

Titre en français : Méthode du Point Matériel (MPM) avec intégration exacte des contraintes et simulations numériques de grands déplacements de matériaux à variables d'écroissage

Titre en anglais : A stress quadrature-consistent Material Point Method (MPM) for numerically simulating large displacements of history-dependent materials

Nom du directeur de thèse : [Jérôme Duriez](#) (co-directeur; Stéphane Bonelli directeur)

Tel : 04 42 66 99 21

E-Mail : jerome.duriez@inrae.fr

Laboratoire : RECOVER (INRAE, AMU)

Financement : demandé, en exclusion de l'autre sujet RECOVER sur la Mécanique Granulaire avec approches DEM et Level Set. Seul l'un des deux sujets tel que choisi par le ou la candidat(e) participera à la procédure d'attribution des Contrats Doctoraux ED353 décrite [ici](#)

Type de financement : [Contrat Doctoral](#) ED353 d'Aix-Marseille Université

Résumé en français :

Les ruptures d'ouvrages en terre, tels les remblais, possiblement de barrage ou de digues, ou les glissements de terrain constituent des problèmes aux limites impliquant des grands déplacements d'un matériau à variables d'histoire, i.e. d'écroissage. Leur simulation numérique par une approche aux Éléments Finis (FEM) classique est de ce fait rendue nettement plus ardue du fait des questions de déformation extrême du maillage ou de remaillage. La Méthode du Point Matériel (MPM, Fig. 1) est alors parfois choisie comme une alternative s'accommodant sans difficultés de cette situation, même si elle présente elle-même certaines limitations relatives par exemple à l'intégration des contraintes, qui ne vérifie en général pas les règles de quadrature de Gauss. Le projet de thèse veillera alors dans un premier temps à améliorer de ce point de vue le code C++ CB-Geo MPM, dans une version modifiée à RECOVER, avant de réaliser des analyses à la rupture d'ouvrages géotechniques.

Résumé en anglais :

Failure of earthen structures such as embankments, earth dams or levees, or even landslides, form typical examples of Boundary Value Problems in Mechanics that involve large displacements of a history-dependent material. As such, their numerical simulations with a classical Finite Element Method (FEM) would be intricate due to mesh distortion or remeshing strategy issues. The Material Point Method (MPM, Fig. 1) has become a popular alternative to address such problems but it still faces its own issues pertaining for instance to an inexact stress quadrature. As such, the PhD project will first focus on improving an existing MPM implementation in a RECOVER-modified version of the C++ CB-Geo MPM code, regarding the stress quadrature issue, before conducting failure analysis of geotechnical structures.

Profil du candidat recherché :

Le ou la candidat(e) idéal(e) serait:

- Titulaire d'un, ou sur le point d'obtenir un, Master 2 en mécanique avec des connaissances en géomécanique et/ou mécanique numérique
- Familier des langages Python et C++
- Expérimenté en simulations MPM

Les candidatures (en langue française ou anglaise) sont à envoyer à jerome.duriez@inrae.fr en un seul document .pdf intitulé au format Nom_Prenom_AMU.pdf, incluant CV académique avec relevé de notes et une lettre de motivation d'une page indiquant l'adéquation du profil du ou de la candidat(e) avec le projet.

Publications sur le sujet :

D. Sulsky, Z. Chen, H.L. Schreyer (1994) A particle method for history-dependent materials, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 118:1-2

L. Moresi, F. Dufour, H.-B. Mühlhaus (2003) A Lagrangian integration point finite element method for large deformation modeling of viscoelastic geomaterials, *Journal of Computational Physics*, 184

A. de Vaucorbeil, V.P. Nguyen, S. Sinaie, J. Wu (2020) Chapter Two - Material point method after 25 years: Theory, implementation, and applications, in S. Bordas, D. Balint (Eds) *Advances in Applied Mechanics*, 53

S. Duverger, J. Duriez, P. Philippe, S. Bonelli (submitted) Critical comparison of motion integration strategies and discretization choices in the Material Point Method

Insertion professionnelle après thèse : publique en tant que chercheur ou enseignant-chercheur en mécanique numérique ; privée en modélisation numérique mécanique ou en tant que data scientist

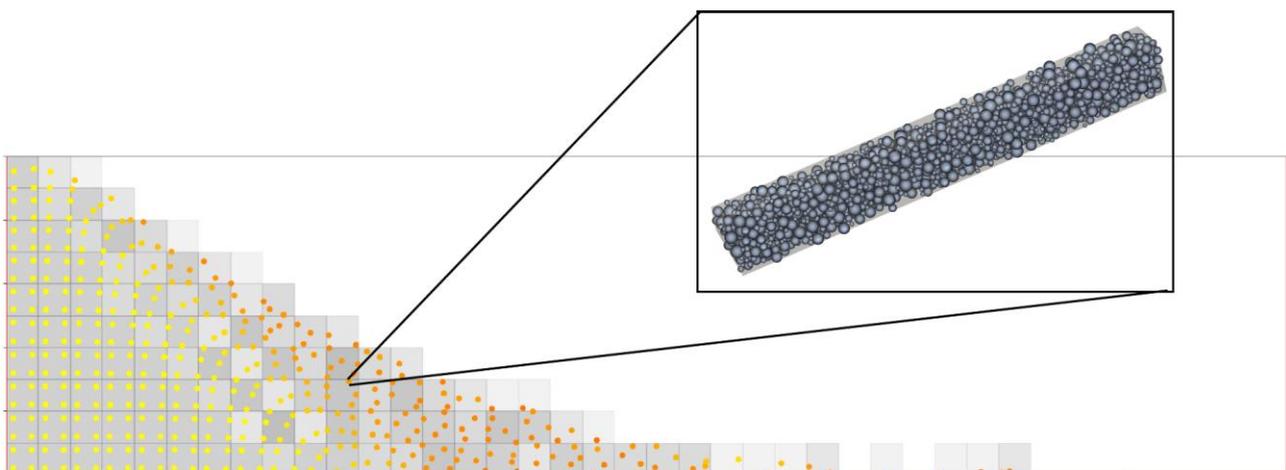


Figure 1 : Simulation numérique de l'effondrement d'une colonne de matériau granulaire non cohésif à partir de la MPM (couplée avec la considération en chaque point matériel d'une microstructure granulaire, idéalisée pour ce qui est de la forme des grains). Image Sacha Duverger