



Avis de Soutenance

Madame Shuangshuang MENG

Présentera ses travaux en soutenance

Soutenance prévue le **vendredi 12 mars 2021** à 9h00

Lieu : UTBM Site de Sévenans

Salle : P228

Titre des travaux : Modélisation numérique d'impacts à hautes vitesses par la méthode sans maillage Smoothed Particles Hydrodynamics. Application aux micro-impacts dans des tissus mous.

Ecole doctorale : SPIM - Sciences Physiques pour l'Ingénieur et Microtechniques

Section CNU : 60

Unité de recherche : Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne

Directeur de thèse : Sébastien ROTH

Codirecteur de thèse : Nadhir LEBEAL HDR NON HDR

Soutenance : Publique A huis clos

Membres du jury :

<u>Nom</u>	<u>Qualité</u>	<u>Etablissement</u>	<u>Rôle</u>
M. Sébastien ROTH	Professeur des Universités	Université Bourgogne - Franche-Comté	Directeur de thèse
Mme Christine ESPINOSA	Professeur	ISAE-SUPEAERO	Rapporteuse
M. Raphael DUPUIS	Maître de conférences	Université de Haute Alsace	Rapporteur
M. Michel ARRIGONI	Professeur	ENSTA Bretagne	Examineur
M. Franz CHOULY	Professeur des Universités	Université de Bourgogne	Examineur
M. Nadhir LEBEAL	Maître de conférences	UTBM	Co-directeur de thèse

Mots-clés : Smoothed Particles Hydrodynamics, impact à hautes vitesses, tissus mous, pénétrations à micro-échelle,

Résumé de la thèse (en français) :

Résumé : L'étude sur les impacts à hautes vitesses dans les tissus mous constituent un des pans de la recherche en biomécanique des chocs, et peuvent avoir des applications importantes en médecine, que ce soit à l'échelle microscopique ou macroscopique. La perforation d'un projectile dans les tissus mous doit être compris, à l'échelle macroscopique, pour analyser un impact ballistique perforant par exemple, mais également à plus petite échelle, avec l'administration de particules médicamenteuses à hautes vitesses au travers de différents tissus, comme la peau, en prenant en compte différents paramètres du phénomène, comme la vitesse d'impact ou la taille du projectile. Un des moyens efficace pour comprendre ces phénomènes à très hautes vitesses est la simulation numérique. Les modèles numériques doivent être alors validés par rapport à des tests expérimentaux permettant de s'assurer de leurs biofidélités. Bien que les méthodes basées sur un maillage comme la méthode des éléments finis sont des outils puissante, les grandes distorsions des éléments tels qu'ils peuvent apparaître lors d'impacts pénétrant génèrent des erreurs numériques importantes. Ainsi, des méthodes sans maillage basées sur une modélisation particulaire s'affranchissant de toutes grilles sont très adaptées pour simuler à hautes vitesses et grandes déformations. Un des plus anciennes méthode, la méthode SPH (Smoothed Particles Hydrodynamics) a été appliquée, dans cette thèse à la mécanique du solide en grandes vitesses et grandes déformations. Cette thèse s'attache à étudier la méthode SPH en développant un code "maison" pour les impacts perforants ou non, puis propose un modèle numérique pour étudier le processus de pénétration de projectiles dans les tissus mous (la gélatine et le polymère synthétique gel SEBS sont considérés dans la littérature comme des substituts de tissus biofidèles) à échelle micrométrique.

Abstract (in English):

Investigations on the ballistic behaviours of soft tissue materials are significant research in a medical and pharmaceutical framework. They mainly focus on particles penetrating or traveling into the soft materials. For instance, in the needle-free drug delivery, the micro-scale particles as drug powders are injected into skin with high velocity, and several factors should be considered such as the particle diameters, trajectories, and momentum or velocities of projectile in this process. There have been investigated by some experiments, but there is still no study from the numerical insights. The numerical methods are suitable to study these kinds of processes. Although grid-based methods like FEM have been powerful tools in engineering, the large distortions of elements exist when solid structures are extremely deformed. The methods based on the particle modelling are very suitable for simulating phenomena like the high velocity impacts. As the earliest meshless method, Smoothed Particles Hydrodynamics (SPH) has been applied in solid dynamics because of its great potentials in simulating extremely large deformation and perforation of targets by various projectiles at high velocities. This thesis mainly studies the SPH method by developing a SPH code for solid dynamics, and then propose a numerical model based on SPH method to investigate the penetration process into soft tissues (gelatin and synthetic polymer SEBS gel (styrene-ethylene-butylene-styrene) considered as biofidelic soft tissue simulants) at micro-scale.