



Proposition d'un sujet de thèse en cotutelle 2026/2027

A. Porteur du sujet à l'Université Libanaise

1. Nom : TAWIL
2. Prénom : Rami
3. Titre (Prof, HDR,) : Prof.
4. Laboratoire : Laboratoire de Recherche en Réseaux, Informatique et Sécurité (LaRRIS)
5. Adresse Web :
6. Etablissement : Université Libanaise
7. Adresse Web : <https://www.ul.edu.lb/>
8. Domaines d'expertise :
 - Réseaux de Capteurs, Intelligence Artificielle, Analyse de Données Volumineuses, Computer Network, Sécurité, Ville Intelligente
9. Publications importantes en relation avec le sujet proposé :
 - Farhat, A., Guyeux, C., Makhoul, A., Jaber, A., & **Tawil, R.** (2018). On the coverage effects in wireless sensor networks based prognostic and health management. *International Journal of Sensor Networks*, 28(2), 125-138.
 - El Sibai, R., Atéchian, T., Abdo, J. B., Demerjian, J., & **Tawil, R.** (2015, June). A new software-based service provision approach for vehicular cloud. In *2015 Global Summit on Computer & Information Technology (GSCIT)* (pp. 1-6). IEEE.
10. Adresse Web de votre page personnelle : <https://scholar.google.com/citations?user=ElcZEBIAAAAJ&hl=en>
11. Adresse e-mail : rami.tawil@ul.edu.lb

B. Partenaire à l'UPJV :

1. Nom : HAMANI
2. Prénom : Nadia
3. Titre (PU, MCF, HDR, ...) : PU
4. Laboratoire : Modélisation, Information & Systèmes (MIS)
5. Etablissement : Université de Picardie Jules Verne (UPVJ)
6. Adresse Web : <https://www.u-picardie.fr/>
7. Domaines d'expertise :
 - Supply Chain & Logistics, Transportation, Performance Improvement, Optimisation, Simulation

8. Publications importantes en relation avec le sujet proposé :

- Snoussi, I., **Hamani, N.**, Mrabti, N., & Kermad, L. (2021, November). Robust Optimization for Collaborative Distribution Network Design Problem. In *Working Conference on Virtual Enterprises* (pp. 280-288). Cham: Springer International Publishing.
- Mrabti, N., **Hamani, N.**, Boulaksil, Y., Gargouri, M. A., & Delahoche, L. (2022). A multi-objective optimization model for the problems of sustainable collaborative hub location and cost sharing. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 164, 102821.
- Saidi, C., **Hamani, N.**, Benaissa, M., Rolf, B., Reggelin, T., & Lang, S. (2025). Modeling reconfigurable supply chains using knowledge graphs: towards Supply Chain 5.0. *Production Engineering*, 19(5), 795-818.
- Hmamed, H., Cherrafi, A., Garza-Reyes, J. A., & **Hamani, N.** (2026). Zero trust architecture for digital, sustainable, and resilient supply chains in the era of Industry 5.0/4.0. *Supply Chain Management: An International Journal*, 1-22.

9. Adresse Web de votre page personnelle : https://scholar.google.com/citations?user=_UaFEv0AAAAJ&hl=fr

10. Adresse e-mail : nadia.hamani@u-picardie.fr

Description du sujet de thèse proposé : (3 à 5 pages)

1. Discipline : Informatique

2. Titre : Aide à la décision pour l'allocation des ressources gouvernementales en situation de crise : une approche d'optimisation multi-objectifs sous incertitude

Résumé :

Cette thèse porte sur un problème de localisation-allocation des ressources gouvernementales en situation de crise, dans un contexte humanitaire marqué par l'urgence, la rareté des moyens et l'incertitude. L'objectif est de déterminer quels centres doivent être mobilisés, comment y allouer les ressources critiques et comment affecter les demandes des zones sinistrées, en conciliant plusieurs objectifs antagonistes : réduction de la surpopulation des centres d'accueil, minimisation des temps de réponse et des coûts logistiques, et répartition équitable des ressources entre les territoires affectés. Le problème sera formulé comme un problème d'optimisation multi-objectifs sous incertitude. Sur le plan méthodologique, la thèse combinera modélisation mathématique, méthodes exactes, métaheuristiques et apprentissage par renforcement profond multi-objectifs afin de traiter à la fois les dimensions combinatoires et dynamiques du problème. Les travaux visent ainsi à proposer un cadre rigoureux d'aide à la décision pour améliorer la réactivité, la robustesse et l'équité de la gestion publique des crises.

