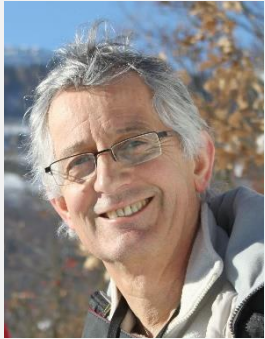




26 Janvier – Session Jacques Desrues

- 14:00 **Robert Charlier** (Université de Liège, Belgique) : **Ouvrages souterrains de stockage de déchets nucléaires (...)**
- 14:45 **Stéphane Andrieux** (ONERA, France) : **Des outils basés sur la divergence de Bregman pour le traitement (...)**
- 15:30 *COFFEE BREAK*
- 16:00 **Pierre Suquet** (CNRS, LMA, Marseille, France) : **L'hétérogénéité dans tous ses états (ou presque !)**
- 16:45 **Michel Bornert** (Laboratoire Navier, Paris, France) : **Discontinuités dans les géomatériaux : vues panoramiques et plans serrés**
- 17:30 présentation et clôture par **Jacques Desrues** : **A la poursuite de la localisation dans les géomatériaux**



Deux demi-journées en l'honneur de Jacques Desrues et Denis Caillerie



26 et 27 Janvier 2023, Grenoble, France

Jacques Desrues a été chef du Groupe de Géomécanique de l'IMG (1989-91), membre du CoNRS (2000-2008) et directeur du Laboratoire 3SR (2008-2013) ; il est connu internationalement pour ses travaux expérimentaux, théoriques et numériques sur la localisation de la déformation dans les sols et les roches.

Denis Caillerie a été professeur à Grenoble INP et chercheur au Laboratoire 3SR. Il est connu (et reconnu) pour ses multiples applications des mathématiques à la mécanique dont l'homogénéisation, l'étude des bifurcations et des milieux continus généralisés.



27 Janvier – Session Denis Caillerie

- 08:30 **Pierre-Simon Jouk** (TIMC, Grenoble, France): **La myoarchitecture cardiaque est un analogue biologique (...)**
- 09:15 **René Chambon** (3SR, Grenoble, France): **Unicité, Bifurcation, Contrôlabilité, Monotonie, Inversibilité, (...)**
- 10:00 *COFFEE BREAK*
- 10:30 **Claudio Tamagnini** (Università di Perugia, Italie): **Second Gradient Poromechanics : Constitutive Modeling and Numerical (...)**
- 11:15 **Annie Raoult** (Laboratoire MAP5, Paris, France): **Quelques remarques en thermomécanique**
 - 12:00 présentation et clôture par **Denis Caillerie** : **Préoccupations, occupations, postoccupations mathématiques**

Cet évènement est organisé par la direction du Laboratoire 3SR, avec l'aide de Pierre Bésuelle et Cino Viggiani

Ces deux demi-journées auront lieu dans l'**amphithéâtre du Laboratoire LEGI**
(1209 rue de la Piscine, Campus Universitaire de Saint Martin d'Hères)

Robert Charlier – Ouvrages souterrains de stockage de déchets nucléaires : enjeux de modélisation numérique

L'exposé sera focalisé sur les scellements des galeries souterraines de stockage de déchets nucléaires, dont la bentonite est un composant majeur. On discutera du comportement hydromécanique de ce matériau gonflant. D'autre part, les scellements sont des géostructures dont il faut prendre en compte toute la complexité.

Stéphane Andrieux – Des outils basés sur la divergence de Bregman pour le traitement physiquement informé des données en thermomécanique

On s'intéresse à la comparaison de champs thermomécaniques, qu'ils proviennent d'expérimentations, de calculs ou de mesures en service. Dans beaucoup de procédures de traitement de ces données, un élément clé est la notion de distance ou de mesure de dissimilarité entre deux champs. Pour aller au-delà de la norme euclidienne usuelle, on introduit quelques concepts basés sur la divergence de Bregman. Cela permet de retrouver nombre de propositions existantes d'erreur en énergie ou en relation de comportement et d'étendre ces approches à un grand nombre de situations non linéaires en thermomécanique. Des applications pour la POD et les problèmes inverses seront présentées.

Pierre Suquet – L'hétérogénéité dans tous ses états (ou presque !)

