculs à l'échelle atomique dans le cadre de la dynamique moléculaire ou de calculs ab initio. Une étape supplémentaire est donc franchie en termes de descente vers les petites échelles. Le lien avec l'expérimentation procède toutefois de la même démarche, au moins dans le principe tant qu'il s'agit de mesurer des grandeurs macroscopiques (gonflement, écoulements multi-constituants,...). Certaines équipes du GDR disposent toutefois de compétences permettant de caractériser la matière aux petites échelles (indentation, adsorption,...). C'est pourquoi, dans le projet décliné ici, on se concentrera avant tout sur les aspects numériques :

- L'utilisation de la simulation moléculaire pour caractériser l'état d'un ou plusieurs fluides dans un système poreux, les effets d'adsorption sélectifs et les interactions avec la phase solide (isothermes d'adsorption, pression de cristallisation, pression de disjonction,...)
- L'emploi de représentations moléculaires pour comprendre les interactions entre les phases fluides confinées et la phase solide afin d'en déduire des éléments de modélisation mécanique (effet de l'eau sur le comportement non linéaire dans le cas des milieux cimentaires, gonflement, fracturation assistée par gonflement,...)
- L'utilisation de la dynamique moléculaire pour l'étude des écoulements. Dans des conduits de tailles nanométriques se pose le problème de la modélisation pour des conditions de glissement sur les parois pouvant être modifiées pour les petites dimensions. Les simulations par dynamique moléculaire devraient, par exemple, permettre d'identifier les coefficients des modèles macroscopiques.

Les activités de ce second volet de l'axe 2 concerneront en particulier les géomatériaux mésoporeux (pore de taille 2 nm – 50 nm) ou microporeux (pores de tailles inférieure à 2 nm), en particulier les argiles, les ciments, les roches, ou encore les charbons. L'accent sera mis sur le dialogue entre les modélisations macroscopiques et les simulations numériques, les seconds venant enrichir les premiers.

### **Axe 3 – Risques naturels et durabilité des ouvrages**

**Animateurs : Stéphane Bonelli (Cemagref), Farid Laouafa (Ineris)**

Les équipes du GdR Mege ont une expertise reconnue concernant la compréhension des mécanismes élémentaires de déformation, la mise en évidence de ces mécanismes sur des essais de laboratoire, leur modélisation théorique, et numérique, par la résolution de problèmes aux limites. Par ailleurs, les projets d'ouvrages, les évaluations de sûreté d'ouvrages anciens, et les situations de risques naturels représentent des problématiques complexes qui doivent être abordées de manière collective, en forte interaction avec les industriels, bureaux d'étude et société d'ingénierie concernés. Le GdR a retenu plusieurs problématiques actuelles sur lesquelles l'accent sera mis de sorte à :

- i) en expliciter les verrous scientifiques et les questions ouvertes ;
- ii) déployer son expertise sur des études de cas complexes, notamment par des modélisations numériques.

#### ***Thème 1 : Ouvrages souterrains, stockages souterrains***

Les stockages souterrains concernent le gaz naturel, les hydrocarbures liquides ou liquéfiés, les produits chimiques à destination industrielle. Les principaux phénomènes susceptibles d'en découler sont : une pollution des nappes d'eau souterraines, une émanation de gaz résiduel en surface, des mouvements de la surface du sol. Le stockage géologique du CO<sub>2</sub> consiste notamment à capturer ce gaz à la source puis à l'injecter dans des réservoirs géologiques stables, afin de le soustraire ainsi au cycle atmosphérique pendant plusieurs centaines à milliers d'années. Pour cela, il est crucial de s'assurer de l'efficacité du stockage et de maîtriser les risques pour l'homme et les impacts sur l'environnement, notamment à long terme.

La présence de cavités souterraines d'origine naturelle (vides de dissolution) ou issues de l'activité humaine (extraction de matériaux ou creusement de refuge) représente un risque sérieux de mouvements de terrain en surface.

Un domaine d'extrême importance scientifique et sociétale concerne le stockage de déchets radioactifs. Les enjeux sont essentiellement la maîtrise des phénomènes couplés (poromécanique, propriétés de transport (perméabilité, diffusion), chimio-mécanique, etc.) mettant en jeu des évolutions importantes de microstructures (par microfissuration par exemple).

Les questions ouvertes qui concernent le GdR sont essentiellement l'étude, la compréhension et la modélisation des couplages THMC (Thermique-Hydrique-Mécanique-Chimique) :

- comportements mécaniques (cavités salines notamment), phénomènes de transport, et processus physico-chimiques (dissolution, adsorption, minéralisation) couplés,
- vieillissement-altération du milieu en contact avec le fluide stocké,

- remobilisation d'éléments initialement fixés à la roche réservoir (métaux lourds, actinides, HAP).

### ***Thème 2 : Ouvrages en béton et en béton armé***

La durabilité des structures en béton et en béton armé dépend fortement de celle du matériau, sensible aux dégradations d'origine physico-chimiques (carbonatation, pénétration des ions chlorures, attaques sulfatiques ou par un milieu acide, gel-dégel). De nombreux ouvrages en béton armé sont en particulier atteints de dégradations diverses, notamment de la corrosion des aciers suite à la pénétration de chlorures et/ou de carbonatation. De plus, des réactions de gonflement interne (par alcali-réaction, ou par réaction sulfatique interne) peuvent survenir dans certains cas d'ouvrages où la compatibilité granulats/liant n'a pas été respectée à la réalisation de ceux-ci. Les processus de dégradation sont longs (des dizaines d'années), et les développements expérimentaux récents ont nécessité des essais de laboratoire « accélérés » pour étudier les dégradations du béton. Les conditions aux limites de ces essais ne sont cependant pas toujours représentatives de la réalité puisque, souvent les conceptions de ces essais se soucient davantage de la compréhension des phénomènes mis en jeu (d'autant qu'ils sont souvent complexes tant ils font intervenir des couplages physico-chimiques et mécaniques) que de la reproduction du processus naturel.

Les questions ouvertes qui concernent le GDR sont encore liées principalement à l'étude des couplages THMC:

- étude du comportement mécanique aux temps longs,
- modélisation des mécanismes multi-physiques de diffusion des ions agressifs dans le béton (des chlorures notamment) et dans les structures en béton,
- étude des facteurs électrochimiques, mécaniques et hydriques couplés qui influencent les mécanismes de vieillissement.

Un couplage expérimentation-modélisation est nécessaire afin de bien comprendre les mécanismes et les phénomènes observés, d'améliorer les modèles phénoménologiques actuels (en utilisant des techniques de changement d'échelle notamment, cf. travaux dans l'axe 2). L'objectif final étant de pouvoir disposer d'outils scientifiquement robustes de réévaluation « continue » des capacités portantes d'ouvrages en service en cours de dégradation tout en fournissant la durée de vie « résiduelle », et d'apprécier l'impact de mesures de réparation lorsque celles-ci sont soit envisageables, soit déjà réalisées. Les programmes et les opérations de maintenance s'en trouveront ainsi optimisés et des coûts non-négligeables peuvent ainsi être économisés, en particulier lorsqu'il s'agit d'ouvrages d'importance tels les grands viaducs/ponts ou les centrales nucléaires.

### ***Thème 3 : Ouvrages hydrauliques en terre***

Les barrages en terre, les digues fluviales et les digues maritimes sont des ouvrages en terre soumis à des risques naturels dont l'intensité est susceptible de croître avec le temps. Les sols de ces ouvrages sont essentiellement non saturés. Les ruptures érosives, par érosion interne ou externe, représentent la première cause d'incidents. La possibilité de rupture diffuse par instabilité, induite par une érosion interne, est une hypothèse avancée depuis peu et qui doit être étudiée. Le rôle majeur des bulles d'air dans les phénomènes d'érosion et de rupture, longtemps négligé, a été démontré. L'influence des sollicitations répétées ou cycliques, notamment lorsque les sols sont très perméables, voire fissurés, est primordiale. Le renforcement des sols – notamment par traitement à la chaux – afin d'améliorer leurs caractéristiques mécaniques et érosives est une technique éprouvée dans d'autres pays et

d'autres domaines, mais à peine initiée sur les ouvrages hydrauliques en terre.

Les questions ouvertes qui concernent le GdR sont notamment l'étude et la modélisation :

- du renforcement des sols par traitement,
- des mécanismes élémentaires de détachement et de transport des particules de sol érodés, afin de pouvoir passer ensuite à l'échelle des sols réels (essais de laboratoire et modélisation d'ouvrages),
- du comportement hydro-mécanique non saturé dans le domaine *quasi-saturé*,
- du couplage érosion interne/comportement mécanique (endommagement, fissuration),
- du couplage érosion interne/rupture diffuse par instabilité,
- des phénomènes complexes en jeu pour les ouvrages maritimes (solicitations cycliques de saturation/désaturation, et couplages physico-chimiques).

#### 4 POSITIONNEMENT PAR RAPPORT AUX AUTRES GDR EXISTANT

Actuellement (à l'exception de MeGe) aucun GDR portant spécifiquement sur la Mécanique Géo-environnementale, regroupant des chercheurs de laboratoires universitaires, CNRS et industriels n'est en cours.

Le GDR 2181 Milieux Divisés (GDR Midi), créé le 01/01/2000 et renouvelé le 01/01/2004 sous la direction d'Olivier Pouliquen de l'IUSTI, de Farhang Radjaï du LMGC, et de Bruno Andreotti du PMMH, est arrivé à échéance à la fin de l'année 2007.

Le projet scientifique du GDR MeGe s'était partiellement inscrit dans la continuité d'une partie du GDR MiDi. Le dénominateur commun était essentiellement lié à la nature de certains objets étudiés, qui dans les deux cas exhibent une structure divisée. En effet, les sols, constitués de géomatériaux, sont par essence des milieux granulaires, cohésifs ou non. Afin de valoriser au mieux les connaissances mobilisées par le GDR MiDi dans le cadre du GDR MeGe, un des membres fondateurs du GDR MiDi, Farhang Radjaï, fait partie du comité scientifique du GDR MeGe. De plus, un certain nombre de laboratoires (et d'animateurs de thématiques) déjà impliqués activement dans le GDR MiDi sont associés au projet de GDR MeGe. Ceci dit, il convient de souligner que le champ d'investigation de MeGe dépassait la mécanique des sols puisqu'il englobait également les roches et les bétons qui sont des matériaux cohérents par nature.

Le GDR Midi fédérait une communauté très vaste, notamment de physiciens. Depuis 2008, cette dernière s'est également fédérée à nouveau par l'intermédiaire de deux nouveaux GDR :

- le **GDR 3166 Mécanique et Physique et des Systèmes Multi-échelles** (GDR Méphy) créé le 1er janvier 2009 et dirigé par Benoît Roman
- le **GDR 3276 Transport Solide Naturel** (GDR Transnat) créé le 1er janvier 2009 et dirigé par Alexandre Valance.

Le GDR Méphy se situe à l'interface entre les communautés des mécaniciens et des physiciens qui travaillent sur des systèmes similaires à des échelles différentes. Les thématiques abordées par le GDR Méphy sont assez variées et relèvent peu de la géomécanique. Cependant, sur un point bien précis (le mouillage dynamique par exemple), une réunion commune entre le GDR MeGe et le GDR Méphy est en cours d'organisation à l'automne 2011, afin de mettre en commun nos connaissances respectives sur le sujet.

Le GDR Transnat réunit essentiellement des physiciens de la matière granulaire, avec une ouverture marquée vers les communautés de géomorphologie et mécanique des fluides appliquées aux écoulements complexes. Son objectif scientifique est axé sur la compréhension des phénomènes de transport de matière solide à la surface de la terre ou d'autres planètes. Il s'agit essentiellement du transport solide naturel incluant les phénomènes naturels gravitaires, et du transport solide en présence d'un fluide porteur. Même si certains objets d'étude peuvent a priori être similaires, les outils scientifiques utilisés pour les appréhender sont très différents. Cependant, il pourra être envisagé dans le prochain mandat du GDR MeGe une réunion commune avec le GDR Transnat sur une thématique précise, tout comme nous comptons organiser à l'automne 2011 une réunion commune avec le GDR Méphy.

Par ailleurs, il est clair que la complexité des phénomènes étudiés et des objets considérés requiert le développement d'algorithmes spécifiques, au sein de codes d'éléments discrets, ou d'éléments finis, ou encore mixtes. Des problèmes de convergence peuvent émerger, et exiger une analyse mathématique rigoureuse. Dans ce cadre, des collaborations avec des réseaux de mathématiques appliquées seront recherchées. A ce titre, mentionnons tout particulièrement l'existence du **GDR 2439 Modélisations Mathématiques et Simulations Numériques liées aux problèmes de gestion des déchets nucléaires** (GDR MoMaS), créé le 01/01/2003 sous la direction d'Alain Bourgeat de l'ISTIL UMR 5208, et actuellement dirigé par Alexandre Ern (Cermics, ENPC). Les travaux du GDR MOMAS, rattaché à la section 01 du CNRS, sont axés sur l'analyse mathématique des équations de transfert, les méthodes d'approximations, la quantification des incertitudes, avec comme objectif principal l'étude des problèmes de stockage de déchets nucléaires.

Bien que le GDR MeGe soit beaucoup plus orienté vers les aspects mécaniques et multiphysiques, appliqués à diverses problématiques géo-environnementales (les problèmes particuliers de stockage de déchets nucléaires pouvant également constituer un exemple d'application des travaux qui seront effectués), une collaboration avec le GDR MoMaS nous semble être incontournable, et pourrait constituer une ouverture pertinente vers le domaine des mathématiques appliquées.

Enfin, des collaborations avec le **GDR 2902 Interaction Fluide Fluide Structure** (GDR IFS) pourront être recherchées sur des problèmes spécifiques, comme le transport de particules solides par un fluide, dans les problèmes d'érosion interne ou de transports de polluants. Le couplage entre des codes Eléments Discrets (bien maîtrisés par les partenaires du GDR MeGe) et des codes de mécanique des fluides est un problème difficile dans la gestion de l'interface solide-fluide. Sur des questions très spécifiques (mais récurrentes), telles que la maîtrise de temps de calculs raisonnables, notamment pour la résolution des équations du fluide dans des zones qui peuvent être turbulentes, les compétences du GDR IFS pourront être sollicitées.