3. Sujet :

a. Description du sujet (contexte scientifique, description du problème, Objectifs,) :

La gestion des crises humanitaires constitue aujourd'hui un défi majeur pour les gouvernements, en particulier dans les contextes de conflits, de catastrophes naturelles ou de déplacements massifs de populations. De plus, l'ampleur et la fréquence des catastrophes naturelles et des crises humanitaires ne cessent de croître. D'après le rapport de l'EM-DAT (The International Disaster Database), en 2024, 393 catastrophes ont été recensées dans le monde, causant 16753 décès, affectant 167.2 millions de personnes et engendrant des pertes économiques évaluées à 242 milliards de dollars¹. Ces situations entraînent une forte pression sur les infrastructures existantes, notamment les écoles, les centres communautaires et les hôpitaux, qui sont souvent transformés en centres d'accueil temporaires. Le principal problème réside dans l'allocation efficace des ressources limitées telles que les abris, les services de santé, la nourriture, le personnel médical et les moyens logistiques.

D'un point de vue scientifique, ce problème appartient à la famille des problèmes d'optimisation combinatoire et de recherche opérationnelle, notamment les problèmes de localisation-allocation, de planification des ressources, de routage et de logistique humanitaire sous incertitude.

Dans cette thèse, nous nous intéressons à un problème intégré de type localisation-allocation en contexte humanitaire, consistant à déterminer simultanément quels sites doivent être mobilisés pour accueillir ou distribuer les ressources d'urgence, comment dimensionner ces sites en fonction des capacités disponibles, et comment affecter les différentes demandes issues des zones sinistrées aux structures retenues. Les sites considérés peuvent correspondre à des infrastructures existantes réquisitionnées par les pouvoirs publics, mais également à des installations temporaires déployées spécifiquement pour faire face à la crise. Les décisions portent ainsi à la fois sur la localisation des centres de réponse, sur l'allocation des ressources matérielles et humaines à ces centres, et sur l'affectation des populations ou des zones de besoin aux structures ouvertes. Ce problème présente une dimension stratégique et opérationnelle particulièrement marquée. Les autorités publiques doivent en effet arbitrer entre plusieurs exigences souvent contradictoires : intervenir rapidement, limiter les coûts de déploiement et d'acheminement, garantir une couverture suffisante des besoins essentiels,

¹ https://files.emdat.be/reports/2024_EMDAT_report.pdf

éviter la saturation de certaines structures et préserver une certaine équité entre les territoires affectés. Une solution satisfaisante ne doit donc pas seulement être performante d'un point de vue logistique, mais également robuste et acceptable du point de vue de l'action publique.

Par ailleurs, ce problème est rendu encore plus complexe par la présence d'incertitudes fortes. Les besoins réels en hébergement, en soins, en nourriture ou en personnel peuvent évoluer rapidement selon l'intensité de la crise. De même, l'accessibilité de certaines zones, la disponibilité des infrastructures, les délais d'acheminement, l'état du réseau de transport ou encore la quantité de ressources mobilisables peuvent varier de manière significative. Dans ce contexte, il apparaît nécessaire de développer des modèles d'optimisation capables d'intégrer ces aléas afin de produire des plans de réponse plus robustes et mieux adaptés à la dynamique des crises.

L'objectif principal de cette thèse est de proposer un modèle d'optimisation intelligent pour le problème intégré de localisation-allocation des ressources gouvernementales en situation de crise. Les objectifs spécifiques sont :

- Modéliser le problème étudié comme un problème intégré de localisation-allocation multi-objectif sous incertitude, en tenant compte des contraintes de capacité, de couverture, d'accessibilité et de disponibilité des ressources.
- Minimiser la surpopulation dans les centres d'accueil.
- Minimiser le temps de réponse et les coûts logistiques.
- Assurer une distribution équitable des ressources entre les différentes zones affectées.
- Concevoir et comparer différentes méthodes de résolution adaptées à ce problème complexe (méthodes exactes, métaheuristiques multi-objectifs et apprentissage par renforcement profond multi-objectif).

b. Approche méthodologique :

La méthodologie proposée dans cette thèse s'articule autour des étapes suivantes :

1. Modélisation mathématique : Formulation du problème sous forme d'un modèle d'optimisation multi-objectifs intégrant la localisation des centres d'accueil, l'allocation des ressources, la planification des services de santé et la distribution alimentaire.
2. Prise en compte de l'incertitude : Une attention particulière sera portée à la modélisation des incertitudes caractérisant les contextes de crise. Celles-ci pourront concerner des paramètres tels que le nombre de déplacés, les besoins médicaux, la disponibilité des ressources et l'accessibilité des routes

à l'aide de modèles stochastiques ou d'optimisation robuste. Les résultats issus de cette phase constitueront un socle méthodologique important pour l'évaluation des approches de résolution plus avancées développées par la suite.