Cet exposé portera un regard sur environ quarante ans d'évolution d'un domaine, celui de la mécanique des milieux hétérogènes, au cours desquels l'auteur a eu la chance de croiser les chemins scientifiques de Jacques Desrues et de Denis Caillerie. Avec Jacques, la connexion s'est faite par le biais de la tomographie, dont Jacques a été l'un des tout premiers promoteurs, technique essentielle dans la détection et la quantification des hétérogénéités, qu'elles soient des hétérogénéités de structure ou des hétérogénéités de champs. Avec Denis, nous avons vécu, vers la fin des années 70, la période enthousiasmante des débuts de l'homogénéisation à la suite des travaux pionniers d'E. Sanchez-Palencia, dont le but est au contraire de gommer l'hétérogénéité. Nous avons tous deux tenté d'y apporter notre contribution. Ces deux domaines, l'un purement expérimental, l'autre purement théorique, sont apparemment disjoints, mais ont néanmoins été les points de départ de certains travaux de l'auteur sur les milieux hétérogènes non linéaires. Deux exemples seront évoqués ici : une méthode numérique à base de FFT pour des études en champs complets de volumes élémentaires représentatifs, et une méthode de réduction de modèles pour alléger la complexité de méthodes de type FE2 pour des structures finement hétérogènes. On y verra le rôle prépondérant joué par les images d'un côté et le souci de conserver une structure théorique cohérente de l'autre.

Michel Bornert – Discontinuités dans les géomatériaux : vues panoramiques et plans serrés

Les mécanismes de déformation des géomatériaux sont souvent associés à des discontinuités cinématiques pouvant se décliner sur une vaste gamme d'échelles. Leurs effets sur le comportement global résultent à la fois de leurs propriétés individuelles et des effets collectifs, en interaction éventuelle avec d'autres mécanismes plus répartis. Les méthodes d'imagerie 2D et 3D développées au cours des dernières décennies ont apporté une vision plus détaillée, qualitative et quantitative, de ces phénomènes. L'exposé abordera quelques illustrations de ces méthodologies et leurs applications aux roches argileuses, carbonatées et au sel gemme.

Pierre-Simon Jouk – La myoarchitecture cardiaque est un analogue biologique d'un cristal liquide pneumatique chiral

La myoarchitecture cardiaque fait l'objet depuis des siècles de tentatives de description à l'aide des techniques de dissection anatomiques. Nous avons développé des techniques d'imagerie en lumière polarisée qui permettaient de définir avec une haute résolution spatiale l'orientation des fibres myocardiques. Nous disposons de l'étude d'une vingtaine de cœurs ante et postnataux complètement numérisés, mais l'interprétation de ces données nécessitait d'établir une collaboration avec les mathématiques appliquées – ce fût le sujet d'une thèse codirigée par Denis Caillerie et Annie Raoult. Le cadre d'interprétation que nous avons développé depuis, nous permet maintenant d'extraire au sein de l'ensemble de la masse ventriculaire la charge topologique des singularités myoarchitecturales. Ces nouvelles données sont utiles pour établir de nouvelles corrélations avec les données génomiques, mais aussi pour réactualiser les études biomécaniques.

René Chambon – Unicité, Bifurcation, Contrôlabilité, Monotonie, Inversibilité, Objectivité des calculs

La résolution des problèmes aux limites fait partie des sujets emblématiques de mécanique depuis plus d'un demi-siècle. Dans cet exposé, on reviendra sur un certain nombre de notions qui leur sont associées et dont les discussions ont agité notre communauté depuis longtemps. C'est donc d'abord tourné vers le passé, notamment en liaison avec l'utilisation de lois de comportement explicites que nous revisiterons toutes ces notions en essayant d'en simplifier à l'extrême les idées sous-jacentes. Néanmoins l'utilisation de lois de comportement implicites via des modélisations à double échelle n'invalide pas le questionnement relatif aux notions rappelées dans le titre de l'exposé. Nous essaierons donc de donner quelques pistes pour s'attaquer à ces problèmes dans le cadre de calculs à double échelle, en utilisant les méthodes heuristiques qui ont fait leurs preuves avec des lois de comportement explicites, et en suggérant des extensions de ces méthodes.

