

DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **17 octobre 2024**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Monsieur Hao HONG**

Titre de la thèse : Méthodologie d'identification de champs et de paramètres mécaniques à partir de mesures de déplacement en surface. Application à une matrice minérale.



Résumé

L'objectif de cette étude est de développer des méthodes d'identification de paramètres mécaniques et de conditions aux limites, en exploitant des mesures de champs de déplacement surfacique, pour des solides fabriqués avec des matériaux isotropes fragiles. Dans un premier temps, en considérant le comportement fragile dissymétrique en traction/compression, l'essai de fendage a été exploité pour identifier les paramètres mécaniques bi-modules en plus de la contrainte limite à la rupture. Une méthode semi-analytique d'identification, sur mesure pour cet essai, a été mise en place en se basant sur l'expression analytique du champ de contraintes et prenant en compte le comportement dissymétrique pour le calcul des champs de déformation et de déplacement. L'algorithme mis en place permet d'exploiter les mesures d'imagerie en surface, et de simuler les techniques couramment utilisées dans la littérature pour l'identification des paramètres mécaniques. L'efficacité et la robustesse de cette méthode ont été démontrées en utilisant des données synthétiques bruitées et des mesures expérimentales. Dans un second temps, les mesures en surface ont été exploitées pour identifier les conditions aux limites sur une frontière inaccessible du solide. Ces mesures étant faites sur une surface libre de tout chargement, elles sont considérées comme des conditions aux limites surabondantes sur cette surface (conditions de Neumann et Dirichlet). A partir de la définition du problème de Cauchy pour des données surabondantes, une méthodologie d'identification prenant en compte le comportement dissymétrique du matériau et l'évolution de l'endommagement, a été mise en place. Dans cette méthodologie, deux phases de comportement linéaire et non linéaire sont considérées. Dans la première phase, le comportement est dissymétrique sans évolution de l'endommagement. Dans la seconde phase, l'évolution de l'endommagement est prise en compte. Les mesures de la première phase sont exploitées pour résoudre le problème de Cauchy et identifier les conditions aux limites manquantes, via la minimisation d'une erreur en relation de comportement. Les champs de déplacement et de traction de surface, identifiés dans la première

phase, ainsi que les mesures, sont exploités dans la seconde phase pour résoudre le problème non linéaire directe avec évolution de l'endommagement. L'efficacité de cette méthodologie a été démontrée en utilisant des données synthétiques bruitées et des données expérimentales. Pour compléter cette étude, compte tenu du développement rapide de l'apprentissage profond, une exploitation du PINN (Physic-Informed Neural Networks) a également été réalisée pour résoudre les problèmes directs, identifier les paramètres mécaniques et les conditions aux limites dans la phase du comportement linéaire. La comparaison des résultats a permis de mettre en évidence le potentiel du PINN pour résoudre les problèmes directs et inverses, et d'émettre des perspectives à venir. Les données expérimentales utilisées dans cette thèse ont été obtenues avec une matrice minérale à base de liant et tringitique et de TiO₂. Cette matrice a été développée dans le cadre du projet région RICO2C.

Mots-clés : identification, problèmes inverse, erreur en relation de comportement, paramètres mécaniques, conditions aux limites, endommagement,