

SOUTENANCE DE THÈSE DE DOCTORAT

Analyse en fatigue probabiliste de structures métalliques mécano-soudées

Application aux ouvrages hydromécaniques vieillissants

Kamal Harb — Chaire Medelia

DATE	LIEU	ENCADREMENT ACADÉMIQUE	ENCADREMENT INDUSTRIEL
Vendredi 13 novembre 2026 à 9 h 30	**Amphithéâtre ISTerre** Grenoble	Julien Baroth (directeur de thèse) Rafael Estevez (co-directeur de thèse) Laboratoires 3SR et SIMaP	Arnaud Isaac · Vincent Michaud SPRETEC, Groupe Artelia

RÉSUMÉ

CONTEXTE & ENJEUX

Barrages, centrales hydroélectriques et équipements hydromécaniques (portes d'écluses, conduites, vannes, turbines, réservoirs) vieillissent en France comme à l'international. Prolonger, réparer, renforcer ou remplacer : ces choix coûteux exigent d'évaluer précisément le risque de défaillance et la durée de vie résiduelle. La chaire Medelia (Fondation Grenoble INP, avec Artelia/SPRETEC, EDF Hydro, CNR, TEC21 et CETIM) y répond par la recherche et la formation.

PROBLÉMATIQUE

Sous sollicitations répétées, l'acier se fatigue sans dommage visible à court terme : des fissures apparaissent souvent aux soudures, puis se propagent. De nombreux ouvrages d'après-guerre sont encore en service, et l'inspection détecte les fissures sans dire quand elles apparaîtront ni à quelle vitesse elles progresseront.

OBJECTIF & MÉTHODE

La thèse remplace une durée de vie unique, jugée trompeuse, par une évaluation du risque fondée sur des scénarios probabilisés (probabilité de défaillance ou de survie, indice de fiabilité), en tenant compte des incertitudes sur les matériaux, les sollicitations et l'état réel des ouvrages. Trois piliers :

1 · Mécanique de la rupture
Amorçage et propagation des fissures dans les assemblages soudés.

2 · Modélisation probabiliste
Incertitudes sur le matériau, la géométrie, la qualité des soudures et les chargements.

3 · Éléments finis stochastiques
Effet des incertitudes sur la structure et estimation de la durée de vie résiduelle par scénarios.

VALIDATION & IMPACTS

Validation sur des cas réels fournis par les partenaires industriels. Pour les exploitants : estimation plus fine de la durée de vie résiduelle, aide à la décision, justification de la tenue à la fatigue des structures vieillissantes, priorisation des interventions. Pour la société : ouvrages plus sûrs, usage prolongé des infrastructures existantes, moins de remplacements prématurés, gestion plus durable du patrimoine industriel.

MOTS-CLÉS *Fatigue probabiliste · Structures mécano-soudées · Mécanique de la rupture · Éléments finis stochastiques · Durée de vie résiduelle · Fiabilité · Ouvrages hydromécaniques*

CHAIRE MEDELIA · ÉCOSYSTÈME DE LA THÈSE



PHD THESIS DEFENSE

Probabilistic fatigue analysis of welded steel structures

Application to ageing hydromechanical structures

Kamal Harb — Medelia Chair

DATE	VENUE	ACADEMIC SUPERVISION	INDUSTRIAL SUPERVISION
Friday 13 November 2026 at 9:30 am	**ISTerre Amphitheatre** Grenoble, France	Julien Baroth (thesis director) Rafael Estevez (thesis co-director) Laboratories 3SR and SIMaP	Arnaud Isaac · Vincent Michaud SPRETEC, Artelia Group

ABSTRACT

CONTEXT & STAKES

Dams, hydropower plants and hydromechanical equipment (lock gates, penstocks, valves, turbines, tanks) are ageing, in France and abroad. Extend, repair, strengthen or replace: these costly decisions require an accurate assessment of the risk of failure and of the remaining service life. The Medelia Chair (Grenoble INP Foundation, with Artelia/SPRETEC, EDF Hydro, CNR, TEC21 and CETIM) addresses this through research and training.

PROBLEM

Under repeated loading, steel fatigues with no visible damage in the short term: cracks often start at welds and then grow. Many post-war structures are still in service, and inspection detects cracks without telling when they will appear or how fast they will grow.