Certains des thèmes décrits dans l'axe 2 du projet de MeGe font écho à des actions du GDR MECANO (MECANique des Nano Objets) dédiées à la détermination des propriétés effectives de milieux nanostructurés. Bien que certaines notions de base telles que l'élasticité surfacique aient fait l'objet d'échanges très approfondis au sein de ce GDR, le développement de méthodes de changement d'échelle pour des matériaux micro/nano poreux n'y est pas affiché comme axe de développement prioritaire. Ni a fortiori les couplages multiphysiques aux très petites échelles, objets de travaux envisagés dans le GDR MeGe. Toutefois, il y aura

un intérêt manifeste à échanger, sur des aspects très spécifiques, avec des physiciens/mécaniciens du GDR Mecano, plus familiers aux échelles nanométriques.

## **5 FONCTIONNEMENT DU GDR POUR 2012-2015**

### **REUNIONS THEMATIQUES ET REUNION BILAN**

Nous proposons, pour le prochain mandat de 2012 à 2015, un principe de fonctionnement un peu différent de celui du précédent mandat. En effet, dans le nouveau projet, le rôle des animateurs des 3 axes de recherche proposés sera renforcé. Les animateurs de ces 3 axes de recherche auront un rôle central à jouer dans l'animation scientifique. Ils auront en charge l'organisation et l'animation de 2 journées de travail thématiques par an, sur les thèmes de leur axe qu'ils jugeront prioritaires, en concertation avec le comité de direction et le comité scientifique. Ces réunions thématiques d'une journée (voire de 2 journées lorsque cela sera nécessaire) seront plus ciblées et réuniront un nombre moins important d'équipes et de participants. Si notre budget le permet, le GDR prendra en charge le déplacement des collègues (chercheurs, enseignants-chercheurs et doctorants) pour ces réunions thématiques.

Le principe d'une réunion bilan annuelle de 3 jours à La Rochelle est maintenu. Elle sera l'occasion de faire le bilan général des avancées des équipes ayant participé aux réunions thématiques ciblées, qui exposeront leurs nouveaux résultats. L'hébergement complet sur place des participants sera pris en charge par le GDR (si notre budget le permet), le déplacement restant à la charge des participants.

En cohérence avec les conclusions dégagées par le Comité scientifique, nous pensons que ce nouveau mode de fonctionnement, favorisant les échanges sur des thématiques plus ciblées, permettra de déboucher rapidement sur des projets structurants visibles (montage de projets ANR, encadrements de thèses en cotutelle, rédaction d'articles scientifiques, organisation de sessions de séminaires et de congrès, etc.). Les allocations de thèses visées sont en particulier les bourses BDI, les bourses Cemagref, et les conventions CIFRE avec les partenaires industriels impliqués, en plus des allocations de thèse classiques (bourses MESR, bourses du Conseil Régional).

### **LA STRUCTURE DE GOUVERNANCE POUR 2012-2015**

La structure de gouvernance du GDR MeGe pour le nouveau mandat (2012-2015) est très largement conservée. Le comité de direction, constitué du Directeur (Olivier Millet) et de deux Directeurs adjoints (François Nicot et Djimédo Kondo) est reconduit. Ce dernier veille au quotidien au bon fonctionnement du GDR, il supervise et s'occupe de l'organisation des réunions thématiques et des réunions bilans annuelles, gère et contrôle la liste de diffusion du GDR. Dans le nouveau projet de GDR, le rôle des animateurs des 3 axes de recherche proposés est renforcé. Le comité de pilotage veillera au bon fonctionnement des axes de recherche, à l'organisation régulière de réunions de travail thématiques (2 réunions thématiques annuelles), au suivi et à la restitution des travaux de recherche au sein de ces axes, en concertation avec les animateurs des axes.



D'autre part, le comité scientifique du GDR est élargi dans le nouveau projet, de façon à assurer une vision encore plus globale sur les nouveaux axes de recherche proposés. Il se réunira au moins une fois par an (à l'occasion de la réunion bilan annuelle), de façon à avoir une vue d'ensemble sur les avancées des équipes au cours de l'année écoulée, et à pouvoir renforcer ou réorienter si nécessaire certaines thématiques de recherche.

***Nouveau comité scientifique proposé pour 2012-2015 (en gras les nouvelles personnalités scientifiques composant le comité)***

Félix DARVE	Professeur, INP Grenoble – L3S-R
Bernard CAMBOU	Professeur, Ecole centrale de Lyon – LTDS
Pierre-Yves HICHER	Professeur, Ecole centrale de Nantes – GEM
Gilles PIJAUDIER-CABOT	Professeur, LFC-R, Université de Pau et des Pays de l'Adour
Farhang RADJAI	Directeur de Recherche, CNRS, LMGC, Montpellier
Yves GUEGUEN	Professeur, Laboratoire de Géologie de l'Ecole Normale Supérieure (Paris)
<b>Karim AIT-MOKHTAR</b>	<b>Professeur, Université de La Rochelle</b>
<b>Christian MOYNE</b>	<b>Directeur de Recherche, CNRS, LEMTA, Nancy</b>
<b>Henri Van Damme</b>	<b>Directeur scientifique, IFSTTAR</b>

**OBJECTIFS GENERAUX ET CRITERES D'EVALUATIONS**

Nous veillerons au cours du prochain mandat à ce que les objectifs généraux suivants, impliquant le mode de fonctionnement du GDR, et pour lesquels des critères d'auto-évaluation peuvent être proposés, soient atteints au mieux.

**Objectifs généraux et critères d'évaluation**

<b>Objectifs</b>	<b>Critères d'évaluation</b>
Emergence d'un pôle d'excellence	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Implication du GDR dans des projets de recherche extérieurs</li> <li>– Invitations du GDR à organiser des sessions thématiques au sein de congrès internationaux</li> <li>– Croissance du nombre d'adhérents (chercheurs individuels et équipes ou organismes) au cours de son existence</li> </ul>

Favoriser les rapprochements inter-disciplinaires	Nombre de sessions thématiques interdisciplinaires internes organisées dans le cadre du GDR
Favoriser les collaborations et les co-encadrements de thèses	Nombre d'articles en commun impliquant plusieurs partenaires du GDR Nombre de thèses co-encadrées impliquant plusieurs équipes du GDR
Plateforme d'élaborations de projets (ANR, UE)	Nombre de projets institutionnels déposés sous l'égide du GDR
Formation des doctorants, post-doctorants	Nombre de bourses doctorales BDI et Cemagref allouées

## PERSPECTIVES AUTRES POUR 2012-2015

- Lors du renouvellement du GDR, nous envisageons de finaliser l'édition de l'ouvrage de synthèse (Traité MIM - Mécanique et Ingénierie des Matériaux) aux éditions Hermès-Lavoisier, dont le plan et la contribution des équipes ont été quasiment finalisés lors du premier mandat. Titre de l'ouvrage : Modélisation multi-échelle en mécanique géo-environnementale.
- Nous proposons d'organiser une école d'été en 2013 sur le thème « Micromécanique, homogénéisation et Méthodes numériques discrètes ».
- Il est également envisagé pour 2014 d'organiser une école ALERT sur les thèmes des 3 nouveaux axes de recherches proposés. Le réseau européen ALERT Geomaterials fondé en 1989, travaille sur la modélisation numérique des milieux naturels et des ouvrages de génie civil (Alliance of Laboratories in Europe for Research and Technology, <http://alert.epfl.ch/>).
- Enfin, il est prévu d'organiser la session thématique "Internal erosion" avec le Groupe Européen de l'ICOLD (Int. Com. on Larges Dams) du même nom lors de l'ICSE-6 (6th International Conférence on Scour and Erosion, Paris, 27-31 août 2012).

## 6 FINANCEMENT ET DEMANDE DE RESSOURCES

Comme nous l'avons déjà indiqué, de 2008 à 2011, le GDR MeGe a bénéficié du soutien de partenaires (Cemagref, LCPC, Ineris, Itasca) qui ont contribué à son financement annuel à hauteur de 15,5k€ en plus de la dotation annuelle du CNRS de 10k€.

Ce financement du GDR (dotation du CNRS et subventions des partenaires) a permis de prendre en charge l'hébergement complet sur place des participants aux différentes réunions, le déplacement restant à la charge des collègues.

Ce financement des partenaires n'étant absolument pas assuré d'être reconduit, nous demandons pour le renouvellement du GDR MeGe 3176 un financement de 20k€ annuel, ce qui permettrait de continuer à fonctionner correctement sur la base du nouveau projet

proposé. Ce financement complémentaire devrait également permettre de prendre en charge le déplacement de quelques doctorants aux réunions annuelles.

## **7 NOUVEAUX PARTENAIRES IMPLIQUES**

Durant le précédent mandat, nous avons reçu des demandes de rattachement au GDR émanant de laboratoires CNRS ou universitaires, français et étrangers. Nous avons répondu favorablement à ces demandes qui permettent d'élargir et de compléter les contours du GDR MeGe, tout en respectant les nouvelles orientations scientifiques et thématiques proposées. La nouvelle liste complète de ces partenaires figure en annexe ci-après.

# ANNEXES

## MEMBRES DU GDR AU COURS DE LA PERIODE 2012-2015

### Laboratoires CNRS et universitaires français

- 1 **Université de la Rochelle**  
Département de Génie Civil  
LEPTIAB  
Avenue Michel Crépeau  
17000 – La Rochelle  
*Contact :* **Olivier Millet**  
*Email :* [olivier.millet@univ-lr.fr](mailto:olivier.millet@univ-lr.fr)
  
- 2 **Université Pierre et Marie Curie**  
Institut d'Alembert  
CNRS UMR 7190  
Université Pierre et Marie Curie  
4 place Jussieu – Tour 65/55  
75252 Paris cedex 05  
*Contact :* **Djimeddo Kondo**  
*Email :* [djimeddo.kondo@upmc.fr](mailto:djimeddo.kondo@upmc.fr)
  
- 3 **Université Montpellier 2**  
LMGC  
CNRS UMR 5508  
Université de Montpellier II  
cc 048 - Pl. Eugène Bataillon  
34095 – Montpellier Cedex 5  
*Contact :* **Moulay-Saïd El Youssoufi**  
*Email :* [elyous@lmgc.univ-montp2.fr](mailto:elyous@lmgc.univ-montp2.fr)
  
- 4 **Ecole Centrale de Lyon**  
LTDS  
CNRS UMR 5513  
36 avenue Guy de Collongue  
69134 – Ecully Cedex  
*Contact :* **Cécile Nouguier-Lehon**  
*Email :* [cecile.nouguier@ec-lyon.fr](mailto:cecile.nouguier@ec-lyon.fr)
  
- 5 **Ecole Centrale de Nantes**  
Institut de Recherche en Génie Civil et Mécanique (GEM)  
CNRS UMR 6183  
1 rue de la Noë, BP 92101  
44321 – Nantes Cedex 3  
*Contact :* **Nadia Saiyouri**  
*Email :* [nadia.saiyouri@ec-nantes.fr](mailto:nadia.saiyouri@ec-nantes.fr)

- 6 **Université de Grenoble (UJF – INPG)**  
L3SR  
CNRS UMR 5521  
Domaine universitaire, BP 53  
38041 – Grenoble Cedex 9  
*Contact :* **Félix Darve**  
*Email :* [felix.darve@inpg.fr](mailto:felix.darve@inpg.fr)
- 7 **Université de Picardie, Mécanique**  
Laboratoire des Technologies Innovantes  
IUT, 48 rue d'Ostende  
02100 – St-Quentin  
*Contact :* **Jérôme Fortin**  
*Email :* [jerome.fortin@insset.u-picardie.fr](mailto:jerome.fortin@insset.u-picardie.fr)
- 8 **Université de Picardie, Mathématiques**  
Faculté de Mathématiques et d Informatique  
LAMFA-CNRS UMR 6140  
33, Rue Saint Leu  
80 039 Amiens  
02100 – St-Quentin  
*Contact :* **Serge Dumont**  
*Email :* [Serge.Dumont@u-picardie.fr](mailto:Serge.Dumont@u-picardie.fr)
- 9 **Laboratoire Navier**  
Laboratoire mixte ENPC-IFSTTAR-CNRS  
UMR 8205  
Cité Descartes, 2 allée Képler  
77420 – Champs-sur-Marne  
*Contact :* **Jean-Noël Roux**  
*Email :* [jean-noel.roux@lcpc.fr](mailto:jean-noel.roux@lcpc.fr)
- 10 **Université Joseph Fourier**  
LGGE, CNRS  
54, rue Molière, BP 96  
38402 – Saint-Martin d'Hères Cedex  
*Contact :* **Jerôme Weiss**  
*Email :* [weiss@lgge.obs.ujf-grenoble.fr](mailto:weiss@lgge.obs.ujf-grenoble.fr)
- 11 **Ecole Normale Supérieure**  
Laboratoire de Géologie de l'Ecole Normale Supérieure  
24, rue Lhomond  
75231 Paris Cedex 05  
*Contact :* **Yves Gueguen**  
*Email :* [gueguen@geologie.ens.fr](mailto:gueguen@geologie.ens.fr)

- 12 **Université de Metz**  
Laboratoire LEM3  
Université Paul Verlaine  
Ile du Saulcy  
57045 – Metz  
*Contact :* **Ali Daouadji**  
*Email :* [ali.daouadji@univ-metz.fr](mailto:ali.daouadji@univ-metz.fr)
- 13 **Université de Nancy**  
LEMTA  
UMR 7563  
2, avenue de la Forêt  
54504 Vandoeuvre-lès-Nancy  
*Contact :* **Christian Moyne**  
*Email :* [christian.moyne@ensem.inpl-nancy.fr](mailto:christian.moyne@ensem.inpl-nancy.fr)
- 14 **Université de Pau et des Pays de l'Adour**  
LFC-R  
UMR Total CNRS 5150  
Allée du Parc Montaury  
64600 Anglet  
*Contact :* **Gilles Pijaudier-Cabot**  
*Email :* [gilles.pijaudier-cabot@univ-pau.fr](mailto:gilles.pijaudier-cabot@univ-pau.fr)
- 15 **Université Montpellier 2**  
Géosciences Montpellier  
UMR 5243 - CC 60  
Université Montpellier 2  
Place E. Bataillon  
34095 Montpellier cedex 5  
*Contact :* **Alfredo Taboada**  
*Email :* [alfredo.taboada@gm.univ-montp2.fr](mailto:alfredo.taboada@gm.univ-montp2.fr)
- 16 **Université Paris Est**  
Laboratoire de Modélisation et Simulation Multi Echelle (MSME)  
UMR 8208  
5, Boulevard Descartes  
77454, Marne-la-Vallée Cedex 2  
*Contact :* **Julien Yvonnet**  
*Email :* [Julien.Yvonnet@univ-paris-est.fr](mailto:Julien.Yvonnet@univ-paris-est.fr)
- 17 **CNRS**  
Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique  
UPR 7051  
31 chemin Joseph-Aiguier  
13402 Marseille cedex 20

