



Ecole Nationale Supérieure de Techniques
Avancées Bretagne
2, rue François Verny
29806 Brest Cedex 9

Thèse de doctorat A L'ENSTA BRETAGNE,
INSTITUT de RECHERCHE DUPUY de LÔME (UMR 6027)

« *Mesure et reconstruction de champs mécaniques
dans les composants de fortes épaisseurs* »



Contexte du projet

L'élaboration, la mise en forme et l'assemblage des structures métalliques génèrent des champs de **contraintes résiduelles**. Ces contraintes influent notamment sur la **durabilité et la tenue au flambement**. La mise en place d'une démarche de conception conservatrice due à leur méconnaissance conduit à un surdimensionnement qui peut être à la fois coûteux et limitant en termes de performance avec notamment un alourdissement des structures. Par ailleurs, l'utilisation de **nouveaux matériaux et de procédés de fabrication innovants** (fabrication additive en particulier) rend nécessaire la maîtrise et donc la caractérisation des contraintes résiduelles générées.

Pour les composants de petites dimensions, ces contraintes résiduelles sont aujourd'hui mieux maîtrisées grâce aux progrès de la simulation numérique des procédés et des méthodes de mesures de contraintes en surface. En revanche, pour les composants de grandes dimensions ou de fortes épaisseurs, obtenus par une succession d'étapes de mise en forme et d'assemblage, la caractérisation expérimentale des contraintes à cœur est complexe et il n'existe aujourd'hui pas de méthode numérique pouvant intégrer directement les contraintes résiduelles dans un modèle de dimensionnement.

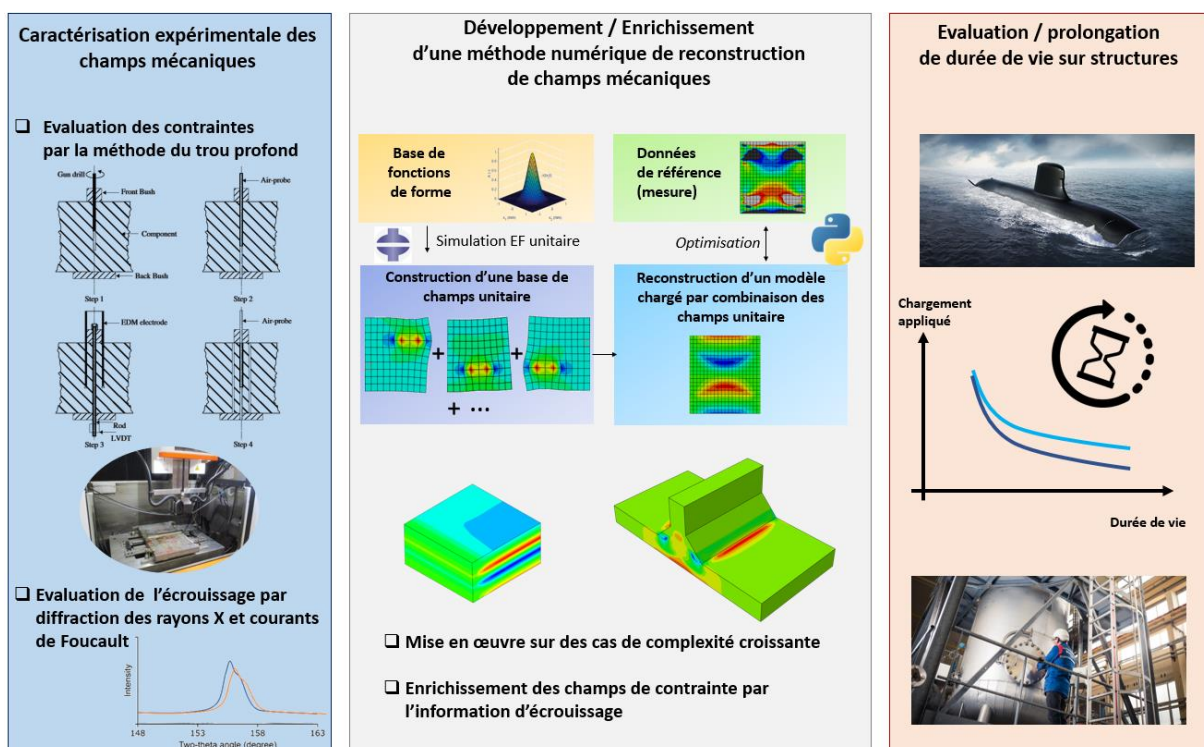
Descriptif du sujet

Cette thèse s'inscrit dans le projet RESISTANCE (*RESidual STress ANalysis in Critical Elements*) financé par l'ANR et la DGA. L'objectif principal est de développer des méthodes numériques pour intégrer un état mécanique non-standard (e.g., champs de contraintes résiduelles) dans un modèle éléments finis. Cet état initial sera déterminé en combinant les résultats expérimentaux obtenus à l'aide de différentes méthodes de mesure.