Claudio Tamagnini – Second Gradient Poromechanics: Constitutive Modeling and Numerical Implementation in IGA-FEM

A fully coupled hydromechanical formulation for unsaturated 2nd gradient elastoplastic porous media is presented and applied to the numerical modeling of some geomechanics IBVP characterized by strain localization into shear bands. The model adopted is based on two independent plastic mechanisms. For the numerical solution of the governing system of non-linear PDEs, the Isogeometric (IGA) Finite Element Method has been adopted. The simulation of some relevant consolidation problems demonstrates the good performance of the IGA implementation, and shows its effectiveness in regularizing the FE solutions when localization patterns occur in the strain field.

Annie Raoult – Quelques remarques en thermomécanique

Nous présentons une (re)lecture des principes fondamentaux de la thermodynamique dans laquelle les variables thermodynamiques utilisées dans le second principe incluent le gradient de la vitesse et des variables internes. Nous donnons les formes générales des lois de comportement des contraintes et des flux de chaleur selon les hypothèses de symétrie matérielle. Le cadre choisi permet d'introduire une famille de matériaux 3d visco-élastiques avec variables internes qui généralisent le modèle rhéologique de Maxwell. Par ailleurs, nous nous intéressons au modèle d'Oldroyd-B dans sa formulation classique et dans une formulation avec variables internes, et lui préférons le modèle analogue avec dérivée de Zaremba-Jaumann qui, dans son écriture avec variables internes, respecte le second principe.

Jacques Desrues

Directeur de Recherche Emérite au Laboratoire 3SR de Grenoble – France

Jacques Desrues, né en 1951, a reçu sa formation d'ingénieur en Génie Civil à l'INSA de Rennes (1974). Attiré par la Mécanique des Sols, il prépare à l'institut de Mécanique de Grenoble (IMG) une première thèse sur le comportement des pieux de fondation (1977). Après un post-doc sur la mécanique du manteau neigeux, il entre au CNRS comme Attaché de Recherche sur un projet de recherche centré sur la localisation de la déformation. En 1984 il soutient une thèse de *Doctorat es Science* sur ce sujet, qu'il développera tout au long de sa carrière. Successivement Chargé puis Directeur de Recherche au CNRS, il est promu à la première classe puis à la classe exceptionnelle, avant d'obtenir le statut d'Emérite à son passage en retraite en 2017.

Impliqué tout au long de sa carrière dans l'animation d'équipes et de groupes de travail autour de la déformation et de la rupture dans les géomatériaux, à Grenoble il a été successivement responsable d'équipe puis chef de groupe de géomécanique de l'IMG, membre du directoire de ce laboratoire qui a donné naissance par la suite au laboratoire 3SR. Au niveau national, il a animé le groupe «localisation» du GRECO «Géomatériaux» (1986-89) et du thème «Bandes de Cisaillement» du GDR «Géomécanique des Roches Profondes» (1990-1998). Il a été responsable de contrats Européens, d'actions ANR, de projets NEEDS, de contrats industriels notamment avec l'ANDRA, et dans ce cadre il a noué des collaborations internationales suivies et durables. Il a été membre nommé puis élu au Comité National de la recherche Scientifique en section 9 de 2000 à 2008, délégué scientifique à l'AERES (2008-2010) et enfin Directeur du laboratoire 3SR (2008-2013). En tant que directeur il a porté le projet de la plateforme «Mécanique et Risques» du projet EDD du plan campus de Grenoble, qui a débouché sur la construction de l'actuel bâtiment «Galilée», site principal du laboratoire. En 2012-13 il a été Vice-président du Comité Scientifique de la Conférence Mondiale de Mécanique des Sols et de Géotechnique de Paris ICSMGE XVIII (2013), et éditeur des Actes de ce congrès (5 tomes). Au sein du Laboratoire 3SR, il a créé et animé pendant de nombreuses années la plateforme de Tomographie et Mesures de champs, qui a connu un succès qui ne se dément pas, au bénéfice de toutes les équipes du laboratoire.