*Contact :* **Nathalie Favretto-Cristini**  
*Email :* favretto@lma.cnrs-mrs.fr

18 **Université Lille 1**

Laboratoire de Mécanique de Lille  
CNRS UMR 8107  
Boulevard Paul Langevin  
Cité Scientifique  
59655 – Villeneuve d'Ascq Cedex

*Contact :* **Nicolas Burlion**  
*Email :* Nicolas.Burlion@polytech-lille.fr

### Centres de recherche institutionnels et privés

1 **Cemagref**

Parc de Tourvoie  
BP 44  
92163 – Antony Cedex

*Contact :* **François Nicot**  
*Email :* [Francois.nicot@cemagref.fr](mailto:Francois.nicot@cemagref.fr)

2 **IPG de Paris**

CNRS UMR 7154  
Equipe sismologie  
4, place Jussieu - Case 89  
75252 – Paris Cedex 05

*Contact :* **Anne Mangeney**  
*Email :* mangeney@ipgp.fr

4 **INERIS**

Parc Technologique ALATA  
BP 2  
60550 – Verneuil-en-Halatte

*Contact :* **Farid Laouafa**  
*Email :* [farid.laouafa@ineris.fr](mailto:farid.laouafa@ineris.fr)

5 **EDF – CIH**

Savoie Technolac  
73000 – Le bourget-du-Lac

*Contact :* **François Laigle**  
*Email :* Francois.laigle@edf.fr

6 **BRGM**  
3, avenue C. Guillemin  
BP 6009  
45060 – Orléans Cedex  
*Contact :* **Hormoz Modaressi**  
*Email :* [h.modaressi@brgm.fr](mailto:h.modaressi@brgm.fr)

7 **IFSTTAR**  
Département GER  
58, boulevard Lefebvre  
75732 – Paris Cedex 15  
*Contact :* **Christophe Chevalier**  
*Email :* [christophe.chevalier@ifsttar.fr](mailto:christophe.chevalier@ifsttar.fr)

8 **IFPEN**  
IFP Energies nouvelles  
1 et 4 avenue de Bois-Préau  
92852 Rueil-Malmaison Cedex  
  
*Contact :* **Yannick Peysson**  
*Email :* [yannick.peysson@ifpen.fr](mailto:yannick.peysson@ifpen.fr)

## Partenaires privés

1 **TOTAL**  
Direction Scientifique Groupe  
  
*Contact :* **Philippe-Franck Girard**  
*Email :* [philippe-franck.girard@total.com](mailto:philippe-franck.girard@total.com)

2 **LHOIST Recherche et développement**  
rue de l'Industrie, 31  
B-1400 Nivelles (Belgium)  
*Contact :* **Didier lesueur**  
*Email :* [didier.lesueur@lhoist.com](mailto:didier.lesueur@lhoist.com)

## Laboratoires étrangers ayant joint un courrier de soutien

1 **Université de Liège**  
Département ARGENCO  
Liège, Belgique



*Contact :* **Séverine Levasseur**  
*Email :* [severine.levasseur@ulg.ac.be](mailto:severine.levasseur@ulg.ac.be)

2 **Politecnico de Milan**

Dipartimento di Ingegneria Strutturale  
piazza L. da Vinci 32  
20133 – Milan, Italie

*Contact :* **Caludio di Prisco**  
*Email :* [claudio.diprisco@polimi.it](mailto:claudio.diprisco@polimi.it)

3 **Université de Calgary**

Department of Civil Engineering  
2500 University Drive NW  
Calgary, AB, Canada T2N 1N4

*Contact :* **Richard Wan**  
*Email :* [wan@ucalgary.ca](mailto:wan@ucalgary.ca)

4 **EPFL**

Laboratoire de mécanique des sols  
EPFL-ENAC-LMS  
Station 18  
CH-1015 Lausanne

*Contact :* **Lyesse Laloui**  
*Email :* [yesse.laloui@epfl.ch](mailto:yesse.laloui@epfl.ch)

5 **Cedex Madrid**

Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas  
Ministerio de Fomento  
Alfonso XII, 3  
28014 – Madrid, Espagne

*Contact :* **Manuel Pastor**  
*Email :* [manuel.pastor@cedex.es](mailto:manuel.pastor@cedex.es)

6 **University of Massachusetts**

Geotechnical Group  
Department of Civil and Environmental Engineering  
27 Marston Hall  
130 Natural Resources Road  
Amherst, MA 01003-9293

*Contact :* **Ching S. Chang**  
*Email :* [chang@ecs.umass.edu](mailto:chang@ecs.umass.edu)

7     **DUKE University**  
Department of Civil and Environmental Engineering  
Pratt School of Engineering  
Duke University  
Box 90287 Hudson Hall Durham  
NC 27708-0287  
*Contact :*   Tomasz Hueckel  
*Email :*     [hueckel@duke.edu](mailto:hueckel@duke.edu)

8     **Gdansk University of Technology**  
Faculty of Civil and Environmental Engineering  
Gdansk University of Technology  
Gdansk, Pologne  
*Contact :*   **Jacek Tejchman**  
*Email :*     [tejchmk@pg.gda.pl](mailto:tejchmk@pg.gda.pl)

## **PRODUCTION SCIENTIFIQUE DES EQUIPES MEMBRES DU GDR AU COURS DE LA PERIODE 2008-2011**

On ne mentionnera que les publications de rang A pour chaque équipe au cours de la période 2008-2011, en relation avec les thématiques du GdR.

### **Laboratoires CNRS et universitaires français**

#### **LEPTIAB**

Qin M., Belarbi R., Aït-Mokhtar A., Nilsson L.O. (2008): Non-isothermal moisture transport in hygroscopic building materials: Modelling for the determination of moisture transport coefficients, *Transport in Porous Media*, Vol. 72, p. 255-271.

Qin M., Belarbi R., Aït-Mokhtar A., Nilsson L.O. (2008): Simultaneous heat and moisture transport in porous building materials: Evaluation of non-isothermal moisture transport properties, *Journal of Materials Science*, Vol. 43, p. 3655-3663.

Friedmann H, Amiri O., Aït-Mokhtar (2008): Shortcomings of Geometrical Approach in Multi-species Modelling of Chloride Migration in Cement-Based Materials, *Magazine of Concrete Research*, Vol. 60, N°2, pp.119 – 124.

Friedmann H, Amiri O., Aït-Mokhtar (2008): Physical modeling of the electrical double layer effects on multispecies ions transport in cement-based materials, *Cement Concrete Research*, Vol. 38, N°12, pp.1394 – 1400.

Millet O., Aït-Mokhtar A., Amiri O. (2008): Determination of the macroscopic chloride diffusivity in cementitious porous materials by coupling periodic homogenization of Nernst-Planck equation with experimental protocol, *International Journal of Multiphysics*, vol.2, number 1, 129-145.

Rahmoun J., Millet O., Kondo D. (2008): A three dimensional micromechanical modelling of the anisotropy of granular media, *Studia Geotechnica et Mechanica*, Vol. 30, No. 3–4.

Bouasker M., Mounanga P., Turcry P., Loukili A., Khelidj A. (2008): Chemical shrinkage of cement pastes and mortars at very early age: Effect of limestone filler and granular inclusions, *Cement and Concrete Composites*, Volume 30, Issue 1, pp. 13-22.

Mounanga P., Gbongbon W., Poullain P., Turcry P. (2008): Proportioning and characterization of lightweight concrete mixtures made with rigid polyurethane foam wastes, *Cement and Concrete Composites*, Volume 30, Issue 9, pp. 806-814.

Sleiman H., Amiri O., Aït-Mokhtar (2009): Chloride transport in unsaturated cement-based materials - Modeling and simulation in case of a tidal zone, *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, Vol. 13, N°4, pp. 489 – 499.

Millet O., Gu S., Kondo D. (2009): A 4th order fabric tensor approach applied to granular media, *Computers and Geotechnic*, 36, pp. 736–742.

- Rahmoun J., Millet O., Kondo D. (2009): A 3D fourth order fabric tensor approach of anisotropy in granular media, *Computational Materials Science*, 6, pp. 869–880.
- Rahmoun J., Millet O., Fortin J. (2009): Friction effect on stresses in ensiled granular media, *Computers and Geotechnics*, 36, pp. 1113–1124.
- Parry A., Millet O. (2010): Modeling Blockage of Particles in Conduit Constrictions: Dense Granular Suspension Flow, *Journal of Fluids Engineering*, Vol. 132, pp. 011302-1 à 011302-10.
- Bourbatache K., Millet O., Aït-Mokhtar K. (2011): Application of the periodic homogenization technique to ionic transfer in cementitious materials – case of chloride in concrete, to appear in *European Journal of Environmental and Civil Engineering*.
- W. Mchirgui, Millet O., Amiri O. (2011): Modeling moisture transport for a predominant water vapor diffusion in a partially saturated porous media, to appear in *European Journal of Environmental and Civil Engineering*.

## **LML**

- Pastor, F., Pastor, J. and Kondo, D. (2011): Numerical limit analysis bounds for ductile porous media with oblate voids. *Mechanics Research Communications*, Vol. 38, pp. 350–354.
- Levasseur, S., Collin, F., Charlier, R. and Kondo, D. (2011): A two scale anisotropic damage model accounting for initial stresses in microcracked materials. *Engineering Fracture Mechanics*, Vol. 78, pp. 1945–1956.
- Yvonnet, J., He Q.C., Zhu, Q.Z., and Shao, J.-F. (2011): A general and efficient computational procedure for modelling the Kapitza thermal resistance based on XFEM. *Computational Materials Science*, Vol. 50, pp. 1220-1224.
- Zhu, Q.Z., Shao, J.-F. and Kondo, D. (2011): A micromechanics-based thermodynamic formulation of isotropic damage with unilateral and friction effects. *European Journal of Mechanics - A/Solids*, Vol. 30, pp. 316-325.
- Yurtdas, I., Burlion, N., Shao, J.-F. and Li, A. (2011): Evolution of the mechanical behaviour of a high performance self-compacting concrete under drying. *Cement and Concrete Composites*, Vol. 33, pp. 380-388.
- Yurtdas, I., Xie, S., Burlion, N., Shao, J.-F., Saint, M. J. and Garnier, A. (2011): Influence of chemical degradation on mechanical behavior of a petroleum cement paste. *Cement and Concrete Research*, Vol. 41, pp. 412-421.
- Laudet, J.-B., Garnier, A., Neuville, N., Le, G.Y., Fourmaintraux, D., Rafai, N., Burlion, N. and Shao J.-F. (2011): The behavior of oil well cement at downhole CO<sub>2</sub> storage

conditions: Static and dynamic laboratory experiments. *Energy Procedia*, Vol. 4, pp. 5251-5258.

Lin, J., Xie, S.Y., Shao, J.-F. and Kondo, D. (2011): A micromechanical modeling of ductile behavior of a porous chalk: Formulation, identification, and validation. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, In press , DOI: 10.1002/nag.1048.

Shen, W.Q., Lin, J., Zhu, Q., Monchiet, V. and Kondo, D. (2011): Macroscopic Yield Criterion for Ductile Materials Containing Randomly Oriented Spheroidal Cavities. *Int. Journ. Damage Mechanics*. Online. DOI: 10.1177/1056789510395552.

Monchiet, V., Charkaluk, E. and Kondo, D. (2011): A micromechanics-based modification of the Gurson criterion by using Eshelby-like velocity fields. *European Journal of Mechanics A/Solids* (2011). Online. doi:10.1016/j.euromechsol.2011.05.008.

Jiang, T., Shao J.-F. and Xu, W.Y. (2011): A micromechanical analysis of elastoplastic behavior of porous materials. *Mechanics Research Communications*, doi:10.1016/j.mechrescom.2011.05.011.

Abou-Chakra, G. A., Cormery, F., Shao, J.-F. and Kondo, D. (2010): A comparative micromechanical analysis of the effective properties of a geomaterial: Effect of mineralogical compositions. *Computers and Geotechnics*, Vol. 37, pp. 585-593.

Zhu, Q.Z., Zhou, C.B., Shao, J.-F. and Kondo, D. (2010): A discrete thermodynamic approach for anisotropic plastic-damage modeling of cohesive-frictional geomaterials. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, Vol. 34, pp. 1250-1270.

Zhu, Q.Z., Shao, J.-F. and Mainguy, M. (2010): A micromechanics-based elastoplastic damage model for granular materials at low confining pressure. *International Journal of Plasticity*, Vol. 26, pp. 586-602.

Cormery, F. and Welemene, H. (2010): A stress-based macroscopic approach for microcracks unilateral effect. *Computational Materials Science*, Vol. 47, pp. 727-738.

Rougelot, T., Burlion, N., Bernard, D. and Skoczylas, F. (2010): About microcracking due to leaching in cementitious composites: X-ray microtomography description and numerical approach. *Cement and Concrete Research*, Vol. 40, pp. 271-283.

Chen, L., Shao, J.-F. and Huang, H.W. (2010): Coupled elastoplastic damage modeling of anisotropic rocks. *Computers and Geotechnics*, Vol. 37, pp. 187-194.

Agostini, F., Davy, C. A., Skoczylas, F. and Dubois, T. (2010): Effect of microstructure and curing conditions upon the performance of a mortar added with Treated Sediment Aggregates (TSA). *Cement and Concrete Research*, Vol. 40, pp. 1609-1619.

Jia, Y., Bian, H.B., Su, K., Kondo, D. and Shao, J.-F. (2010): Elastoplastic damage modeling of desaturation and resaturation in argillites. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, Vol. 34, pp. 187-220.

