

POLYTECHNIQUE
MONTRÉAL

LE GÉNIE
EN PREMIÈRE CLASSE



PhD studies in Montréal (Québec, Canada) Characterization of acoustic cavitation in liquid-solid systems

Acoustic cavitation is the growth and collapse of microbubbles under the influence of a sound field crossing a liquid. The high local temperatures (up to 10^4 K) and pressures (hundreds of atmospheres), combined with rapid cooling (above 10^{10} Ks⁻¹), provide a unique environment to promote mechanical and chemical processes. For this reason ultrasound has recently found application in several industrial sectors including industrial cleaning, emulsification, material synthesis, and fermentation.

The cavitation bubbles can be characterized by the dynamics of their oscillations, the maximum temperatures and pressures reached when they collapse, as well as by the numbers of radicals generated. The present project focuses on the quantification of the mechanical and chemical effects in liquid-solid systems, where bubbles grow around small solid inclusions. Liquids will include water and different organic solvents while solids will include powders of different granulometry, with application in heterogeneous catalytic reactions.

Though fundamental, this research project has the potential to contribute significantly and rapidly to the advancement of knowledge in several technical areas such as: material synthesis, electrochemistry, environmental remediation, industrial cleaning, food technology, therapy (medical imaging), and drug delivery.

Fundamental understanding of the physical and chemical processes involved will be acquired through small-scale tests in controlled conditions. From these results, a model that correlates the physico-chemical properties of different cavitating systems with the collapse pressure, the volume of cavitation, the radius of the imploding bubbles and the cavitation yield will be developed.

At Polytechnique Montréal, the academic supervision team will include Prof. Etienne Robert (Mechanical Engineering Dept. –fluid mechanics, modeling) and Prof. Daria C. Boffito (Chemical Engineering; - sonochemistry, process intensification, and catalysis).

Description of position

One PhD position is available, with starting date in winter/spring 2018. Other graduate positions may become available in 2018. The research activities planned are:

1. **Experimental** characterisation of the cavitating systems using advanced diagnostic means: sonoluminescence, sonochemiluminescence, calorimetry, iodimetry, high-speed imaging and shockwave detection. This position requires aptitudes for laboratory work and a strong background in fluid mechanics, chemistry or physics.
2. **Modeling** of the acoustic cavitation characteristics of liquid-solid systems. Programing and simulation experience is a strong asset for this position.

Qualifications

The required background for these positions is a Master of Science (MSc or equivalent). Candidates with diplomas in mechanical, physical, chemical or material engineering will be preferred. Excellent communication skills in technical English (both oral and written) are essential. The selection process will be made on the basis of academic merit, language skills and publication record. The applicants must be strongly motivated for graduate studies and be able to work independently towards the objectives of the project.

Application

Individuals interested in joining the project should send:

1. Brief curriculum vitae along with their most recent academic grade transcripts;
2. An example of technical writing in English where the applicant is the main author (paper, report or master thesis for example).
3. A list of publications (if applicable) where one section is devoted to articles accepted/published in international refereed journals and one other section where all the other communications (conferences, books, papers not written in English, etc.) are listed;
4. A one-page letter explaining the expertise of the candidate and relevant contributions to research.

Applications should be sent by email to Prof. Etienne Robert: etienne.robert@polymtl.ca and Prof. Daria C. Boffito: daria-camilla.boffito@polymtl.ca.

Incomplete or non-conform applications will not be considered. The applications received will be evaluated as they arrive, starting on October 1 2017, aiming for a project start for the winter or spring 2018 academic terms.

About Polytechnique Montréal

Founded in 1873, Polytechnique Montréal is one Canada's top engineering teaching and research institutions and first in Québec for the size of its student body and the scope of its research activities.



Doctorat à Montréal (Québec, Canada)

Étude de la cavitation acoustique dans les suspensions solides-liquides

La cavitation acoustique est la croissance et l'effondrement de bulles de vapeur sous l'influence d'un champ sonore traversant un liquide. Les températures et les pressions produites localement lors de l'implosion sont extrêmement élevées, pouvant atteindre 10^4 K et plusieurs centaines d'atmosphères, respectivement. Ces conditions, combinées à un refroidissement rapide (supérieur à 10^{10} Ks⁻¹) fournissent un environnement unique pour promouvoir des procédés mécaniques et chimiques. Pour cette raison, les ultrasons ont récemment trouvé une application dans plusieurs secteurs industriels, y compris le nettoyage industriel, l'émulsification, la synthèse de matériaux et la fermentation.