3. Développement d'algorithmes d'optimisation : la thèse proposera des métaheuristiques multi-objectifs (ex. NSGA-II, MOPSO) adaptées au caractère combinatoire du problème et à la taille potentiellement importante des instances réalistes. L'objectif sera de concevoir des méthodes capables d'explorer efficacement l'espace de recherche et de produire, dans des temps de calcul maîtrisés, un ensemble de solutions non dominées de bonne qualité. Cette étape permettra de dépasser les limites de passage à l'échelle des approches exactes et de traiter des configurations plus proches des situations opérationnelles.
4. Intégration des données en temps réel et apprentissage adaptatif : Développement d'un système d'aide à la décision capable d'intégrer des données en temps réel (nombre de personnes déplacées, capacité des centres, disponibilité des ressources, etc.) afin d'adapter dynamiquement les décisions d'allocation. Cette étape s'appuiera notamment sur des approches d'apprentissage par renforcement profond multi-objectif (MORL), permettant d'apprendre des politiques de décision capables de prendre en compte l'évolution de la situation et les compromis entre plusieurs objectifs (en complément des méthodes exactes et des métaheuristiques, le MORL est particulièrement adapté lorsque les décisions doivent être ajustées au fil du temps)
5. Simulation et validation : Validation du modèle proposé à l'aide de simulations basées sur des scénarios réels de gestion de crise et comparaison avec des méthodes existantes.

c. Résultats attendus :

Les résultats attendus de cette thèse sont à la fois scientifiques et pratiques. Sur le plan scientifique, la thèse devrait aboutir à la proposition d'un nouveau modèle d'optimisation multi-objectif sous incertitude pour la gestion des ressources en situation de crise, ainsi qu'au développement de nouveaux algorithmes à base de métaheuristiques et d'apprentissage par renforcement multi-objectif adaptés aux problèmes de localisation et d'allocation de ressources sous incertitude et en environnement dynamique.

Sur le plan pratique, le système proposé permettra d'améliorer la gestion des centres d'accueil, de réduire la surpopulation, d'optimiser l'utilisation des ressources disponibles et de diminuer le temps de réponse des

autorités. Ce système pourra servir d'outil d'aide à la décision pour les gouvernements, les ONG et les organisations humanitaires.

Les contributions attendues incluent :

- Un modèle mathématique multi-objectifs pour le problème de localisation et d'allocation des ressources en situation de crise.
- Des méthodes de résolution adaptées aux environnements statiques et dynamiques, basés sur des approches exactes, des métaheuristiques multi-objectifs et le MORL.
- Une plateforme de simulation pour la gestion des crises.
- Des publications scientifiques dans des revues internationales en recherche opérationnelle, intelligence artificielle et logistique humanitaire.

d. Calendrier :

Période	Activités de recherche
Mois 1 – Mois 6	<ul style="list-style-type: none"> • Étude bibliographique approfondie sur la gestion de crise, la logistique humanitaire, des problèmes de localisation et d'allocation des ressources, et des approches de résolution (exactes, métaheuristiques et à base d'apprentissage par renforcement). • Analyse critique des travaux existants et identification des limites. • Définition de la problématique scientifique, des hypothèses de recherche et des objectifs. • Rédaction d'un premier article de revue de littérature.
Mois 7 – Mois 12	<ul style="list-style-type: none"> • Modélisation mathématique du problème de localisation et d'allocation des ressources en situation de crise. • Formulation du modèle d'optimisation multi-objectifs. • Développement d'un premier modèle de localisation–allocation et de distribution des ressources. • Premières expérimentations sur des données simulées. • Communication des premiers résultats dans une conférence ou une revue internationale.

Mois 13 – Mois 18	<ul style="list-style-type: none"> • Développement des algorithmes métaheuristiques pour la résolution du modèle proposé. • Implémentation et tests expérimentaux. • Comparaison avec des méthodes classiques de la littérature. • Rédaction et soumission d'un article scientifique.
Mois 19 – Mois 24	<ul style="list-style-type: none"> • Développement d'une approche basée sur l'apprentissage par renforcement multi-objectif, intégrant l'incertitude (demande, ressources, accessibilité) et l'aspect dynamique du problème. • Comparaison avec les méthodes développées précédemment et des méthodes de la littérature. • Rédaction et soumission d'un article scientifique.
Mois 25 – Mois 30	<ul style="list-style-type: none"> • Intégration des données en temps réel. • Développement d'un prototype de système d'aide à la décision pour la gestion de crise. • Expérimentations sur des scénarios réalistes. • Rédaction et soumission d'un article scientifique.
Mois 31 – Mois 36	<ul style="list-style-type: none"> • Validation finale du modèle et comparaison avec les méthodes de l'état de l'art. • Rédaction et finalisation du manuscrit de thèse. • Publications scientifiques finales. • Préparation et soutenance de la thèse.

e. Mots clés :

Logistique humanitaire, Gestion de crise, Problème de localisation-allocation de ressources, Aide à la décision, Incertitude, Problème dynamique, Optimisation, Métaheuristiques, Apprentissage par renforcement multi-objectifs, Optimisation multi-objectifs.

f. Possibilité de financement (Justificatif éventuel) :