



RÉSUMÉ

Les mousses métalliques représentent une nouvelle classe de matériaux aux propriétés mécaniques et physiques uniques. Ils ont une bonne stabilité spécifique, une haute ductilité et une forte absorption d'énergie avec une déformation plastique. C'est pourquoi, les mousses métalliques sont très intéressantes pour la construction légère et les applications automobiles. Néanmoins, des mousses métalliques sont encore utilisés rarement. Une raison est la difficulté de contrôler le processus de production et de fabriquer reproductible. En raison de la gravité, le métal liquide suintant dans la mousse vers le bas. Ainsi, la mousse obtient des propriétés non homogènes. En outre, le drainage progressif peut affecter la stabilité de la mousse liquide, produisant des coalescences des bulles et un grossissement de la mousse, à travers la formation de vides.

Le but de ma thèse est l'étude numérique du processus de fabrication de mousse métallique. Notamment, j'ai exploré s'il est possible de réduire ou corriger des problèmes existants dans le processus de production par l'application de champs magnétiques et électromagnétiques.

Dans mon travail, j'ai utilisé le code PRIME multi-phase, développé dans mon institut. Avec celui, il est possible de calculer la phase et la géométrie du mouvement et de l'agglomération des bulles sphériques et légers en métal liquide. Aussi, on peut calculer les flux magnétohydrodynamiques.

Dans mes simulations j'ai montré qu'un champ magnétique peut réduire le drainage et donc produit une mousse métallique homogène avec des pores fins. En combinaison avec une électricité supplémentaire, les forces de Lorentz compensent la gravité. Les bulles commencent à flotter. Dans cet état, on obtient une mousse très homogène. Il est même possible de produire des mousses avec un contenu de gaz au choix. Par des champs électromagnétiques non-homogènes on peut produire directement, sous certaines limites, une mousse avec des distributions de bulles non-homogènes. La puissance électrique nécessaire est élevée, mais réalisable industriellement.

Avec la simulation numérique de l'agglomération des bulles sphériques et mono dispersées, j'ai observé la formation des structures cristallines. Ces structures ont été observées expérimentalement dans plusieurs systèmes à boules. Les boules forment des emballages avec une moitié de « cubique face centrée » et une minorité de « hexagonale emballage proximité ». La raison de cette préférence était inconnue jusqu'à présent. Dans mes simulations je pouvais démontrer que l'instabilité mécanique de l'emballage hexagonale était la cause de cette préférence.

En utilisant des simulations par éléments finis j'ai déterminé également les propriétés mécaniques des mousses cristallines ordonné. Ici, il n'y avait pas de bénéfiques pratiquement relevant de certaines structures ordonnées.

En résumé, l'application de champs électromagnétiques positivement affecte la production de mousses métalliques, et parfois, on peut produire complètement nouvelles structures poreuses. Le test pratiquement va avoir lieu dans un proche avenir chez des partenaires de la coopération.