

Confinement Inertiel dans des Grandes Cavités

Contact : Jerome DUPLAT DRF//INAC/SBT/LCF jerome.duplat@cea.fr 0438786489

Stage pouvant se poursuivre en thèse : Oui

Résumé :

Lorsqu'une bulle de gaz s'effondre sur elle-même, les gaz qu'elle contient sont fortement comprimés et chauffés. On peut observer la formation de plasma (c'est notamment le cas dans les expériences de sonoluminescence, ou encore dans les expériences de type Laser Mega-Joule).

En travaillant avec des objets de grandes tailles (de l'ordre du centimètre), la dynamique est également plus lente, et il est - pour la première fois - possible d'observer directement la dynamique de l'interface. On observe également le milieu interne de la bulle, qui, sous l'effet de l'échauffement, émet de la lumière.

L'objet du stage porte tout autant sur l'hydrodynamique de l'interface, que sur les conditions thermodynamiques au centre de la bulle à l'instant de compression maximale. On cherchera en particulier à estimer la température atteinte.

Voir aussi <http://inac.cea.fr/Pisp/jerome.duplat/these.htm>

Sujet détaillé :

Nous proposons d'étudier la dynamique de bulles sphériques de grande taille (centimétriques). On s'intéresse en particulier au cas où une cavité est placée en forte dépression au sein d'un liquide. On observe alors que la bulle s'effondre sur elle-même, avec une très grande violence. Pour une cavité vide, on attend une annulation du rayon par une singularité en temps fini. La symétrie sphérique impose en effet, par conservation du débit, que l'interface accélère à mesure que la taille de la bulle se réduit.

Pour une cavité non vide, les éléments piégés sont très fortement comprimés. L'interface et l'ensemble du liquide ralentit, et son énergie (cinétique) est transférée au milieu composant la cavité. C'est le principe du confinement inertiel, exploité pour la réalisation des conditions thermodynamiques de la fusion nucléaire (projets Laser Méga-Joule, National Ignition Facility), et à l'origine du phénomène de sonoluminescence.

Nous proposons de réaliser des expériences similaires, à grande échelle spatiale (quelques centimètres) et à grande échelle temporelle (de l'ordre de la milli-seconde), ce qui autorise une observation détaillée des phénomènes hydrodynamiques intervenant dans le processus. L'originalité du processus repose sur la technique utilisée pour créer une cavité quasi vide : une bulle sphérique d'un mélange gazeux hydrogène oxygène est formée au sein d'un liquide. En annulant ou en compensant la gravité il est possible d'obtenir des bulles bien sphériques de taille centimétrique. Ce mélange est enflammé provoquant d'une part la dilatation de la cavité, d'autre part la transformation de la matière au sein de la bulle en eau-vapeur. Suite à la condensation de la vapeur d'eau sur les parois liquides, la population de la cavité est extrêmement réduite, et la pression quasi nulle. La cavité s'effondre alors sur un milieu dont la composition est contrôlable à travers la réalisation du mélange initial (on peut travailler en condition stoechiométrique et obtenir un vide quasi parfait, ou bien ajouter un gaz inerte supplémentaire qui reste piégé).

Nous disposons d'une bobine supra-conductrice dotée d'un trou de champ de grande taille, qui permet, par l'application d'un champ magnétique, de compenser l'effet des forces de gravité pour l'oxygène liquide. Il est donc possible de créer une bulle au sein de ce liquide qui soit sphérique et de grande taille.

Après avoir pris en main le dispositif expérimental (maîtrise des techniques cryogéniques, alignement laser, ...), on s'attachera à comprendre comment le temps de collapse de la bulle dépend des paramètres du problème, et en particulier de la composition initiale de la bulle. Pour ce faire, il sera nécessaire de confronter les résultats expérimentaux aux modèles physiques à construire.

Le stage est susceptible de se poursuivre en thèse.

Compétences requises :

Formation initiale en physique générale ou en mécanique des fluides.