- Hu, D.W., Zhou, H., Zhang, F. and Shao, J.-F. (2010): Evolution of poroelastic properties and permeability in damaged sandstone. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, Vol. 47, pp. 962-973.
- Chen, X.T., Davy, C. A., Shao, J.-F. and Skoczylas, F. (2010): Experimental and micro-mechanical analysis of the mechanical and transport properties of mortar containing heat-induced micro-cracks. *Cement and Concrete Composites*, Vol. 32, pp. 678-685.
- Chen, X.T., Shao, J.-F., Davy, C. A. and Skoczylas, F. (2010): Experimental study and constitutive modelling of elasto-plastic damage in heat-treated mortar. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, Vol. 34, pp. 357-382.
- Lin, J., Kanit, T., Monchiet, V., Shao, J.-F. and Kondo, D. (2010): Numerical implementation of a recent improved Gurson-type model and application to ductile fracture. *Computational Materials Science*, Vol. 47, pp. 901-906.
- Lemarchand, E., Davy, C. A., Dormieux, L. and Skoczylas, F. (2010): Tortuosity Effects in Coupled Advective Transport and Mechanical Properties of Fractured Geomaterials. *Transport in Porous Media*, Vol. 84, pp. 1-19.
- Rougelot, T., Peng, C., Burlion, N. and Bernard, D. (2010): Why is it necessary to use a damage model to simulate the mechanical behavior of concrete under drying and leaching?. *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, Vol.14, pp. 923-935.
- Levasseur, S., Collin, F., Charlier, R. and Kondo, D. (2010): On a class of micromechanical damage models with initial stresses for geomaterials. *Mechanics Research Communications*, Vol. 37, pp. 38-41.
- Dormieux, L. and Kondo, D. (2010): An extension of Gurson model incorporating interface stresses effects. *Intern. Journ. Eng. Science*, Vol. 48, 575-581.
- Brisard, S., Dormieux, L. and Kondo, D. (2010): Hashin-Shtrikman bounds on the bulk modulus of a nanocomposite with spherical inclusions and interface effects. *Computational Materials Science*, Vol. 48, 589-596.
- Brisard, S., Dormieux, L. and Kondo, D. (2010): Hashin-Shtrikman bounds on the bulk modulus of a nanocomposite with spherical inclusions and interface effects. *Computational Materials Science*, Vol. 50, 403-410.
- Abou-Chakra, G.A., Cormery, F., Shao, J.-F. and Kondo, D. (2009): A multiscale modeling of damage and time-dependent behavior of cohesive rocks. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, Vol.33, pp. 567-589.
- Abou-Chakra, G. A., Cormery, F., Shao, J.-F. and Kondo, D. (2009): Application of a micromechanical model to cavity excavation analysis in argillite. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, Vol.46, pp. 905-917.

- Goueygou, M., Lafhaj, Z. and Soltani, F. (2009): Assessment of porosity of mortar using ultrasonic Rayleigh waves. *NDT & E International*, Vol.42, pp. 353-360.
- Chen, X.T., Davy, C. A., Skoczylas, F. and Shao, J.-F. (2009): Effect of heat-treatment and hydrostatic loading upon the poro-elastic properties of a mortar. *Cement and Concrete Research*, Vol.39, pp. 195-205.
- Chen, X.T., Rougelot, T., Davy, C. A., Chen, W., Agostini, F., Skoczylas, F. and Bourbon, X. (2009): Experimental evidence of a moisture clog effect in cement-based materials under temperature. *Cement and Concrete Research*, Vol.39, pp. 1139-1148.
- Lafhaj, Z. and Goueygou, M. (2009): Experimental study on sound and damaged mortar: Variation of ultrasonic parameters with porosity. *Construction & Building Materials*, Vol.23, pp. 953-958.
- Davy, C. A., Skoczylas, F., Lebon, P. and Dubois, T. (2009): Gas migration properties through a bentonite/argillite interface. *Applied Clay Science*, Vol.42, pp. 639-648.
- Zhu, Q.Z., Kondo, D. and Shao, J.-F. (2009): Homogenization-based analysis of anisotropic damage in brittle materials with unilateral effect and interactions between microcracks. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, Vol.33, pp. 749-772.
- Lemarchand, E., Davy, C.A., Dormieux, L., Chen, W. and Skoczylas, F. (2009): Micromechanics Contribution to Coupled Transport and Mechanical Properties of Fractures. *Transport in Porous Media*, Vol.79, pp. 335-358.
- Jiang, T., Abou-Chakra, G.A., Kondo, D. and Shao, J.-F. (2009): Multi-scale modeling for inelastic behavior of a cohesive geomaterial. *Mechanics Research Communications*, Vol.36, pp. 673-681.
- Jiang, T. and Shao, J.-F. (2009): On the incremental approach for nonlinear homogenization of composite and influence of isotropization. *Computational Materials Science*, Vol.46, pp. 447-451.
- Chen, L., Rougelot, T., Chen, D. and Shao, J.-F. (2009): Poroplastic damage modeling of unsaturated cement-based materials. *Mechanics Research Communications*, Vol.36, pp. 906-915.
- Rougelot, T., Skoczylas, F. and Burlion, N. (2009): Water desorption and shrinkage in mortars and cement pastes: Experimental study and poromechanical model. *Cement and Concrete Research*, Vol.39, pp. 36-44.
- Thoré, P., Pastor, F., Pastor, J. and Kondo, D. (2009): Closed-form solutions for the hollow sphere model with Coulomb and Drucker-Prager materials under isotropic loadings. *Comptes Rendus Mécanique*, Vol. 337, pp. 260-267.
- Dormieux, L. and Kondo, D. (2009): Stress-based estimates and bounds of effective elastic properties: The case of cracked media with unilateral effects. *Computational Materials Science*, Vol. 46, pp. 173-179.

- Zhu, Q.Z., Shao, J.-F. and Kondo, D. (2008): A discrete thermodynamic approach for modeling anisotropic coupled plasticity-damage behavior in geomaterials. *Compte-rendus Mécanique*, Vol.336, pp. 376-383.
- Abou-Chakra, G.A., Cormery, F., Su, K., Shao, J.-F. and Kondo, D. (2008): A micromechanical model for the elasto-viscoplastic and damage behavior of a cohesive geomaterial. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, Vol.33, pp. 416-421.
- Abou-Chakra, G.A., Cormery, F., Shao, J.-F. and Kondo, D. (2008): A micromechanical model of elastoplastic and damage behavior of a cohesive geomaterial. *International Journal of Solids and Structures*, Vol.45, pp. 1406-1429.
- Zhu, Q.Z., Shao, J.-F. and Kondo, D. (2008): A micromechanics-based non-local anisotropic model for unilateral damage in brittle materials. *Comptes Rendus Mécanique*, Vol.336, pp. 320-328.
- Monchiet, V., Cazacu, O., Charkaluk, E. and Kondo, D. (2008): Macroscopic yield criteria for plastic anisotropic materials containing spheroidal voids. *International Journal of Plasticity*, Vol.24, pp. 1158-1189.
- Zhou, H., Jia, Y. and Shao, J.-F. (2008): A unified elastic-plastic and viscoplastic damage model for quasi-brittle rocks. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, Vol.45, pp. 1237-1251.
- Benachour, Y., Davy, C. A., Skoczylas, F. and Houari, H. (2008): Effect of a high calcite filler addition upon microstructural, mechanical, shrinkage and transport properties of a mortar. *Cement and Concrete Research*, Vol.38, pp. 727-736.
- Xie, S., Shao, J.-F. and Burlion, N. (2008): Experimental study of mechanical behaviour of cement paste under compressive stress and chemical degradation. *Cement and Concrete Research*, Vol.38, pp. 1416-1423.
- Jia, Y., Bian, H.B., Duveau, G., Su, K. and Shao, J.-F. (2008): Hydromechanical modelling of shaft excavation in Meuse/Haute-Marne laboratory. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, Vol.33, pp. 422-435.
- Zhu, Q.Z., Kondo, D. and Shao, J.-F. (2008): Micromechanical analysis of coupling between anisotropic damage and friction in quasi brittle materials: Role of the homogenization scheme. *International Journal of Solids and Structures*, Vol.45, pp. 1385-1405.
- Zhu, Q.Z., Kondo, D., Shao, J.-F. and Pensee, V. (2008): Micromechanical modelling of anisotropic damage in brittle rocks and application. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, Vol.45, pp. 467-477.
- Hung, L.T., Dormieux, L., Jeannin, L., Burlion, N. and Barthelemy, J.-F. (2008) : Nonlinear behavior of matrix-inclusion composites under high confining pressure: application to concrete and mortar. *Compte-rendus Mécanique*, Vol.336, pp. 670-676.



## LMGC

- Delenne, J.-Y., Soulié, F., El Youssoufi, M.S., Radjai, F. (2011) : From liquid to solid bonding in cohesive granular media. *Mechanics of Materials* (accepted).
- Radjai F., Dubois, F. (2011) : *Discrete-element modeling of granular materials*, (Wiley- Iste, Berlin), 448 pages.
- Topin V., Radjai F., Delenne J.-Y., (2011) : Stress fields in granular solids: effect of composition, *Powder Technology*, Vol. 208 (2), pp. 532-536, 568-573.
- Gras, J.-P., Delenne, J.-Y., Soulié, F., El Youssoufi, M.S. (2011) : DEM and experimental analysis of the water retention curve in polydisperse granular media. *Powder Technology*, Vol. 208, Issue 2, pp. 296-300.
- Delenne, J.-Y., Soulié, F., El Youssoufi, M.S., Radjai, F. (2011) : Compressive strength of an unsaturated granular material during cementation. *Powder Technology*, Vol. 208, Issue 2, pp. 308-311.
- Mansouri, M., Delenne, J.-Y., El Youssoufi, M.S., Seridi, A. (2011) : A Numerical model for the computation of permeability in a cemented granular materials. *Powder Technology*, Vol. 208, Issue 2, pp. 532-536.
- Estrada, N., Azéma, E., Radjai, F., Taboada, A. (2011) : Identification of rolling resistance as a shape parameter in sheared granular media, à paraître dans *Phys. Rev. E*.
- Augier F., Idoux F., Delenne J.-Y., (2010) : Numerical simulation of transfer and transport properties inside packed beds of spherical particles, *Chemical Engineering Science*, Vol. 65, No. 3, 1055–1064.
- Azéma, E., Radjai, F. (2010) : Stress-strain behavior and geometrical properties of packings of elongated particles, *Phys. Rev. E*, Vol. 81, 051304.
- Salager, S., El Youssoufi, M.S., Saix, C. (2010) : Definition and experimental determination of a soil-water retention surface. *Canadian Geotechnical Journal*, Vol. 47, Issue 6, pp. 609-622.
- Salager, S., El Youssoufi, M.S., Saix, C. (2010) : Effect of temperature on water retention phenomena in deformable soils: theoretical and experimental aspects, *European Journal of Soil Science*, Vol. 61, Issue 1, pp. 97-107.
- Radjai, F., Dubois, F. (2010) : *Modélisation numérique discrète des matériaux granulaires* (Hermès-Lavoisier, Paris), *Traité MIM*, 464 pages.
- Radjai, F. et Richefeu V. (2009) : Bond anisotropy and cohesion of wet granular materials. *Philosophical Transactions*, A 367, pp. 5123-5138.
- Radjai, F. et Richefeu, V. (2009) : Contact dynamics as a nonsmooth discrete element method. *Mechanics of Materials*, Vol. 41, pp. 715-728.

- Mansouri, M., Delenne, J.-Y., El Youssoufi, M.S., Seridi, A. (2009) : A 3D DEM-LBM approach for the assessment of the quick condition for sands. *C. R. Mécanique*, Vol. 337, issue 9-10, pp. 675-681.
- Cambou, B., Jean, M., et Radjai, F. (2009) : *Micromechanics of granular materials* (Wiley-Iste, Berlin), 346 pages.
- Voivret, C., Radjai, F., Delenne, J.-Y., El Youssoufi, M.S. (2009) : Multiscale force networks in highly polydisperse granular media. *Physical Review Letters*, Vol. 102, Issue 17, Article Number: 178001.
- Péron, H., Delenne, J.-Y., Laloui, L., El Youssoufi, M.S. (2009) : Discrete element modelling of drying shrinkage and cracking of soils. *Computers and Geotechnics*, Vol. 36, Issue 1-2, pp. 61-69.
- Richefeu, V., El Youssoufi, M.S., Azéma, E., Radjai, F. (2009) : Force transmission in dry and wet granular media. *Powder Technology*, Vol. 190, pp. 258-263.
- Delenne, J.-Y., Topin, V., Radjai, F. (2009) : Failure of cemented granular materials under simple compression - experiments and numerical simulations, *Acta Mechanica* Vol. 205, pp. 9-21.
- Topin V., Radjai F., Delenne J.-Y., (2009) : Sub-particle stress fields in granular solids, *Physical Review E*, Vol. 79, 051302.
- Topin V., Radjai F., Delenne J.-Y., Mabilie F., (2009) : Mechanical modeling of wheat hardness and fragmentation, *Powder Technology*, Vol. 190, pp 215–220.
- Radjai, F., Azéma, E. (2009) : Shear strength of granular materials, *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, Vol. 13, pp. 203-218.
- Azéma, E., Radjai, F., Saussine, G. (2009) : Quasistatic rheology, force transmission and fabric properties of a packing of irregular polyhedral particles, *Mechanics of Materials*, Vol. 41, pp. 729-741.
- Delenne J.-Y., Haddad Y., Bénet J.-C., Abecassis J., (2008) : Use of mechanics of cohesive granular media for analysis of hardness and vitreousness of wheat endosperm, *Journal of Cereal Sciences*, Vol. 47, pp. 438–444.
- Topin, V., Radjai, F., Delenne, J.-Y., Sadouki, A., Mabilie, F., (2008) : Wheat endosperm as a cohesive granular material, *Journal of Cereal Sciences*, pp 347–356.
- Estrada, N., Taboada, N., Radjai, F. (2008) : Shear strength and force transmission in granular media with rolling resistance, *Phys. Rev. E*, Vol. 78, 021301.
- Radjai, F. (2008) : Contact dynamics method, *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, Vol. 12, pp. 871-900.

