

Résilience de réseaux – application au système de réponse aux crises humanitaires

Porteur : Aurélie Charles

Laboratoire : DISP

Partenaires : Handicap International/ATLAS

Nature du financement demandé : Stage de M2

Montant de la demande de financement : 3600

Résumé : (200 mots)

Dans ce projet de recherche participative, proposé en collaboration avec Handicap International, nous travaillons sur la compréhension, la mesure et l'amélioration de la résilience des sociétés. Nous proposons une approche pour comprendre les instabilités systémiques, en mettant l'accent sur les interactions entre différentes composantes d'un système. Pour permettre ce changement de perspective, basé sur le système dans son ensemble, nous proposons d'utiliser des réseaux multi-couches et des approches d'analyse des risques et d'évaluation.

Nous modélisons l'environnement (entrepôts, aéroports, hôpitaux, écoles, camps de réfugiés, routes, etc.) et les interactions entre les nœuds du système. Nous travaillons sur la mesure de la résilience du graphe en incluant les mécanismes de défaillance en cascade qui peuvent survenir pendant les crises. Nous cherchons à prioriser les actions à entreprendre (réhabiliter un pont ou un aéroport, par exemple) pour atténuer les impacts de la crise en maximisant les flux de produits et de personnes.

Notre approche est appliquée au cas du Mozambique. où le contexte politique, sécuritaire et environnemental pose d'importants défis logistiques. Les contraintes de sécurité, l'état des infrastructures, et les mouvements réguliers des populations touchées, rendent difficile la planification et la distribution efficace des fournitures essentielles.

Sujet développé :

Le contexte politique, sécuritaire et environnemental des régions de Nampula et Cabo Delgado, au Mozambique, pose de nombreux problèmes aux acteurs de l'aide humanitaire. En effet, le manque d'accès, les contraintes de sécurité et l'état des infrastructures dans ces zones entravent l'acheminement de l'aide. Les régions de Nampula et de Cabo Delgado ont été confrontées à des problèmes de sécurité liés à des groupes armés. Cette insécurité peut rendre les opérations humanitaires dangereuses et entraîner des retards ou interruptions dans la chaîne d'approvisionnement. Les mouvements réguliers des populations affectées, déplacées par l'intensification du conflit et, d'autre part, les mouvements des populations de retour dans leurs lieux d'origine car elles n'ont pu satisfaire leurs besoins dans leurs lieux de déplacement, peuvent également rendre difficiles la planification et la distribution efficaces des fournitures essentielles. Enfin, les zones côtières comme Cabo Delgado sont également très vulnérables à la multiplication des aléas climatiques, tels que les tempêtes et les inondations, qui peuvent endommager les infrastructures (routières, de stockage, etc) et perturber la réponse en termes de délais, de coûts et de qualité. Tous ces facteurs combinés entraînent des défis logistiques, sécuritaires et opérationnels supplémentaires pouvant rendre la logistique humanitaire moins performante et limiter l'accès aux populations les plus vulnérables.

Ce stage se déroulera en trois étapes.

Dans un premier temps, il s'agit de modéliser un environnement logistique (entrepôts, aéroports, hôpitaux, écoles, camps de réfugiés, routes, etc) au travers de leurs interactions, formant ainsi un réseau complexe multi-couches. Ce modèle permettra de mieux comprendre les interactions entre tous les constituants du réseau. Une base de travail existe déjà, mais applicable uniquement aux réponses aux crises naturelles. L'étudiant de master aura donc en charge d'étendre ce modèle à des situations plus complexes comme celles rencontrées au Mozambique. Des contacts avec les équipes de notre partenaire Handicap International (HI), présent sur place, faciliteront cette étape.

Dans un second temps, l'étudiant accompagnera HI dans la collecte des données secondaires et l'identification des données primaires manquantes qui seront complétées par HI.

Dans un troisième temps, l'étudiant étudiera la robustesse théorique (sous forme d'attaques aléatoires non nécessairement destructives, i.e. en dégradant les liens) puis via des simulations de crise réelles afin d'identifier les points de blocages et zones isolées, et proposer des solutions opérationnelles permettant de maximiser le passage des flux vers les zones les plus vulnérables.

Un point mensuel est prévu dans les locaux de HI à Lyon

Programme de travail proposé :

Revue de littérature et prise en main des travaux déjà réalisés

Extension du modèle de réponse aux crises pour qu'il soit applicable dans les zones de conflit

Récolte et exploitation des données (en partenariat avec l'équipe Atlas HI Mozambique)

Etude du réseau et de sa robustesse (en partenariat avec Lili Bazin pour la construction des distributions de probabilité d'occurrence des crises et complications)

Proposition de solutions opérationnelles

Références bibliographiques :

Barabasi, A.L., **Network Science**. Cambridge University Press, 2016. isbn: 9781107076266

Bellingeri, M., Bevacqua, D., Scotognella, F., Alfieri, R., & Cassi, D. (2020). **A comparative analysis of link removal strategies in real complex weighted networks**. *Scientific Reports*, 10(1), 1–15. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60298-7>

Besiou, M., & van Wassenhove, L. N. (2020). **Humanitarian operations: A world of opportunity for relevant and impactful research**. *Manufacturing and Service Operations Management*, 22(1), 135–145. <https://doi.org/10.1287/msom.2019.0799>

Charles, A., Bouleux, G., & Cherifi, C. (2022). **Understanding the situation at a glance: The powerful value added of complex networks to analyse humanitarian operations**. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 75, 102932. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.102932>

CRED, C. for R. on the E. of D. (2020). **Human Cost of Disasters**. In *Human Cost of Disasters* (Issue December). <https://doi.org/10.18356/79b92774-en>

Helbing, D. (2013). **Globally networked risks and how to respond**. *Nature*, 497(7447), 51–59. <https://doi.org/10.1038/nature12047>

Li, M., Liu, R. R., Lü, L., Hu, M. Bin, Xu, S., & Zhang, Y. C. (2021). **Percolation on complex networks: Theory and application**. *Physics Reports*, 907, 1–68. <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2020.12.003>

Liu, J., Xiong, Q., Shi, X., Wang, K., & Shi, W. (2016). **Robustness of complex networks with an improved breakdown probability against cascading failures**. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 456, 302–309. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2016.03.040>

Pan, X., & Wang, H. (2018). **Resilience of and recovery strategies for weighted networks**. *PLoS ONE*, 13(9), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203894>