

## Postdoc position “Protections against Ballistic impacts by Cavitation” *Offre de poste "Protections contre les impacts balistiques par cavitation"*

**Duration:** 24 months, **Salary:** around 2000 euros/month, **Restricted to EU citizens, (+ NATO countries + Switzerland and Norway).**

**Place :** at ENSTA Bretagne, Institut de Recherche Dupuy de Lôme (IRDL, UMR 6027 CNRS), Brest, France

**Keywords :** ballistics; Impacts; cavitation, fluid mechanics, experiments, numerical simulation, dynamics behaviour of materials, shock wave; / **Mots Clés :** *Impacts; mécanique des fluides; onde de choc, dynamique des matériaux, cavitation, expériences, simulation numérique.*

**Institut de Recherche Dupuy de Lôme (IRDL, UMR 6027, [www.irdl.fr](http://www.irdl.fr)) :**

L'ENSTA Bretagne, école d'ingénieurs à vocation pluridisciplinaire, forme des ingénieurs (civils et militaires) capables d'assurer, dans un environnement international, la conception et la réalisation de systèmes industriels complexes à dominante mécanique, électronique et informatique. L'IRDL est un jeune Institut de Recherche, créé en janvier 2016 et associé au CNRS. Il compte aujourd'hui plus de 290 membres (110 enseignants-chercheurs, 120 doctorants, 45 personnels techniques et administratifs...). Le poste proposé est en relation avec les activités de recherche du pôle n° 3 de l'IRDL « Fluides, structures et leurs interactions ». / *ENSTA Bretagne, engineering school with a multidisciplinary vocation, educates engineers (civil and military) capable of ensuring, in an international environment, the design and realization of complex industrial systems with a focus on mechanics, electronics and information technology. IRDL is a young Research Institute, created in January 2016 and associated with CNRS. It now has more than 290 members (110 teacher-researchers, 120 PhD students, 15 postdocs, 45 technical and administrative staff ...). The proposed position is related to the research activities of the IRDL's pole No. 3 "Fluids, structures and their interactions".*

**Description: (english is following)** « Face à la recrudescence des violences par balle, les nations occidentales doivent relever le défi d'assurer la sécurité des populations civiles et le maintien en fonctionnement des infrastructures critiques, tout en protégeant ses forces armées. Les impacts balistiques induisent des sollicitations sévères et impulsives sur les matériaux et les structures environnantes, pouvant en provoquer leur ruine. En vue de s'en protéger, le développement des solutions de blindage doit passer par l'étude de d'une réponse adaptée des matériaux utilisés. Quelques mécanismes dissipateurs d'énergie ainsi identifiés peuvent être le délaminage, la propagation de fissure ou la compaction, en plus de la déformation du matériau. Dans l'optique d'optimiser la dissipation d'énergie mise en jeu lors d'un impact, le projet propose l'étude de la dissipation d'énergie par cavitation d'ensemble dans une matrice solide remplie d'un fluide. En effet, sous l'effet d'un chargement impulsif, le fluide peut rencontrer des conditions favorables à la cavitation et ce changement de phase va consommer de l'énergie. La cavitation d'ensemble peut également générer une poussée s'opposant à l'avancée du projectile et provoquer l'éclatement de la matrice, agissant ainsi comme un blindage réactif. Les matrices d'intérêt pourront être un matériau structuré imprimé 3D. Le projet se présente essentiellement comme une approche expérimentale avec en soutien, des approches théoriques et de la simulation numérique qui se déclinent en plusieurs verrous scientifiques dont :

- la génération de chocs brefs et intenses à l'aide d'un laser impulsif ou d'impact de projectiles ou d'un tube à choc,
- la détection, par une méthode appropriée, des signaux de pression résultant de la propagation des ondes, par capteurs de pression ou interféromètre Laser Doppler,

- l'interprétation des signaux par un traitement adapté,
- la relation entre le chargement, la taille et le nombre de cellules de liquide et la nature du fluide cavitant.
- Développement de modèles simplifiés pour quantifier l'énergie dissipée.

*With the increase of violence by firearms, Western nations are faced with the challenge of ensuring the security of civilian populations and keeping critical infrastructure operational, while protecting their armed forces. Ballistic impacts induce severe and impulsive stresses on receiving materials and structures, which can lead to their failure. In the aim of ballistic protection, the development of shielding solutions must include the study of an appropriate response of the materials used. Some of the energy dissipating mechanisms thus identified may be delamination, crack propagation or compaction, in addition to material deformation. In order to optimize the energy dissipation involved during an impact, the project proposes the study of energy dissipation by cavitation in a solid matrix filled with a fluid. Indeed, under the effect of an impulse loading, the fluid may encounter conditions favorable to cavitation and this phase change will consume energy. Overall cavitation can also generate a thrust opposing the projectile's advance and cause the matrix to burst, thus acting as reactive armor. The matrix of interest could be a 3D printed structured material. The project is essentially an experimental approach with the support of theoretical approaches and numerical simulation which are declined in several scientific challenges including :*

- *the generation of short and intense shocks using a pulsed laser, impact of projectiles, Hopkinson bars, shock tube,*
- *the detection, by an appropriate method, of the pressure signals resulting from the propagation of the waves, by pressure sensors or Laser Doppler interferometer,*
- *interpretation of the signals by an adapted processing,*
- *the relationship between the loading, size and number of fluid cells and the nature of the cavitating fluid.*
- *Development of simplified models to quantify the dissipated energy.*

The applicant must have a PhD and be a European citizen or from a NATO country. The applicant should have knowledge in dynamic behavior of materials and fluids, explicit numerical simulations, and an attraction for shock and impact experiments. Knowing French would be a must but not mandatory.

For more information, please contact Dr Michel Arrigoni by email at [Michel.arrigoni@ensta-bretagne.fr](mailto:Michel.arrigoni@ensta-bretagne.fr) or by phone at +33298348978.