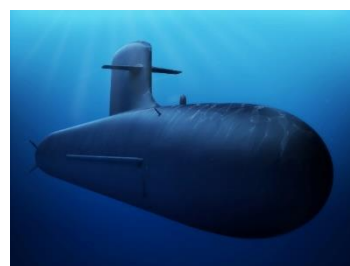


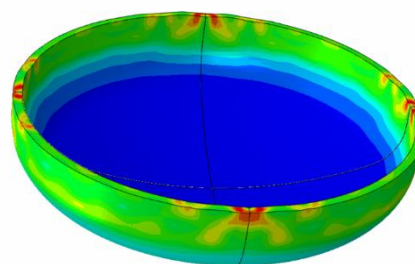
Thèse CIFRE NAVAL GROUP – CEMEF Mines Paris, Université PSL**Caractérisation et Modélisation de l'emboutissage à froid multi-passes de tôles épaisses : application aux coques de sous-marins****Contexte Industriel**

Maître d'œuvre industriel, concepteur et intégrateur d'ensemble des navires armés et des systèmes de combat, Naval Group est le leader européen du naval de défense et un acteur majeur dans le monde. Grâce à des savoir-faire et des moyens industriels exceptionnels, il conçoit, réalise, intègre, maintient en service, démantèle et déconstruit des sous-marins nucléaires lanceurs d'engins (SNLE) et des sous-marins d'attaque et navires de surface.



Le processus de reconstitution d'une coque de sous-marins consiste en l'assemblage par soudage d'éléments formés de grandes dimensions. La maîtrise approfondie des procédés de fabrication s'avère donc essentielle pour assurer à cette structure fabriquée par Naval Group un haut niveau de qualité, de fiabilité et de durabilité, garantissant la performance opérationnelle et industrielle.

Les éléments de coque de sous-marin sont réalisés par différents procédés de mise en forme par déformation plastique à froid. Étant donné les dimensions des éléments et le très faible effet de série, ces fabrications sont peu automatisées, multi-passes et relèvent d'un savoir-faire tant dans la définition des outillages que dans la mise au point des gammes de fabrication. De plus, le recours à ces procédés induit une modification de l'état mécanique de la tôle formée du fait de la présence de contraintes résiduelles et de l'écroutissage du matériau.



Simulations par éléments finis des étapes de mise en forme

Par ce projet, Naval Group souhaite spécifiquement approfondir la connaissance du procédé de mise en forme par emboutissage à froid multi-passe de tôles épaisses en acier pour :

- d'une part, préciser l'impact du procédé sur la tôle formée (déformations plastiques, contraintes résiduelles et comportement mécanique après mise en forme),
- d'autre part, accompagner le développement d'un outil d'aide à la mise au point de la géométrie des outils et des gammes de fabrication.

Description du sujet

Afin de répondre à la problématique industrielle proposée par Naval Group, le travail de thèse consistera à mettre en place un protocole de caractérisation de la matière (2 aciers alliés à haute limite élastiques) afin d'identifier les lois de comportement appropriées (écrouissage isotrope et cinématique, anisotropie notamment).

Un modèle numérique sera alors mis en place (logiciel Abaqus) afin de modéliser les différentes étapes du procédé. Une attention particulière sera portée aux contraintes résiduelles et au retour élastique consécutifs à chaque opération d'emboutissage. La modification du comportement mécanique des tôles suite aux opérations d'emboutissage seront étudiées, notamment de par l'impact qu'elle peut avoir sur le comportement en service.

Le protocole ainsi mis en place sera validé sur une première pièce de petite dimension avant d'être appliqué et évalué sur une calotte sphérique de grande dimension.

Compétences développées

Ce sujet pluridisciplinaire permettra au doctorant de développer ses compétences dans les domaines de la science et la mécanique non-linéaire des matériaux métalliques ainsi que de la modélisation numérique sous chargements complexes.

Ce projet s'inscrit dans une collaboration à long terme entre Naval Group et le CEMEF Mines Paris et comportera 2 thèses et 2 post-docs.

Profils recherchés

Diplômé d'une école d'ingénieur ou titulaire d'un Master2, le candidat devra posséder des compétences solides en mécanique des matériaux et en modélisation numérique par éléments finis. Il devra également présenter un goût prononcé pour l'expérimentation, l'observation et l'analyse par des techniques expérimentales de pointe. Son dynamisme, sa rigueur, sa capacité à travailler en équipe dans un contexte multidisciplinaire et ses compétences en anglais seront également des qualités importantes pour la sélection.

Lieu

Cette thèse se déroulera au Centre de mise en forme des Matériaux (CEMEF), à Sophia-Antipolis et de nombreuses missions seront prévues au sein de Naval Group (sites de Nantes ou de Cherbourg).

Démarrage de la thèse

1^{er} Octobre 2022

Candidatures

Les candidatures devront être envoyées aux encadrants ci-dessous et devront comprendre : un CV, une lettre de motivation, les relevés de notes des 3 dernières années et 1 ou 2 lettres de recommandation d'enseignants ou de tuteurs de stage.

Encadrants

Pierre Olivier Bouchard (CEMEF, Mines Paris) : pierre-olivier.bouchard@minesparis.psl.eu

Christophe Kerisit (Naval Group) : Christophe.kerisit@naval-group.com