On recense plus de 250 publications, dont plus de 50 articles de revues, ayant donné lieu à environ 8000 citations. Il signe deux articles « 1st most cited paper » de la revue Géotechnique en 1996 et 2010 ; il est « 1st most cited author » dans Géotechnique en 1996 et 2010 ; en 2007 dans strain ; en 2012 dans Acta Geotechnica ; en 1999 dans IJNAMG. Son article le plus cité a reçu plus de 860 citations.

Son activité scientifique a été centrée sur l'observation et la modélisation des processus de déformation, jusqu'à la rupture, dans les géomatériaux. La transition de la déformation diffuse à la déformation localisée est un aspect essentiel du comportement de ces matériaux. Autour de cet objectif, ses axes de travail ont été :

LOCALISATION DE LA DEFORMATION : Etude expérimentale et théorique de la rupture dans les géomatériaux : bandes de cisaillement, fissuration. Théorie de la bifurcation. Méthodes de mesure de champs, Tomographie, Corrélation d'images 3D.

COMPORTEMENT DES SOLS ET DES ROCHES : caractérisation expérimentale du comportement -essais de laboratoire- puis modélisation par des lois de comportement. Plus récemment, depuis 2008 : mécanique discrète des milieux granulaires, approche expérimentale 3D avec caractérisation exhaustive de la cinématique des grains d'un échantillon testé sous tomographe.

MODELISATION NUMERIQUE : Modélisation des phénomènes fortement localisés. Analyses double échelle FEM-DEM, et FE². Ce dernier point est, avec la tomographie et les mesures de champs, son chantier principal actuel.

Au fil des années et du développement de ces recherches, il a encadré les travaux d'une vingtaine de doctorants, expérimentateurs comme modélisateurs, souvent les deux.



Denis Caillerie

Professeur émérite à l'Institut Polytechnique de Grenoble – France

Denis Caillerie, né en 1951, est élève de l'Ecole Normale Supérieure de la rue d'Ulm de 1972 à 1977. En 1976 il obtient l'agrégation de physique ainsi qu'un doctorat « de troisième cycle » en physique des particules. Après une cinquième année à l'ENS de reconversion en mécanique, il devient Attaché de Recherche au CNRS en 1977, puis Chargé de Recherche en 1982, au Laboratoire de Mécanique Théorique de l'Université Pierre et Marie Curie où il obtient un Doctorat ès Sciences Mathématiques (Option Mécanique) en 1982. Il est nommé professeur à l'Institut National Polytechnique de Grenoble en 1984 et promu en 1^{ère} classe en 1990. A son départ en retraite en 2013, Grenoble INP lui accorde le statut d'émérite qui a été régulièrement renouvelé depuis cette date.

Il a été secrétaire du 17^{ème} ICTAM qui s'est tenu à Grenoble en 1988.

Ses travaux se sont principalement situés à la frontière des mathématiques appliquées et de la mécanique mais aussi de la biomécanique et de la physique, ce qui a suscité des collaborations avec des chercheurs de différentes équipes du Laboratoire 3SR ainsi qu'avec des chercheurs des laboratoires Jean Kunzmann, LIPhy, TIMC et LGP2 de Grenoble.

Ses recherches sont de nature essentiellement théorique avec des mises en œuvre numériques. Elles ont porté sur les sujets suivants :

Méthodes asymptotiques en mécanique - Modélisation des structures minces (plaques coques) - Méthodes d'homogénéisation des milieux périodiques.

Application de l'analyse fonctionnelle en mécanique - Existence et unicité de problèmes aux limites non linéaires - Application aux problèmes aux limites en vitesse pour les lois incrémentales de l'élastoplasticité ou de l'hypoplasticité.

Etude mathématique de problèmes de perturbations singulières et de problèmes raides - applications aux coques.

Etude mathématique de problèmes contraints - verrouillage.

Modélisation continue des structures discrètes - structures à barres et structures fibreuses - petites et grandes transformations - application à la modélisation mécanique du myocarde - application aux nanostructures de carbone et à la modélisation du papier.

Etude des milieux granulaires - définition des tenseurs des contraintes et des déformations dans un milieu granulaire - couplages DEM/FEM.

Mécanique des milieux continus - objectivité des lois de comportement incrémentales - milieux à microstructure (Mindlin, Cosserat, second gradient) - application à la modélisation de la localisation des déformations et à l'élastoplasticité en grandes et petites transformations.

Biomécanique.