La thèse comprend un volet expérimental important avec la mise en œuvre de **méthodes par redistribution des contraintes** [1] pour estimer le champ de contraintes résiduelles sur structures de forte épaisseur. Les méthodes dites du contour [2] et du trou profond [3] seront plus particulièrement évaluées au regard des applications visées.

En parallèle, un volet numérique impliquera le développement d'outils nécessaires à la mise en œuvre de la **méthode de reconstruction par déformations inhérentes** [4], [5]. Cette méthode originale sera tout d'abord implémentée dans une première version par intégration d'un champ de contraintes résiduelles. Ensuite, elle sera enrichie en intégrant des éléments liés à l'estimation de l'écroutissage du matériau résultant du processus de mise en forme.

L'ensemble du travail sera mené en partenariat avec Naval Group qui fournira des cas d'études représentatifs des applications visées : les coques de navire et les capacités sous pression de réacteur nucléaire.



Encadrement

Cédric DOUDARD, cedric.doudard@ensta-bretagne.fr

Bruno LEVIEIL, bruno.levieil@ensta-bretagne.org

Sylvain MOYNE, sylvain.moyne@ensta-bretagne.fr

Florent BRIDIER, florent.bridier@naval-group.com

Profil souhaité

La personne recrutée devra être titulaire d'un M2, de préférence dans le domaine de la mécanique des matériaux et devra démontrer qu'il a acquis de solides connaissances dans les domaines suivants :

- éléments finis (Abaqus) ;
- programmation en Python ;
- maîtrise de l'anglais.

En outre, une expérience en mesure de contraintes résiduelles sera appréciée.

En termes de personnalité, la personne recherchée est une personne **curieuse** qui cherche des réponses avec **rigueur** et qui est **capable de prendre des initiatives**. Elle est prête à travailler dans une équipe de recherche élargie, afin de mener à bien ce projet à mi-chemin entre la recherche académique et industrielle sur un sujet associant des techniques expérimentales et numériques.

Conditions de travail

- La personne sélectionnée effectuera sa thèse au laboratoire IRDL dans les locaux de l'ENSTA Bretagne à Brest et sera amené à se déplacer à Naval Group ponctuellement (Nantes) ainsi qu'à l'étranger pour la participation à des conférences.
- Salaire brut compris entre 2400-2700 euros/mois
- Démarrage en 2024 suivant le candidat

Modalités de dépôt de candidatures

Les candidatures (lettre de motivation et curriculum vitae détaillé) doivent parvenir par courrier électronique à cedric.doudard@ensta-bretagne.fr et bruno.levieil@ensta-bretagne.org.

- [1] G. S. Schajer, *Practical Residual Stress Measurement Methods*. John Wiley & Sons, 2013.
- [2] M. B. Prime, « Cross-Sectional Mapping of Residual Stresses by Measuring the Surface Contour After a Cut », *Journal of Engineering Materials and Technology*, vol. 123, n° 2, avr. 2001, doi: 10.1115/1.1345526.
- [3] A. H. Mahmoudi, S. Hossain, C. E. Truman, D. J. Smith, et M. J. Pavier, « A New Procedure to Measure Near Yield Residual Stresses Using the Deep Hole Drilling Technique », *Exp Mech*, vol. 49, n° 4, 2009, doi: 10.1007/s11340-008-9164-y.
- [4] A. M. Korsunsky, « Chapter 10 - The Inverse Eigenstrain Method of Residual Stress Reconstruction », in *A Teaching Essay on Residual Stresses and Eigenstrains*, A. M. Korsunsky, Éd., Butterworth-Heinemann, 2017, p. 157-165. doi: 10.1016/B978-0-12-810990-8.00010-0.
- [5] T.-S. Jun et A. M. Korsunsky, « Evaluation of residual stresses and strains using the Eigenstrain Reconstruction Method », *International Journal of Solids and Structures*, vol. 47, n° 13, juin 2010, doi: 10.1016/j.ijsolstr.2010.03.002.