Les effets des bulles de cavitation peuvent être caractérisées au travers de la dynamique des oscillations, des températures et les pressions maximales atteintes lorsque leur effondrement, ainsi que par le nombre de radicaux générés. Le projet présenté ici se concentre sur la quantification des effets mécaniques et chimiques dans les systèmes liquide-solide, lorsque les bulles sont générées autour de particules solides en suspension. Les liquides considérés comprennent l'eau et différents solvants organiques, alors que les solides seront des poudres de différentes granulométries utilisées dans des réactions catalytiques hétérogènes.

Bien que nature fondamentale, ce projet de recherche a le potentiel de contribuer de manière significative et rapide à l'avancement des connaissances dans plusieurs domaines techniques tels que la synthèse de matériaux novateurs, l'électrochimie, l'assainissement de l'environnement, le nettoyage industriel, l'agro-alimentaire et le biomédical (imagerie, pharmaceutique).

La compréhension fondamentale des processus physiques et chimiques impliqués sera acquise grâce à des expériences menées à petite échelle dans des conditions bien contrôlées. À partir de ces résultats, un modèle sera développé pour mettre en corrélation les propriétés physico-chimiques des systèmes de cavitation avec les profils de pression et de température lors de l'effondrement, le volume affecté, le rayon maximal des bulles et le rendement obtenu.

À l'École Polytechnique, l'équipe de supervision académique sera constituée des Profs Etienne Robert (Génie mécanique Dept. – mécanique des fluides, modélisation) et Daria C. Boffito (génie chimique; - sonochimie, intensification des procédés et catalyse).

Description du poste disponible

Un poste d'étudiant au doctorat (PhD) avec date de début à l'hiver/printemps 2018. D'autres postes d'étudiant au cycles supérieurs peuvent devenir disponibles en 2018. Les activités de recherche planifiées sont :

1. **Caractérisation expérimentale** des systèmes de cavitation par sonoluminescence, sonochemiluminescence, calorimétrie, iodométrie, cinématographie ultra-rapide et détection d'ondes de choc. Ce poste nécessite un intérêt pour le travail de laboratoire et de solides bases en mécanique des fluides, chimie ou en physique.
2. **Modélisation** des caractéristiques de cavitation acoustiques des systèmes liquide-solide. Une expérience en programmation et en simulation numérique constitue un atout pour ce poste.

Qualifications

Les prérequis pour le poste ci-haut sont une Maîtrise en sciences (MSc ou équivalent). Les candidats avec un diplôme en génie mécanique, physique, chimique ou des matériaux seront considérés favorablement. D'excellentes aptitudes de communications en anglais (tant à l'oral qu'à l'écrit) sont essentielles. Le choix des candidats sera effectué sur la base du dossier académique, des aptitudes en langues et du dossier de publication. Les candidats doivent être fortement motivés pour effectuer un doctorat et être capable de travailler indépendamment.

Application

Les personnes intéressées sont invitées à soumettre un dossier incluant :

1. Un bref curriculum vitae ainsi que leurs relevés de note les plus récents;
2. Un exemple d'écriture technique en anglais pour lequel le candidat est l'auteur principal (article scientifique ou mémoire de maîtrise par exemple);
3. Une liste de publication (si applicable), comprenant une section dédiée aux articles soumis ou acceptés dans des journaux internationaux à comité de lecture;
4. Une lettre de présentation d'une page dans laquelle est précisé les qualifications du candidat, ses motivations et ses contributions en recherche.

Les dossiers doivent être soumis par email au Profs. Etienne Robert :

etienne.robert@polymtl.ca et Daria C. Boffito: daria-camilla.boffito@polymtl.ca.

Les dossiers incomplets ou non-conformes ne seront pas évalués. Le processus d'évaluation se fera de manière continue à partir du 1er octobre 2017, pour un début du projet au semestre d'hiver ou de printemps 2018.

À propos de l'École Polytechnique de Montréal

Fondée en 1873, Polytechnique Montréal est l'un des plus importants établissements d'enseignement et de recherche en génie au Canada. Polytechnique occupe le premier rang au Québec pour le nombre de ses étudiants et l'ampleur de ses activités de recherche.