- Azéma, E., Radjai, F., Peyroux, R., Richefeu, V., Saussine, G. (2008) : Short-time dynamics of a packing of polyhedral grains under horizontal vibrations, *Eur. Phys. J. E*, Vol. 26, pp. 327-335.
- Devillers, P., El Youssoufi, M.S., Saix, C. (2008) : A framework for the construction of state surfaces of unsaturated soils in the elastic domain. *Water Resources Research*, Vol. 44, Article Number: W00C08.
- Salager, S., François, B., El Youssoufi, M.S., Laloui, L., Saix, C. (2008) : Experimental investigations of temperature and suction effects on compressibility and pre-consolidation pressure of a sandy silt. *Soils and Foundations*, Vol. 48, Issue 4, pp. 453-466.
- Richefeu, V., El Youssoufi, M.S., Peyroux, R., Radjai, F. (2008) : A model of capillary cohesion for numerical simulations of 3D polydisperse granular media. *Int. J. Numer. Anal. Meth. Geomech.*, Vol. 32, Issue 11, pp. 1365-1383.
- Lozano, A.L., Cherblanc, F., Cousin, B., Bénet, J.-C. (2008): Experimental study and modelling of the water phase change kinetics in soils. *European Journal of Soil Sciences*, Vol. 59, pp. 939-949.
- Chammari, A., Naon, B., Cherblanc, F., Cousin, B., Bénet, J.-C. (2008): Drying kinetic analysis using macroscopic non equilibrium between liquid water and vapor. *Drying Technology*, Vol. 26, pp. 836-843.
- Lozano, A.L., Cherblanc, F., Bénet, J.-C. (2009): Water evaporation versus condensation in hygroscopic soils. *Transport in Porous Media*, Vol. 80, pp.209-222.
- Bénet, J.-C., Lozano, A.-L., Cherblanc, F., Cousin, B. (2009): Phase change of water in a hygroscopic porous medium. Phenomenological relation and experimental analysis for water in a soil. *Journal of Non-equilibrium Thermodynamics*, Vol. 34, pp.133-153.
- Royer, P., Cherblanc, F. (2010): Homogenisation of advective–diffusive transport in poroelastic media. *Mechanics Research Communications*, Vol. 37, pp. 133-136.
- Ouoba, S., Cousin, B., Cherblanc, F., Bénet, J.-C. (2010): Une méthode mécanique pour mesurer la pression de vapeur d'équilibre de l'eau dans un milieu complexe. *Comptes Rendus de Mécanique*, Vol. 338, pp. 113-119.
- Ouoba, S., Cherblanc, F., Cousin, B., Bénet, J.-C. (2010): A new experimental method to determine the sorption isotherm of a liquid in a porous medium. *Environmental Science & Technology*, Vol. 44, pp. 5914-5919.
- Szymkiewicz A., Lewandowska J., 2008, Micromechanical approach to unsaturated water flow in structured geomaterials: two-scale computations. *Acta Geotechnica*. 3(1) 37-47. Special issu: "Multiscale Approaches to Geomaterials".
- Szymkiewicz A., Lewandowska J., Angulo-Jaramillo R., Butlanska J., 2008, Two-scale modeling of unsaturated water flow in double porosity medium under axisymmetric conditions. *Canadian Geotechnical Journal*, 45, 238-251.

Lewandowska, J., Tran Ngoc, T. D., Vauclin M., Bertin H., 2008, Water drainage in double-porosity soils: experiments and micro-macro modelling, ASCE Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 134(2), 231-243.

### **LTDS (ECL)**

Reboul, N., Vincens, E., and Cambou, B. (2010): A computational procedure to assess the distribution of constriction sizes for an assembly of spheres. Computers and Geotechnics, Vol. 37(1-2), pp. 195-206.

Reboul, N., Vincens, E., and Cambou, B. (2008): A statistical analysis of void size distribution in a simulated narrowly graded packing of spheres. Granular Matter, Vol. 10(6), pp. 457-468.

Nguyen, N.S., Magoaric, H., and Cambou, B. (2011): Local stress analysis in granular materials at a meso-scale. International Journal for Numerical and Analytical methods in Geomechanics, in press.

Vincens, E., and Nougier-Lehon, C. (to be published in 2011): The characteristic state. A numerical study for 2D polygonal grains. European Journal of Environmental and Civil Engineering, Vol. 15(10).

Vincens, E., Yunus, Y., and Cambou, B. (2010): Modelling of volume change in granular materials in relation to their internal state. Comptes Rendus Mécanique, Vol. 338(10-11), pp. 615-626.

Nougier-Lehon, C. (2010): Effect of the grain elongation on the behaviour of granular materials in biaxial compression. Comptes Rendus Mécanique, Vol. 338(10-11), pp. 587-595.

Yunus, Y., Vincens, E., and Cambou, B. (2010): Numerical local analysis of relevant internal variables for constitutive modelling of granular materials. International Journal for Numerical and Analytical methods in Geomechanics, Vol. 34(11), pp. 1101-1123.

Froio, F., and Gerolymatou, E. (2010): Stress tensors for granular materials as non simple continua. European Journal of Environmental and Civil Engineering, Vol. 14(8-9), pp. 1167-1183.

Nguyen, N.S., Magoaric, H., Cambou, B., and Danescu, A. (2009): Analysis of structure and strain at the meso-scale in 2D granular materials. International Journal of Solids and Structures, Vol. 46(17), pp. 3257-3271.

Tran, T.H., Venier, R., and Cambou, B. (2009): Discrete modelling of rock-ageing in rockfill dams. Computers and Geotechnics, Vol. 36(1-2), pp. 264-275.

Magoariec, H., Danescu, A., and Cambou, B. (2008): Nonlocal orientational distribution of contact forces in granular samples containing elongated particles. *Acta Geotechnica*, Vol. 3(1), pp. 49-60.

## **GEM**

BOUASKER M., MOUNANGA P., KHELIDJ A., COUE R., “Free autogenous strain of early-age cement paste: metrological development and critical analysis”, *Advances in Cement Research*, Vol. 20, N°2, pp. 75-84 (2008)

PICANDET V., BASTIAN G., KHELIDJ A., “Compared imbibitions of ordinary and high performance concrete with null or positive water pressure head”, *Cement and Concrete Research*, Vol. 38, N°6, pp. 772-782 (2008)

MOUNANGA P., GBONGBON W., POUILLAIN P., TURCRY P., “Proportioning and characterization of lightweight concrete mixtures made with rigid polyurethane foam wastes”, *Cement and Concrete Composites*, Vol. 30, N°9, pp. 806-814 (2008)

DUFOUR, F; PIJAUDIER-CABOT, G., CHOINSKA, M; HUERTA M., “Extraction of a crack opening from a continuous approach using regularized damage models”, *Computers and Concrete*, Vol. 5, N°4, pp. 375-388 (2008)

BENDAHMANE F., MAROT D., ALEXIS A. “Parametric study of suffusion and backward erosion”, *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering (ASCE)*, Vol. 134, N°1, pp. 57-67 (2008)

DJERBI A., BONNET S., KHELIDJ A., BAROGHEL-BOUNY V., “Influence of traversing crack on chloride diffusion into concrete”, *Cement and Concrete Research*, Vol. 38, N°6, pp. 877-883 (2008)

BOUASKER M., MOUNANGA P., TURCRY P., LOUKILI A., KHELIDJ A., “Chemical shrinkage of cement pastes and mortars at very early age: Effect of limestone filler and granular inclusions”, *Cement and Concrete Composites*, Vol. 30, N°1, pp. 13-22 (2008)

SAIYOURI N., BOUASKER M., KHELIDJ A., “Gas permeability measurement on injected soils with cement grout”, *Cement and Concrete Research*, Vol. 38, N°1, pp. 95-103 (2008)

SIBILLE L., DONZÉ F.V., NICOT F., CHAREYRE B., DARVE F., “From bifurcation to failure in a granular material, a DEM analysis”, *Acta Geotechnica*, Vol. 3, N° 1, pp. 15-24, (2008)

MAROT D., BENDAHMANE F., ROSQUOET F., ALEXIS A. “Internal flow effects on isotropic confined sand-clay mixtures”, *Soil & Sediment Contamination*, Vol. 18, N°3, pp. 294-306 (2009)

PIJAUDIER-CABOT, G., DUFOUR, F., CHOINSKA, M., “Permeability due to the Increase of Damage in Concrete: From Diffuse to Localized Damage Distributions”, *J. Engrg. Mech.* Vol. 135, N°9, pp. 1022-1028 (2009)

- NGUYEN K.D., GUILLOU S., CHAUCHAT J., BARBRY N. "Simulation of turbidity maximum in the Seine estuary with a two-phase flow model", *Comptes Rendus Géosciences*, Vol. 341, N°7, pp 505-512 (2009)
- NGUYEN K.D., GUILLOU S., CHAUCHAT J., BARBRY N. "A two-phase flow model for suspended-sediment transport in estuaries", *Advances in water resources*, Vol. 32, N°8, pp 1187-1196, (2009)
- SIBILLE L., MULLIN T., POUILLAIN P., "The effect of particle shape on the marginal rigidity state in 2D granular media", *Europhysics Letters (EPL)*, 86:44003, (2009)
- PICANDET V., KHELIDJ A., BELLEGOU H., "Crack effects on gas and water permeability of concretes", *Cement and Concrete Research*, Vol. 39, N°6, pp. 537-547 (2009)
- SIBILLE L., NICOT F., DONZÉ F.V., DARVE F., "Analysis of failure occurrence from direct simulations", *European J. of Environmental and Civil Engineering*, Vol. 13, pp. 187-201, (2009)
- NICOT F., SIBILLE L., DARVE F., "Bifurcation in granular materials: An attempt for a unified framework", *International Journal of Solids and Structures*, Vol. 46, N° 22-23, pp. 3938-3947, (2009)
- AUBERT J.E., ESCADEILLAS G., LEKLOU N., "Expansion of five-year-old mortars attributable to DEF: relevance of the laboratory studies on DEF", *Construction and Building Materials*, Vol. 23, N°12, pp. 3583-3585, (2009)
- REGAZZONI P.L., WAHL T, MAROT D., "An energy based method for providing soil erodibility rankings", *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering (ASCE)*, accepté avec révisions mineures
- KISMI M., BEN FRAJ A., MOUNANGA P., "Valorization of coarse rigid polyurethan foam waste in lightweight aggregate concrete", *Construction and Building Materials*, Vol. 24, N°6, pp. 1069-1077 (2010)
- GRONDIN F., BOUASKER M., MOUNANGA P., PERRONNET A., KHELIDJ A., "Physico-chemical deformations of solidifying cementitious systems: multiscale modeling", *RILEM, Structural and Materials*, Vol. 43, N°1-2, pp. 151-165 (2010)
- MOUNANGA P., KHOKHAR M. I. A., EL HACHEM R., LOUKILI A., "Improvement of the early-age reactivity of fly ash and blast furnace slag cementitious systems using limestone filler", *Materials and Structures*, accepté avec révisions mineures
- Grondin F., Dumontet H., Ben Hamida A., Mounajed G., Boussa H., 'Multi-scales modelling for the behaviour of damaged concrete', *Cement and Concrete Research*, 37 (10), p. 1453-1462, 2007.

- C. Dano, P-Y. Hicher, D. Rangard & P. Marchina (2007). « Interpretation of dilatometer tests in a heavy oil reservoir ». *International Journal of Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, 31, pp. 1197-1215.
- ROUSSEL N., GEIKER MR., DUFOUR F., THRANE LN., SZABO P. (2007), Computational modeling of concrete flow : General overview, *Cement and Concrete Research*, Vol. 37, 9, p. 1298-1307.
- P.Y. Hicher & C. Chang “a microstructural elastoplastic model for unsaturated granular materials”, *Int. J. of Solids and Structures*, Vol. 44, n° 7-8, 2007, pp. 2304-2323.
- N. Saiyouri, M. Bouasker & A. Khelidj “Gas Permeability measurement on injected soils with cement grout”, *Cement and Concrete Research*, (CCR), 2007. Vol 38/1 pp 95-103.
- DUFOUR F., PIJAUDIER-CABOT G., CHOINSKA M., HUERTA A. (2008), Extraction of a crack opening from a continuous approach using regularized damage models, *Computers& Concrete*, Vol. 5, 4, p. 375-388.
- BAXEVANIS Th., PIJAUDIER-CABOT G., DUFOUR F. (2008), Bifurcation and creep effects in a viscoelastic non-local damageable continuum, *European Journal of Mechanics A/Solids*, Vol. 27, 4, p. 548-563.
- O. Chupin, N. Saiyouri & P.-Y. Hicher “the effects of filtration on the injection of cement-based grouts in sand columns”, *Transport in Porous Media*, 72, 2008, pp. 227-240.
- P.Y. Hicher & C. Chang “an elastic model for partially saturated granular materials”, *J. Eng. Mechanics*, ASCE, 2008, Vol. 134, No. 6, pp. 505-513.
- A. Ait Alaiwa , N. Saiyouri, P-Y. Hicher “Studying grout propagation in granular soils by image processing techniques”, *Strain journal of experimental mechanics*, 2008. DOI 10.1111/j.1475-1305.2008.00503.
- Yin Z.Y. & Hicher P.Y. “Identifying Parameters Controlling Soil Delayed Behaviour from Laboratory and In Situ Pressuremeter Testing”, *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, 2008, Vol. 32, pp. 1515-1535.
- P.Y. Hicher, C. Chang & C. Dano “A Multi-Scale Modeling of Grouted Sand”, *Int. J. of Solids and Structures*, 2008, Vol. 45, No. 16, pp. 4362 – 4374.
- N. Saiyouri, L. Jason, O. Chupin & P.Y. Hicher “modelling and acoustic monitoring of grout propagation in sands”, *Ground Improvement*, 2008, Vol. 161, Issue G13, pp. 143-152.
- Rozière E., Loukili A., El-Hachem R., Grondin F., ‘Durability of concrete exposed to leaching and external sulphate attack’, *Cement and Concrete Research*, 39 (12), p. 1188-1198, 2009.
- PIJAUDIER-CABOT G., DUFOUR F., CHOINSKA M. (2009), Permeability due to the increase of damage in concrete: from diffuse to localised damage distributions, *Journal of Engineering Mechanics*, Vol. 135, 9, p. 1022-1028.

