



# Soutenance de thèse de doctorat de Abdossaber Peiravi



«Advanced redundancy strategies for system reliability optimization»

## Les membres du jury:

**Mustapha Nour El Fath**, Directeur  
Université Laval, Département de génie mécanique

**Masoumeh Kazemi Zanjani**, Codirectrice  
Université Concordia, Department of Mechanical, Industrial, and Aerospace  
Engineering

**Denis Thibault**, Examineur  
Institut de recherche d'Hydro-Québec (IREQ) , Unité Performance, évolution et  
caractérisation des actifs

**Mahdi Machani**, Examineur  
Hydro-Québec, Unité Planification Production

**Adnène Hajji**, Examineur  
Université Laval, Département d'opérations et systèmes de décision

**Mohamed Sallak**, Examineur externe  
Université de Technologie de Compiègne (UTC), Département de génie  
informatique

JEUDI

22 JUIN 2023  
11 h 00

Pavillon Adrien-Pouliot  
Local 3370





# Soutenance de thèse de doctorat de Abdossaber Peiravi



«Advanced redundancy strategies for system reliability optimization»

## Résumé:

Afin d'augmenter la fiabilité d'un système, la méthode de conception la plus populaire consiste à augmenter le nombre de composantes redondantes. En général, quatre stratégies de redondance ont été développées dans la littérature, à savoir les stratégies active, passive, mixte et K-mixte. Les stratégies de redondance peuvent être utilisées pour des systèmes binaires et pour des systèmes multi-états. La complexité de l'évaluation de la fiabilité dépend de la configuration du système et de ses propriétés. Dans la littérature actuelle, il existe certaines limitations importantes relatives aux stratégies de redondance qui n'ont pas été suffisamment étudiées, aussi bien pour les systèmes binaires que pour les systèmes multi-états. Cette thèse identifie et aborde quelques questions importantes et difficiles à travers les contributions suivantes. Premièrement, pour les systèmes binaires, les stratégies de redondance présentent un degré élevé de complexité de calcul dans les modèles de fiabilité qui fournissent dans certains cas des limites inférieures de la fiabilité du système. Afin de réduire cette complexité, nous proposons un modèle basé sur des chaînes de Markov à temps continu pour le calcul de la fiabilité exacte de systèmes  $k$  parmi  $n$  assujettis à des redondances active, passive, mixte et K-mixte. De plus, un modèle de simulation séquentiel de Monte Carlo est développé et une analyse de fiabilité est menée pour valider le modèle proposé. Un algorithme génétique est finalement développé pour résoudre un problème d'optimisation résultant de l'application des stratégies existantes aux systèmes parallèles-séries dans le contexte du modèle proposé. La seconde contribution de cette thèse concerne les systèmes multi-états dont les composantes peuvent fonctionner avec des niveaux de performances différents. Une analyse de fiabilité est conduite pour un système multi-état qui se détériore avec l'âge et qui est régi par une stratégie de redondance passive basée sur la demande.

JEUDI

22 JUIN 2023  
11 h 00

Pavillon Adrien-Pouliot  
Local 3370



UNIVERSITÉ  
LAVAL



McGill



UNIVERSITÉ  
Concordia  
UNIVERSITY



UQÀM

HEC MONTRÉAL



POLYTECHNIQUE  
MONTRÉAL

Université  
de Montréal



# Soutenance de thèse de doctorat de Abdossaber Peiravi



«Advanced redundancy strategies for system reliability optimization»

## Résumé:

La fiabilité est évaluée pour différentes gammes de fréquence d'inspection et de maintenance. Nous examinons également un cas industriel de génération de l'énergie électrique pour lequel des opérations de maintenance et de réhabilitation sont implémentées. Un algorithme génétique est développé pour déterminer la fréquence optimale d'inspection, de maintenance et de réhabilitation tout en considérant la fiabilité du système. C'est la première fois que ce type d'analyse et d'optimisation de la fiabilité est considéré dans la littérature. Les résultats numériques illustrent l'efficacité de l'approche proposée. La dernière contribution de la thèse consiste à proposer un nouveau concept appelé Stratégie de Redondance Universelle (SRU) pour les systèmes binaires et multi-états. La SRU inclut toutes les stratégies précédentes tout en offrant la possibilité d'explorer une variété d'autres options jamais explorées dans la littérature. Dans toutes les stratégies existantes, l'insertion de composantes redondantes est déclenchée par des défaillances spécifiques des composantes fonctionnelles, mais la stratégie nouvellement développée permet le changement des composantes redondantes en tout temps par des insertions ou des retraits séparés ou simultanés. Comme la SRU permet l'activation de n'importe quel nombre de composantes redondantes en tout temps, la redondance du système peut être configurée de façon optimale en changeant la configuration au temps optimal. Le concept de la SRU est illustré dans un contexte de maximisation de la fiabilité d'un système parallèle-série avec des composantes binaires.

**Mots clés:** Allocation de la redondance; Systèmes multi-états; Maintenance; Optimisation; Chaines de Markov

JEUDI

22 JUIN 2023  
11 h 00

Pavillon Adrien-Pouliot  
Local 3370