OBJECTIVE & METHOD

The thesis replaces a single, potentially misleading service life with a risk assessment based on probabilistic scenarios (probability of failure or survival, reliability index), accounting for uncertainties in materials, loading and the actual condition of the structures. Three pillars:

1 · Fracture mechanics
Initiation and growth of cracks in welded joints.

2 · Probabilistic modelling
Uncertainties in material, geometry, weld quality and loading.

3 · Stochastic finite elements
Effect of uncertainties on the structure and estimation of the remaining life through scenarios.

VALIDATION & IMPACT

Validated on real cases provided by the industrial partners. For operators: finer estimate of the remaining life, decision support, justification of the fatigue resistance of ageing structures, prioritisation of interventions. For society: safer structures, longer use of existing infrastructure, fewer premature replacements, more sustainable asset management.

KEYWORDS *Probabilistic fatigue · Welded structures · Fracture mechanics · Stochastic finite elements · Remaining service life · Reliability · Hydromechanical structures*

MEDELIA CHAIR · THESIS ECOSYSTEM



INFORMATIONS PRATIQUES · PRACTICAL INFORMATION

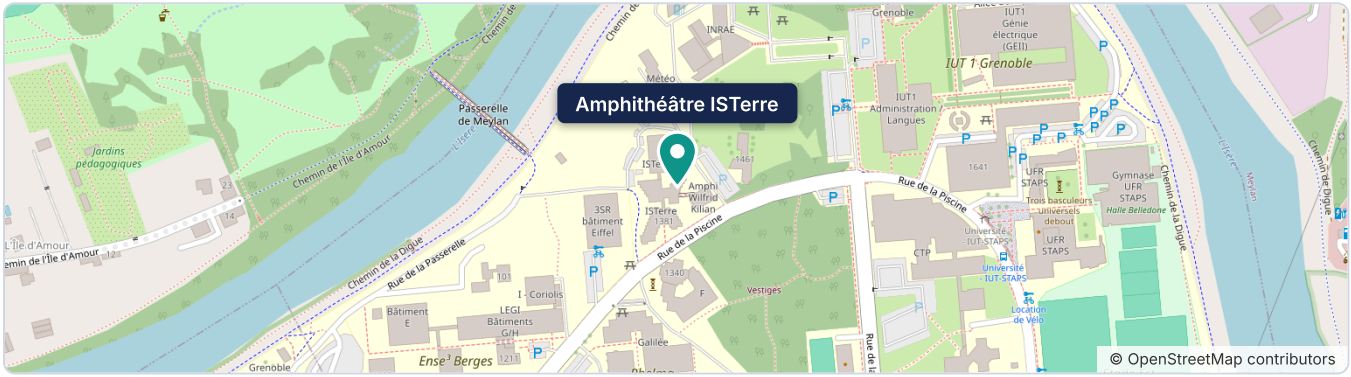
Lieu de la soutenance et participation à distance

Venue and remote participation

LIEU · VENUE

Amphithéâtre ISTerre —
vendredi 13 novembre 2026, 9 h 30
ISTerre, bâtiment OSUG-C (Maison des Géosciences), 1381 rue de la Piscine, 38400 Saint-Martin-d'Hères (Domaine universitaire).
Tramway B ou C, arrêt « Gabriel Fauré » ou « Bibliothèques universitaires ».

ISTerre Amphitheatre *— Friday 13 November 2026, 9:30 am*
ISTerre, OSUG-C building (Maison des Géosciences), 1381 rue de la Piscine, 38400 Saint-Martin-d'Hères (University campus). Tram line B or C, stop "Gabriel Fauré" or "Bibliothèques universitaires".



Itinéraire
Directions

OpenStreetMap
Ouvrir la carte · Open the map

PARTICIPATION À DISTANCE · REMOTE PARTICIPATION

Pour les personnes ne pouvant pas assister à la soutenance en présentiel, il sera possible d'y participer à distance.
Those who cannot attend in person can join remotely.

VISIOCONFÉRENCE
Video conference
visio.numerique.gouv.fr/ptj-uynk-knm

TÉLÉPHONE
By phone
+33 9 79 94 06 78

CODE D'ACCÈS
Access code
167 181 4412#

Connectons-nous !
Let's connect!

Rejoindre la soutenance en direct
Join the defense live

En savoir plus sur la chaire Medelia
Learn more about the Medelia Chair

Mon profil LinkedIn
My LinkedIn profile

CHAIRE MEDELIA · ÉCOSYSTÈME DE LA THÈSE · MEDELIA CHAIR · THESIS ECOSYSTEM