- KRAYANI A., PIJAUDIER-CABOT G., DUFOUR F. (2009), Boundary effect on weight function in nonlocal damage model, *Engineering Fracture Mechanics*, Vol. 76, 14, p. 2217-2231.
- C. Chang & P.Y. Hicher “Model for Granular Materials with Surface Energy Forces” *Int. J. of Aerospace Engineering*, 2009, Vol. 22, Issue 1, pp. 43-52.
- C. Chang , P.Y. Hicher, A. Daouadji “Investigating instability in granular materials by means of a microstructural model”, *Eur. J. of Environmental and Civil Engn.*, Vol. 13, n°2, 2009, pp. 167-186.
- O. Chupin, N. Saiyouri, P.-Y. Hicher “modelling of a semi-real injection test in sand, *Computers and Geotechnics* 36, 2009, pp. 1039-1048.
- Z. Yin, C. Chang, P.Y. Hicher, M. Karstunnen “Micromechanical Analysis of Kinematic Hardening in Natural Clay”, *Int. J. of Plasticity*, 2009, Vol. 25, pp. 1413-1435.
- L. Scholtes, P.Y. Hicher, F. Nicot, B. Chareyre, F. Darve “On the capillary stress tensor in the pendular regime of wet granular materials”, *Int. J. Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, 2009, Vol. 33, N°10, pp. 1289-1313.
- C. Chang, P.Y. Hicher, Z. Yin, L. Kong “an elasto-plastic model for clay with microstructural consideration”, *J. Eng. Mechanics, ASCE*, 2009, Vol. 135, N°9, pp. 917-931.
- O. Chupin, N. Saiyouri, P.-Y. Hicher “modelling of a semi-real injection test in sand, *Computers and Geotechnics*, 2009, Vo. 36, N°6, pp. 1039-1048.
- Al. Daouadji & P.Y. Hicher “An enhanced constitutive model for crushable granular materials”, *Int. J. Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, (accepted for publication, Janv. 2009).
- C. Chang, Z. Yin, P.Y. Hicher, “Micromechanical Analysis for Inter-particle and Assembly Instability of Sand”, *J. Eng. Mechanics, ASCE* (accepted for publication, Nov. 2009).
- Z. Yin, C. Chang, M. Karstunnen, P.Y. Hicher, “An anisotropic elastic viscoplastic model for soft clays”, *Int. J. of Solids and Structures* (accepted for publication, Nov. 2009).
- Chang C.S., Yin Z.-Y., Hicher P.Y. “Micromechanical analysis for inter-particle and assembly instability of sand”. Accepted for publication in *ASCE Journal of Engineering Mechanics* (2009).
- Kotronis P., Grange S., ‘Simplified modelling strategies for reinforced concrete structures’, *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, 2010 (accepted for publication).
- Grange S., Botrugno L. Kotronis P., Tamagnini C. ‘On the influence of Soil Structure Interaction on a reinforced concrete bridge’. *Earthquake Engineering and Structural dynamics*, 2010 (accepted for publication).



Saliba J., Rozière E., Grondin F., Loukili A., 'Effets d'un agent réducteur de retrait sur la microstructure et les déformations libres des bétons', Annales du BTP, 16 p., 2010.

Khokhar M.I.A., Rozière E., Turcry P., Grondin F., Loukili A., 'Mix design of concrete with high content of mineral additions: Optimisation to improve early age strength', Cement and Concrete Composites, 32 (5), p. 377-385, 2010.

Yin Z.-Y., Karstunen M., Hicher P.Y. "Evaluation of the influence of elasto-viscoplastic scaling functions on modelling time-dependent behaviour of natural clays". Accepted for publication in Soils and Foundations (2010).

Yin Z.-Y., Chang C.S., Hicher P.Y.. Micromechanical modelling for effect of inherent anisotropy on cyclic behaviour of sand. International Journal of Solids and Structures (in revision).

### **L3SR**

L. Sibille, F.V. Donze, F. Nicot, B. Chareyre, F. Darve "From bifurcation to failure in a granular material, a DEM analysis", Acta Geotechnica, vol. 3, n°1, pp.15-24, 2008.

K. Hamadi, A. Modaressi, F. Darve, "Caractérisation numérique du phénomène de localisation des déformations dans des essais biaxiaux sur sable", Eur. J. of Environ. and Civil Eng., vol.12, n°6, pp 651-671, 2008.

B. Lafifi, F. Darve, M.S. Nouaouria, M. Guenfoud, « Application du critère de Hill dans la modélisation par éléments finis des glissements de terrain de la région de Constantine (Algérie) », Eur. J. of Environ. and Civil Eng., vol.12, n°6, pp 747-769, 2008.

F. Bourrier, F. Nicot, F. Darve « Physical processes within a 2D granular layer during an impact », Granular Matter, vol.10, n°6, pp 415-438, 2008.

L. Scholtes, B. Chareyre, F. Nicot, F. Darve " Micromechanics of granular materials with capillary effects", Int. J. of Engineering Science, 47 (11-12), pp 1460-1471, 2009.

N. Belheine, J.-P. Plassiard, F.-V. Donze, F. Darve, A. Seridi , "Numerical simulation of drained triaxial test using 3D discrete element modelling", Comp. and Geotech., 36 (1-2), pp 320-331, 2009.

F. Prunier, F. Laouafa, F. Darve, "3D bifurcation analysis in geomaterials", Eur. J. of Environ. and Civil Eng., vol.13, n°2, pp 135-148, 2009.

A. Daouadji, F. Darve, H. Al Gali, A. Lejeune, M. Jrad, "Experimental and numerical analyses of failure in very loose sands", Eur. J. of Environ. and Civil Eng., vol.13, n°2, pp 149-166, 2009.

L. Sibille, F. Nicot, F.-V. Donze, F. Darve, "Analysis of failure occurrence from direct simulations", Eur. J. of Environ. and Civil Eng., vol.13, n°2, pp 187-202, 2009.

- Challamel N., Nicot F., Lerbet J. and Darve F., “On the stability of non-conservative elastic systems under mixed perturbations”, *Eur. J. Env. Civil Eng.*, vol. 13, n°3, pp 347-367, 2009.
- Prunier F., Nicot F., Darve F., Laouafa F., Lignon S., “Three-Dimensional Multiscale Bifurcation Analysis of Granular Media”, *Journal of Engineering Mechanics*, vol.135, No 6, pp. 1-17, 2009.
- F. Prunier, F. Laouafa, S. Lignon, F. Darve, « Bifurcation modeling in geomaterials, from the second-order work criterion to spectral analyses », *Int. J. Numer. Anal. Meth. Geomech.*, 33(9), pp. 1169-1202, 2009.
- L. Scholtes, P.Y. Hicher, F. Nicot, B. Chareyre, F. Darve « On the capillary stress tensor in wet granular materials », *Int. J. Numer. Anal. Meth. Geomech.*, 33 (10), pp. 1289-1314, 2009.
- L. Scholtes, B. Chareyre, F. Nicot, F. Darve, “Discrete modelling of capillary mechanisms in multiphase granular media”, *Comp. Modelling in Engineering Sciences*, 1321 (1), 1-22, 2009.
- S. Lignon, F. Laouafa, F. Prunier, H.D.V. Khoa, F. Darve « Hydro-mechanical modelling of landslides with a material instability criterion », *Geotechnique*, 59(6), pp. 513-524, 2009.
- F. Nicot, L. Sibille, F. Darve « Bifurcation in granular materials, an attempt for a unified framework », *Int. J. Solids and Struct.*, vol. 46, pp. 3938-3947, 2009.
- F. Bourrier, F. Nicot, N. Eckert, F. Darve, “ Comparing numerical and experimental approaches for the stochastic modelling of the bouncing of a boulder on a coarse soil”, *Eur. J. Environ. and Civil Eng.*, 14(1), 87-111, 2010.
- Challamel N., Nicot F., Lerbet J. and Darve F., “Stability of non-conservative elastic structures under additional kinematics constraints”, *Engineering Structures*, 32, 3086-3092, 2010.
- Daouadji A., Al Gali H., Darve F., Zeghloul A., “Instability in granular materials , an experimental evidence of diffuse mode of failure for loose sands”, *J. of Engineering Mech.*, 136 (5), 575-588, 2010.
- Mbarka S., Baroth J., Ltifi M., Hassis H., Darve F., “Reliability analyses of slope stability. Homogeneous slope with circular failure”, *Eur. J. Environ. and Civil Eng.*, 14(10), 1227-1257, 2010.
- Laouafa F., Prunier F., Daouadji A., Al Gali H., Darve F., « Stability in geomechanics, experimental and numerical analyses », *Int. J. Numer. and Analyt. Meth. in Geomech.*, 35 (2), 112-139, 2011.
- Duriez J., Darve F., Donze F.V., « A discrete modeling-based constitutive relation for infilled rock joints », *Int. J. Rock Mech. and Mining Sciences*, 48, 458-468, 2011.

Nicot F., Darve F., "Diffuse and localized failure modes, two competing mechanisms", Int. J. Num. and Anal. Meth. in Geomech., 35(5), 586-601, 2011

### **Laboratoire Navier**

Moucheront, P., Bertrand F., Koval, G., Tocquer, L., Rodts S., Roux, J.-N., Corfdir A., Chevoir F. (2010): MRI investigation of granular interface rheology using a new cylinder shear apparatus. Magnetic Resonance Imaging, Vol. 28 (6), pp. 910-918

Lemaitre, A., Roux J.-N., Chevoir F. (2009): What do dry granular flows tell us about dense non-Brownian suspension rheology? Rheologica Acta, Vol.48 (8), pp. 925-942

Chevoir, F., Roux, J.-N., da Cruz, F., Rognon, P.G., Koval, G. (2009): Friction law in dense granular flows. Powder Technology, Vol. 190(2), pp. 264-268

Koval, G., Roux, J.-N., Corfdir, A., Chevoir, F. (2009): Annular shear of cohesionless granular materials: From the inertial to quasistatic regime. Physical Review E, Vol. 79(2), article number 021306

Peyneau, P.-E. and Roux, J.-N. (2008): Solidlike behavior and anisotropy in rigid frictionless bead assemblies. Physical Review E, Vol. 78(4), article number 041307

Gilabert, F. A., Roux, J.-N., and Castellanos, A. (2008): Computer simulation of model cohesive powders: Plastic consolidation, structural changes, and elasticity under isotropic loads. Physical Review E, Vol. 78(3), article number 031305

Peyneau, P.-E. and Roux, J.-N. (2008): Frictionless bead packs have macroscopic friction, but no dilatancy . Physical Review E, Vol. 78(1), article number 011307

Hervé E., Caré S., Seguin J. S, Influence of the porosity gradient in cement paste matrix on the mechanical behaviour of mortar. Doi:10.1016/j.cemconres.2010.02.010. Cement and Concrete Research, 40 (7) (2010) 1060-1071.

Caré S., Derkx F. , Determination of relevant parameters influencing gas permeability of mortars. doi:10.1016/j.conbuildmat.2010.09.028. Construction and Building Materials, 25 (3) (2011) 1248-1256.

Faure PF, Caré S. , Chaussadent T. , Magat J. , Rodts S. , Moucheront P. , Etude des matériaux cimentaires par IRM: validation de la méthode et application au suivi de mécanismes complexes, Rapport de recherche « Physico-chimie des milieux poreux », Edité par le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, collection ERLPC, 2011 (En cours édition), 41 pages.

## **LTI**

Rahmoun J., Millet O., Fortin J. (2009): Friction effect on stresses in ensiled granular media, Computers and Geotechnics, Volume 36, Issue 7, Pages 1113-1124.

Nguyen V. D., Fortin J., Guessasma M., Bellenger E., Cogné C. (2009): Heat transfer modeling by Discrete Element Method, Journal of the Mechanics of Materials and Structures, Mathematical Sciences Publishers, Vol. 4, pp 413-426.

Nguyen V. -D, Cogné C., Guessasma M., Bellenger E., Fortin J. (2009) : Discrete modeling of granular flow with thermal transfer: application to the discharge of silos, Applied Thermal Engineering, Elsevier, Vol. 29, pp 1846-1853.

Dumont S., Fortin J., Ouafik Y. (2010): Polarization of contact forces in multi-contact systems, European Journal of Computational Mechanics, Vol. 19, pp.77-88.

Sanni I., Bellenger E., Fortin J., Coorevits P.(2010): A reliable algorithm to solve 3D frictional multi-contact problems : application to granular media, Journal of Computational and Applied Mathematics, Elsevier, Vol. 234, pp 1161-1171.

## **LAMFA**

Dumont S., Igbida N. (2011): On the Collapsing Sandpile Problem. Communications on Pure and Applied Analysis, Vol. 10 (2), pp. 625-638.

Dumont S., Fortin J., Ouafik Y. (2010): Rheology of granular materials with a Discrete Elements Method. European Journal of Computational Mechanics, Vol. 19, pp. 77-88.

Dumont S., Igbida N. (2009): On a Dual Formulation for the Growing Sandpile Problem. European Journal of Applied Mathematics, Vol. 20, pp. 169-185.

## **FAST**

Seguin, A., Bertho, Y., Gondret, P., and Crassous, J. (2011) : Dense granular flow around a penetrating object: Experiments and hydrodynamic model, In press Physical Review Letters.

Lekmine, G., Pessel, M., and Auradou, H. (2011): Experimental study of ERT monitoring to measure solute dispersion, In press Groundwater

Chekchaki, M., Frelat, J., and Lazarus, V. (2011): Analytical and 3D finite element study of the deflection of an elastic cantilever bilayer plate, Transactions of the ASME. Journal of Applied Mechanics, Vol. 78(1), 011008.

Pindra, N., Lazarus, V., and Leblond, J.B. (2010): Geometrical disorder of the fronts of a tunnel-crack propagating in shear in some heterogeneous medium, Journal of the Mechanics and Physics of Solids, Vol 58, pp. 281-299.

- Jarrige, N., Bou Malham, I., Martin, J., Rakotomalala, N., Salin, D., and, Talon, L. (2010): Numerical simulations of a buoyant autocatalytic reaction front in tilted Hele-Shaw cells, *Phys. Rev. E*, Vol. 81, 066311.
- Talon, L., Auradou, H., and, Hansen, A. (2010): Permeability Estimates of Self-Affine Fracture Faults Based on Generalization of the Bottle Neck Concept, *Water Resour. Res.*, Vol. 46, W07601.
- Talon, L., Auradou, H., and Hansen, A. (2010): Permeability of self-affine aperture fields, *Phys. Rev. E*, Vol. 82(4), 046108 .
- Pindra, N., Lazarus, V., and, Leblond, J.-B. (2010): In-plane perturbation of a system of two coplanar slit-cracks - I: Case of arbitrarily spaced crack fronts, *International Journal of Solids and Structures*, Vol. 47, pp. 3489-3503.
- Boschan, A., Auradou, H., Ippolito, I., Chertcoff, R. and, Hulin, J.P. (2009): Experimental evidence of the anisotropy of tracer dispersion in rough fractures with sheared walls, *Water Resour. Res.*, Vol. 45, W03201.
- Fischer, R., Gondret, P., and, Rabaud, M. (2009): Transition by intermittency in granular matter: From discontinuous avalanches to continuous flow, *Phys. Rev. Lett.*, Vol. 103, 128002.
- Seguin, A., Bertho, Y., Gondret, P., and, Crassous, J. (2009): Sphere penetration by impact in a granular medium: A collisional process, *Europhys. Lett.*, Vol. 88, 44002.
- Auradou, H., Boschan, A., Chertcoff, R., Gabbanelli, S., Hulin, J.P., and, Ippolito, I. (2008): Enhancement of velocity contrasts by shear-thinning solutions flowing in a rough fracture, *Journal of non Newtonian Fluid Mechanics*, Vol. 153, pp. 53-61
- Seguin, A., Bertho, Y., and, Gondret, P. (2008): Influence of confinement on granular penetration by impact, *Phys. Rev. E*, Vol. 78, 010301(R).
- Fischer, R., Gondret, P., Perrin, B. and, Rabaud, M. (2008) Dynamics of dry granular avalanches, *Phys. Rev. E*, Vol. 78, 021302.
- Lazarus, V., Buchholz, F.G., Fulland, M., and, Wiebesieck, J (2008): Comparison of predictions by mode II or mode III criteria on crack front twisting in three or four point bending experiments, *International Journal of Fracture*, Vol. 153, pp. 141-151.

### **ENS - Laboratoire de Géologie**

- A. Ougier-Simonin, Y. Gueguen, J. Fortin, A. Schubnel and F. Bouyer (2011). Permeability and elastic properties of cracked glass under pressure. *Journal of Geophysical Research*, sous presse.

- M. Adelinet, C. Dorbath, M. Le Ravalec, J. Fortin and Y. Gueguen. (2011) Deriving microstructure and fluid state within the Icelandic crust from the inversion of tomography data. *Geophysical Research Letters*, Vol. 38, L03305, doi:10.1029/2010GL046304.
- A. Pons, C. David, J. Fortin, S. Stanchits, B. Menendez, and J.M. Mengus. (2011) 4X-ray imaging of water motion during capillary imbibition in porous rocks. The influence of compaction bands. *Journal of Geophysical Research*, vol. 116, B03205, doi:10.1029/2010JB007973.
- N. Brantut, A. Schubnel, and Y. Gueguen (2011), Damage and rupture dynamics at the brittle-ductile transition : The case of gypsum, *J. Geophys. Res.-Solid Earth*, v. 116, doi : B01404 10.1029/2010jb007675.
- J. Fortin, S. Stanchits, S. Vinciguerra and Y. Gueguen. (2010) Influence of thermal and mechanical cracks on permeability and elastic wave velocities in a basalt from Mt. Etna volcano subjected to elevated pressure, *Tectonophysics*, doi: 10.1016/j.tecto.2010.09.028.
- M. Adelinet, J. Fortin and Y. Gueguen. (2010) Dispersion of elastic moduli in a porous-cracked rock: Theoretical predictions for squirt flow, *Tectonophysics*, doi:10.1016/j.tecto.2010.10.012.
- A.Ougier-Simonin, J.Fortin, Y. Gueguen, A. Schubnel and F. Bouyer (2010). Cracks in glass under triaxial conditions, *International Journal of Engineering Science*, doi:10.1016/j.ijengsci.2010.06.026.
- M. Adelinet, J. Fortin, Y. Gueguen, A. Schubnel and L . Geoffroy. (2010) Frequency and fluid effects on elastic properties of basalt: Experimental investigations, *Geophys. Res. Lett.*, v. 37, doi : L02303 10.1029/2009gl041660.
- N. Brantut, A. Schubnel, J. Corvisier, and J. Sarout (2010), Thermochemical pressurization of faults during coseismic slip, *J. Geophys. Res.-Solid Earth*, v. 115, doi : B05314 10.1029/2009jb006533.
- P. Souloumiac, K. Krabbenhöft, Y.M. Leroy and B. Maillot (2010): Failure in accretionary wedges with the maximum strength theorem: numerical algorithm and 2D validation, *Computational Geosciences*, DOI: 10.1007/s10596-010-9184-4.
- S. Stanchits, J. Fortin, G. Dresen and Y. Gueguen. (2009) Initiation and propagation of compaction bands in dry and wet Bentheim sandstone. *Pure and Applied Geophysics*, doi: 10.1007/s00024-009-0478-1.
- J. Fortin, S. Stanchits, G. Dresen and Y. Gueguen (2009). Acoustic emissions monitoring during inelastic deformation of porous sandstone: comparison of three modes of deformation. *Pure and Applied Geophysics*, doi : 10.1007/s00024-009-0479-0.
- Y. Gueguen, J. Sarout, J. Fortin and A. Schubnel. (2009) Cracks in porous rocks : Tiny defects, strong effects, *The Leading Edge*, 40-47, January.

- G. Kampfer and Y.M. Leroy (2009): Imperfection and burial-depth sensitivity of the initiation and development of kink-folds in laminated rocks, *J. Mech. Phys. Solids*, Vol. 57, pp. 1314--1339.
- P. Souloumiac, Y.M. Leroy, B. Maillot and K. Krabbenhöft (2009): Predicting stress distributions in fold-and-thrust belts and accretionary wedges by optimization, *J. Geophys. Res.*, Vol. 114, B09404, doi:10.1029/2008JB005986.
- Y. Gueguen, and J. Sarout (2009), Crack-induced anisotropy in crustal rocks : Predicted dry and fluid-saturated Thomsen's parameters, *Phys. Earth Planet. In.*, v. 172(1-2), pp. 116-124, doi : 10.1016/j.pepi.2008.05.020.
- M. Adelinet, J. Fortin, N. D'Ozouville, and S. Violette. (2008) The relationship between hydrodynamic properties and weathering of soils derived from volcanic rocks - Galapagos Islands (Equator). *Environmental Geology*, doi:10.1007/s00254-007-1138-3.
- N. Cubas , Y.M. Leroy and B. Maillot (2008): Prediction of thrusting sequences in accretionary wedges, *J. Geophys. Res.*, Vol. 113, B12412, doi:10.1029/2008JB005717.
- N. Brantut , A. Schubnel, J. N. Rouzaud, F. Brunet, and T. Shimamoto, (2008), High-velocity frictional properties of a clay-bearing fault gouge and implications for earthquake mechanics. *J. Geophys. Res.*, v. 113.
- J. Sarout, and Y. Gueguen, (2008), Anisotropy of elastic wave velocities in deformed shales : Part 1-Experimental results. *Geophysics*, v. 73, p. D75-D89.
- J. Sarout, and Y. Gueguen, (2008), Anisotropy of elastic wave velocities in deformed shales : Part 2-Modeling results. *Geophysics*, v. 73, p. D91-D103
- P. Meunier, N. Hovius, and J. A. Haines (2008), Topographic site effects and the location of earthquake induced landslides, *Earth Planet. Sci. Lett.*, v. 275(3-4), pp. 221-232, doi : 10.1016/j.epsl.2008.07.020.
- Y. Liu, F. Metivier, E. Lajeunesse, P. Lancien, C. Narteau, B. S. Ye, and P. Meunier (2008), Measuring bedload in gravel-bed mountain rivers : averaging methods and sampling strategies, *Geodin. Acta*, v. 21(1-2), pp. 81-92, doi : 10.3166/ga.21.81-92.
- G. Lin, H. Chen, N. Hovius, M. J. Horng, S. Dadson, P. Meunier, and M. Lines (2008), Effects of earthquake and cyclone sequencing on landsliding and fluvial sediment transfer in a mountain catchment, *Earth Surf. Proc. Land.*, v. 33(9), pp. 1354-1373, doi : 10.1002/esp.1716.
- J. Fortin, A. Schubnel, and Y. Guéguen. (2007) Effect of pore collapse and grain crushing on ultrasonic velocities and  $V_p/V_s$ , *Journal of Geophysical Research*. 112, doi:10.129/2005JB004005.
- A. Schubnel, G. Jones, B. Thompson, J. Fortin, Y. Guéguen and R.P. Young (2007). Pore pressure induced rupture and aftershocks on intact and fractured sandstone in the laboratory, *Geophysical Research Letters*. 34, doi:10.1029/2007GL031076

- Sarout, J., L. Molez, Y. Gueguen, and N. Hoteit (2007), Shale dynamic properties and anisotropy under triaxial loading : Experimental and theoretical investigations, *Phys. Chem. Earth*, v. 32(8-14), pp. 896-906.
- P. Meunier, N. Hovius, and A. J. Haines (2007), Regional patterns of earthquake-triggered landslides and their relation to ground motion, *Geophys. Res. Lett.*, v. 34(20), doi : L20408 10.1029/2007gl031337.
- J. Fortin, S. Stanchits, G. Dresen and Y. Gueguen. (2006) Acoustic emission and velocities associated with the formation of compaction bands, *Journal of Geophysical Research*. Vol. 111. B10203, doi:10.1029/2005JB003854.
- A. Schubnel, E. Walker, B. Thompson, J. Fortin, Y. Guéguen and R.P. Young. (2006) Transient creep, aseismic damage and slow failure in Carrara marble deformed across the brittle-ductile transition, *Geophysical Research Letters*, Vol 33. doi: 10.1029/2006GL026619
- P. Meunier, F. Metivier, E. Lajeunesse, A. S. Meriaux, and J. Faure (2006), Flow pattern and sediment transport in a braided river : The "torrent de St Pierre" (French Alps), *Journal of Hydrology*, v. 330(3-4), pp. 496-505, doi : 10.1016/j.jhydrol.2006.04.009.
- Maillot B. and Leroy Y.M. (2006): Kink-fold onset and development based on the maximum strength theorem, *J. Mech. Phys. Solids*, Vol. 54, pp. 2030-2059.
- Y. Gueguen, M. Le Ravalec, and L. Ricard (2006), Upscaling : Effective Medium Theory, numerical methods and the fractal dream, *Pure Appl. Geophys.*, v. 163(5-6), pp. 1175-1192.
- Leroy Y.M., "An Introduction to the Finite-Element Method for Linear and Non-linear Static Problems " in *Mechanics of crustal rocks*, Edts Y.M. Leroy and F.K. Lehner, CISM Courses and lectures no 533, SpringerWienNewYork, 157-248, 2011.

## Centres de recherche institutionnels et privés

### Cemagref

- Sibille, L., Donzé, F., Nicot, F., Chareyre, B., and Darve, F. (2008): Bifurcation detection and catastrophic failure. *Acta Geotechnica*, Vol. 3(1), pp. 14-24.
- Bertrand, D., Nicot, F., Gotteland, P., and Lambert, S. (2008): DEM numerical modelling of double twisted hexagonal mesh. *Canadian Journal of Geotechnics*, Vol. 13(2), pp. 187-202.
- Bourrier, F., Nicot, F., and Darve, F. (2008): Physical processes within a granular layer during an impact. *Granular Matter*, Vol. 10(6), pp. 415-437.
- Challamel, N., Nicot, F., Lerbet, J., and Darve, F. (2008): On the stability of non-conservative elastic systems under mixed perturbations. *EJECE*, Vol. 13(3), pp. 347-367.



- Sibille, L., Nicot, F., Donzé, F., and Darve, F. (2009): Analysis of failure occurrence from direct simulations. *European J. Environmental and Civil Eng.*, Vol. 13(2), pp. 187-202.
- Scholtès, L., Chareyre, B., Nicot, F., and Darve, F. (2009): Mechanics of granular materials with capillary effects. *Int. J. Engineering Sciences*, Vol. 47 (1), pp 64-75.
- Prunier, F, Nicot, F., Darve, F., Laouafa, F., and Lignon, S. (2009): 3D multiscale bifurcation analysis of granular media. *J. of Eng. Mechanics (ASCE)*, Vol. 135(6), pp. 1-17.
- Lambert, S., Gotteland, P., and Nicot, F. (2009): Experimental study of the impact response of geocells as components of rockfall protection embankments. *Natural Hazards and Earth Systems Science*, Vol. 9, pp. 459-467.
- Scholtès, L., Chareyre, B., Nicot, F., Hicher, P.Y., and Darve, F. (2009): On the capillary stress tensor in wet granular materials. *Int. J. Num. Anal. Methods in Geomechanics*, Vol. 33(10), pp. 1289-1313.
- Bourrier, Eckert, N., Nicot, F., and Darve, F. (2009): Bayesian stochastic modeling of a rock bouncing on a coarse soil. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, Vol. (3), pp. 831-846.
- Bourrier, F., Dorren, L., Nicot, F., Berger, F., and Darve, F. (2009): Towards objective rockfall trajectory simulation using a stochastic impact model. *Geomorphology*, Vol. 110 (3-4), pp. 68-79.
- Nicot, F., Sibille, L., and Darve, F. (2009): Bifurcation in granular materials: an attempt at a unified framework. *Int. J. of Solids and Structures*, Vol. 46, pp. 3938–3947.
- Wan, R., Nicot, F., and Darve, F. (2010): On the micromechanical formulation of stress dilatancy as a flow rule in plasticity. *Journal of Engineering Mechanics, ASCE*, Vol. 136(5), pp. 589-598.
- Bourrier, F., Eckert, N., Nicot, F., and Darve, F. (2010): Comparing numerical and experimental approaches for the stochastic modeling of the bouncing of a boulder on a coarse soil. *European J. Environmental and Civil Eng.*, Vol. 14(1), pp. 87-111.
- Nicot, F., and Darve, F. (2010): Diffuse and localized failure modes: two competing mechanisms. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, DOI: 10.1002/nag.912.
- Scholtès, L., Chareyre, B., Nicot, F. and Darve, F. (2009): Discrete modelling of capillary mechanisms in multi-phase granular media. *Contact Mechanics in the Engineering Sciences*, Vol. 52(3), pp. 297-318.
- Challamel, N., Nicot, F., Lerbet, J., Darve, F. (2010): Stability of non-conservative elastic structures under additional kinematics constraints. *Eng. Struct.*, Vol. 32(10), pp. 3086-3092.

- Nicot, F., Challamel, N., Lerbet, J., Prunier, F., and Darve, F. (2010): Bifurcation and generalized mixed loading conditions in geomaterials. *Int. J. of Num Anal Methods in Geomechanics*, Article first published online: 2 SEP 2010 | DOI: 10.1002/nag.959.
- Nicot, F., Daouadji, A., Laouafa, F., and Darve, F. (2010): Second-order work and kinetic energy in granular media. *Granular Matter*, Vol. 13(1), pp. 19-28.
- Daouadji, A., Darve, F., Al Gali, H., Hicher, P.Y., Laouafa, F., Lignon, S., Nicot, F., Nova, R., Pinheiro, M., Prunier, F., Sibille, L., and Wan, R. (2010): Diffuse failure in geomaterials: experiments, theory and modelling. *Int. J. of Num Anal Methods in Geomechanics*, *in press*.
- Bourrier, F., Nicot, F., and Darve, F. (2010): Evolution of the micromechanical properties of impacted granular materials. *Compte-Rendus de l'Académie des Sciences – Mechanics*, *in press*.
- Nicot, F., Hadda, N., Bourrier, F., Sibille, L., and Darve, F. (2011): Failure mechanisms in granular media, a discrete element analysis. *Granular Matter*, Vol. 13(3), pp. 255-260.
- Lambert, S., Nicot, F., and Gotteland, P. (2011): Uniaxial compressive behavior of scrapped tire and sand-filled wire netted geocell with a geotextile envelope. *Geotextiles and Geomembranes*, Vol. 29, pp. 483-490.
- Philippe, P., Bonnet, F., and Nicot, F. (2011): Settlement of a granular material, boundary versus volume loading. *Granular Matter*, *in press*.
- Nicot, F., and Darve, F. (2010): The H-microdirectional model: accounting for a mesoscopic scale. *Mechanics of Materials*, *in press*.
- Silvani, C., Bonelli, S., Philippe, P., and Desoyer, T. (2008): Buoyancy and local friction effects on rockfill settlements: A discrete modelling. *Computers and Mathematics with Applications*, Vol. 55, pp. 208-217.
- Philippe, P., and Richard, T. (2008): Start and stop of an avalanche in a granular medium subjected to an inner water flow. *Physical Review E*, Vol. 77(4), 041306.
- Bonnet, F., Richard, T., and Philippe, P. (2010): Sensitivity to solid volume fraction of gravitational instability in a granular medium. *Granular Matter*, Vol. 12(3), pp. 317-325.
- Philippe, P., Bonnet, F., and Nicot, F. (2011): Settlement of a granular material: boundary versus volume loading. *Granular Matter*, to be published.
- Béguin, R., Philippe, P., Faure, Y.-H., and Guidoux, C. (2011) : Erosion de contact entre deux sols, in *Erosion des géomatériaux*. *Traité MIM Hermès (à paraître)*.
- Aris, M., Benahmed, N., Bonelli, S. (2011): A laboratory study on the behavior of granular material using bender elements, *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, 2011, (submitted).

Benahmed, N., Bonelli, S. (2011): Investigating piping erosional behaviour of cohesive soils. European Journal of Environmental and Civil Engineering, (accepted for publication).

Bonelli, S., Benahmed, N. (2011): Piping flow erosion in water retaining structures. International Journal on Hydropower and Dams, Vol. 18, Issue 3, pp. 94-100.

Bonelli, S., Benahmed, N., Philippe, P., Bernard, A., Gremaux, Y., Nunes, G. (2008) : Évaluer le temps de rupture d'une digue en remblai érodée par conduit traversant. Ingénieries - E A T, n° spécial La prévention des inondations. Aspects techniques et économiques des aménagements de ralentissement dynamique des crues, pp. 85-94.

Benahmed, N., CHEVALIER, C. (2011): Erosion par écoulement localisé dans un conduit. Traité MIM Risques Naturels « Erosion dans les géomatériaux », (à paraître).

Benahmed, N., Bonelli, S. (2011): Laboratory tests: Hole Erosion Test, In « ICOLD IE Bulletin on Internal Erosion of Dams and their Foundations », (à paraître).

## **IFSTTAR**

Benahmed, N., and Chevalier, C. (A paraître): Traité MIM Risques Naturels, Erosion des géomatériaux, Coordinateur : S. Bonelli, Chapitre 5: Erosion par écoulement localisé dans un conduit.

Chevalier, C., Lindner, A., Leroux, M., and Clément, E. (2009): Morphodynamics during injection of air into a confined granular suspension. Journal of Non Newtonian Fluid Mechanics 158, pp. 63-72.

Johnsen, Ø., Chevalier, C., Lindner, A., Toussaint, R., Clément, E., Maløy, K.J., Flekkøy, E.G., and Schmittbuhl J. (2008): Decompaction and fluidization of a saturated and confined granular medium by injection of a viscous liquid or gas. Physical Review E 78, 051302.

## **IPGP**

Bouchut, F., Fernandez-Nieto, E., Mangeney, A., and Lagrée, P.-Y., 2008. On new erosion models of Savage-Hutter type for avalanches, *Acta Mecha.*, 199(1-4), 181-208.

Bresch, D., Diaz M. J. C., Fernandez-Nieto, E. D., Ferreiro, A. M., and Mangeney, A., 2008. High order finite volume methods applied to sediment transport and submarine avalanches, *Proc. 11th Int. Conf. on Hyperbolic Problems*, Springer-Verlag, 247-258.

Capdeville, Y. and J. J. Marigo, 2008. Shallow layer correction for Spectral Element like methods *Geophys. J. Int.*, Vol 172, pp 1135--1150.

Farra, V. and I., Psencik, 2008. First-order ray computations of coupled S waves in inhomogeneous weakly anisotropic media, *Geophys. J. Int.*, 173, 979-989.

- Fernandez-Nieto, E., Bouchut, F., Bresch, D., Castro-Diaz, M.J., and Mangeney, A., 2008. A new Savage-Hutter type model for submarine avalanches and generated tsunamis, *J. Comp. Phys.*, 227(16), 7720-7754.
- Larmat, C., J.-P. Montagner, Y. Capdeville, W.B. Banerdt, P. Lognonné, J.-P. Vilotte, 2008. Numerical assessment of the effects of topography and crustal thickness on martian seismograms using a coupled modal solution–spectral element method. *Icarus*, Vol 196, pp 78-89.
- Pelanti, M., Bouchut, F., and Mangeney, A., 2008. A Roe-Type Scheme for Two-Phase Shallow Granular Flows over Variable Topography, published as a highlight paper, *Math. Model. Numeric. Anal. (ESAIM:M2AN)*, 42, 851-885.
- Pelanti, M., F. Bouchut, and A. Mangeney, and Vilotte, J.P., 2008. Numerical modeling of two-phase gravitational granular flows with bottom topography, *Proc. 11th International Conference on Hyperbolic Problems, Springer-Verlag*, 825-832.
- Pirulli, M., and Mangeney, A., 2008. Result of Back-Analysis of the Propagation of Rock Avalanches as a Function of the Assumed Rheology, *Rock Mech. Rock Engng.*, 41(1), 59-84.
- Qin, Y., Y. Capdeville, V. Maupin, J.P. Montagner, S. Lebedev, E. Beucler, 2008. SPICE benchmark for global tomographic methods. *Geophys. J. Int.*, Vol 175, pp 598--616.
- Romanowicz, B., M. Panning, Y. Gung, Y. Capdeville, 2008. On the computation of long period seismograms in a 3-D earth using normal mode based approximations *Geophys. J. Int.*, Vol 175, Issue 2, pp 520--536.
- Favreau P, Wolf S, 2010. Theoretical and numerical stress analysis at edges of interacting faults: application to quasi-static fault propagation modelling, *GEOPHYS. J. INT.*, 179(2), 733-750.
- Kuo, C. Y., Tai, Y. C., Bouchut, F., Mangeney, A., Pelanti, M., Chen, R. F., and K. J. Chang, 2009. Simulation of Tsaoiling Landslide, Taiwan, based on Saint Venant Equations over General Topography, *Engineering Geology*, 104(3-4), 181-189.
- Mercerat, D., Guillot, L. and Vilotte, J.P. Application of the Parareal algorithm for the acoustic wave equation, AIP Conference Proc. 7<sup>th</sup> Int. Conf. of Numerical Analysis and Applied Mathematics, 1168, 1521-1524, 2009.
- Mercerat, E.D.M., L.D. Riad, L Lebeau, and P. Bernard, Induced seismicity monitoring of an underground salt cavern prone to collapse, *Pure App. Geophys.* , DOI 10.1007/s00024-009-0008-1, 2009.
- Panning, M., Y. Capdeville, B. Romanowicz, 2009. Seismic waveform modeling in a 3D Earth using the Born approximation: potential shortcomings and a remedy. *Geophys. J. Int.*, Vol 175, Issue 2, pp 520--536.

- Qin, Y., Y. Capdeville, J.P. Montagner, L. Boschi, T. W. Becker (2009) Reliability of mantle tomography models assessed by spectral-element simulation *Geophys. J. Int.*, Vol 177, pp 125-144.
- Wittlinger, G., Farra, V., Hetenyi, G., Vergne, J., and J. Nabelek, 2009. Seismic velocities in southern Tibet lower crust: a receiver function approach for eclogite detection. *Geophys. J. Int.* 177, 1037-1049.
- Capdeville, Y. Guillot, L. and J. J. Marigo, 2010. 2D nonperiodic homogenization to upscale elastic media for P-SV waves. *Geophys. J. Int.*, Vol 182, pp 903-922.
- Capdeville, Y. Guillot, L. and J. J. Marigo, 2010. 1D non periodic homogenization for the wave equation. *Geophys. J. Int.*, Vol 181, pp 897-910.
- Castro Díaz, M. J., Fernández-Nieto, E. D., González-Vida, J. M., Mangeney, A., and Parés, C., 2010. A High-Order Finite Volume Method for Nonconservative Problems and Its Application to Model Submarine Avalanches, *Integral Meth. Sci. and Eng.*, 2, 91-101.
- Cupillard, P. and Capdeville Y., 2010. On the amplitude of surface waves obtained by noise correlation and the capability to recover the attenuation: a numerical approach. *Geophys. J. Int.*, Vol 181, pp 1687-1700.
- Farra, V. and I., Psencik, 2010. Coupled S waves in inhomogeneous weakly anisotropic media using first-order ray tracing. *Geophys. J. Int.* 180, 405-417.
- Farra, V. and I., Psencik, 2010. First-order reflection/transmission coefficients for unconverted plane P waves in weakly anisotropic media. *Geophys. J. Int.* 183, 1443-1454.
- Favreau, P., Mangeney, A., Lucas, A., Crosta, G., and Bouchut, F., 2010. Numerical modeling of landquakes, *Geophys. Res. Lett.*, 37, L15305.
- Guillot, L., Capdeville, Y. and J. J. Marigo, 2010. 2D non periodic homogenization for the SH wave equation. *Geophys. J. Int.*, Vol 182, pp 1438-1454.
- Hok, S., Campillo, M., Cotton, F., Favreau P, Ionescu, I., 2010. Off-fault plasticity favors the arrest of dynamic ruptures on strength heterogeneity: Two-dimensional cases, *GEOPHYS. RES. LETT.*, 37, L02306.
- Mangeney, A., Roche, O., Hungr, O., Mangold, Faccanoni, G., and Lucas, A., 2010. Erosion and mobility in granular collapse over sloping beds, *J. Geophys. Res. - Earth Surface*, 115, F03040.
- Mangold, N., Mangeney, A., Migeon, V., Ansan, V., Lucas, A., Baratoux, D., and Bouchut, F., 2010. Sinuous gullies on Mars: Frequency, distribution, and implications for flow properties, *J. Geophys. Res. - Planets*, 115, E11001.
- Peyrat, S., Madariaga, R., Buforn E., Campos, J., Asch, G. and Vilotte, J.P. Kinematic rupture process of the 2007 Tocopilla earthquake and its main aftershocks from teleseismic and strong-motion data. *Geophys. J. Int.* 182, 1411-1430, 2010.

- Peyrat S, Favreau P, 2010. Kinematic and spontaneous rupture models of the 2005 Tarapaca intermediate depth earthquake, *GEOPHYS. J. INT.*, 181(1), 369-381.
- Psencik, I., Farra, V. and E., Tessmer , 2010. Comparison of the FORT approximation of the coupling ray theory with the Fourier pseudospectral method. Sous presse in *Stud. Geoph. et Geod.*
- Silveira, G., Vinnik, L., Stutzmann, E., Farra, V., Kiselev, S. and I. Morais, 2010. Stratification of the Earth beneath the Azores from P and S receiver functions. *Earth Planet. Sci. Lett.* 299, 91-103.
- Vinnik, L., Ren, Y., Stutzmann, E., Farra, V. and S. Kiselev, 2010. Observations of S410p and S350p phases at seismograph stations in California, *J. Geophys. Res.*, 115, B05303.
- Yao, H., R. van der Hilst, and J.-P. Montagner, Heterogeneity and Anisotropy of the Lithosphere of SE Tibet from ambient noise and surface wave array tomography, *J. Geophys. Res.*, 115, B12307, doi:10.1029/2009JB007142, 2010.
- Clévéde, E., B. Bukchin, P. Favreau, A. Mostinskiy, A. Aoudia, G.F. Panza, Long-period spectral features of the Sumatra-Andaman 2004 earthquake rupture process, in minor revision (status on May 31, 2011).
- Cupillard, P., Delavaud, E., Burgos, G., Festa, G., Vilotte, J.P., Capdeville, Y. and Montagner, J.P. RegSEM: a versatile code based on the Spectral Element Method to compute seismic wave propagation at the regional scale, *Geophys. J. Int.*, submitted, 2011.
- Festa, G. and Vilotte, J.P. Dynamic rupture and radiation along kinked faults: In-plane numerical simulations using a non-smooth Spectral Element Method, *Geophys. J. Int.*, submitted, 2011.
- Feuillet N., F. Beauducel, E. Jacques, P. Tapponnier, B. Delouis, S. Bazin, M. Vallée, and G.C.P. King,
- Hibert, C., Mangeney, A., Grandjean, G., and Shapiro, N., 2011. Slopes instabilities in the Dolomieu crater, la Réunion island : from the seismic signal to the rockfalls characteristics, *submitted to J. Geophys. Res.*
- Mangeney, A., 2011. Geomorphology : Landslide boost from entrainment, *Nature Geoscience*, 4, 77-78.
- Pelanti, M., Bouchut, F., and Mangeney, A., 2011. A Riemann solver for single-phase and two-phase shallow flow models based on relaxation. Relations with Roe and VFRoe solvers, *J. Comput. Phys.*, 230(3), 515-550.
- Psencik, I., Farra, V. and E., Tessmer , 2011. Comparison of the FORT approximation of the coupling ray theory with the Fourier pseudospectral method. Sous presse dans *Stud. Geoph. et Geod.*

Psencik, I., Farra, V. and E., Tessmer , 2010. Comparison of the FORT approximation of the coupling ray theory with the Fourier pseudospectral method. soumis dans *Stud. Geoph. et Geod.*

Roche, O., Attali, M., Mangeney, A., Lucas, A., 2011. On the run out distance of geophysical gravitational flows: insight from fluidized granular collapse experiments, *submitted to Earth Planet. Sci. Lett.*