



## Ingénierie des Systèmes - Projet

Charaf Eddine Dridi

[<charaf.eddine-dridi@univ-pau.fr>](mailto:charaf.eddine-dridi@univ-pau.fr)

03/04/2024

### Résumé

Il existe une grande variété d'urgences causées par des événements de natures différentes, telles que les catastrophes naturelles (incendies, inondations, tremblements de terre, volcans, etc.), les accidents (déraillement de train, accidents de la route, fuites de gaz dangereux, etc.), ou des situations comme les attaques terroristes, la guerre ou la violence. Le processus de résolution et de prise de décision pour gérer ces situations varie grandement, mais le concept de gestion de l'information pour anticiper ou prévenir une catastrophe reste constant dans toutes les urgences. Disposer de toutes les informations nécessaires pour comprendre la cause de la situation et pour gérer tous les paramètres afin de trouver une solution est crucial. Cette information doit être disponible en temps réel pour toutes les parties impliquées dans la résolution de crise, telles que les pompiers, la police, les services de santé et l'armée. Bien adresser et gérer une crise ou une urgence est un défi critique qui nécessite une préparation approfondie et un équipement adéquat. L'intégration d'un système de systèmes (SoS) ou de systèmes distribués est essentielle pour gérer efficacement les urgences. Un SoS implique un groupe de sous-systèmes fonctionnant de manière indépendante qui collaborent pour atteindre un objectif global. Dans la gestion des urgences, cet objectif est la résolution efficace des crises, utilisant des ressources ou sous-systèmes allant des systèmes de surveillance, plateformes d'information/communication, véhicules et unités d'intervention, aux systèmes de détection intelligente et agents de gestion des urgences qui peuvent être coordonnés et gérés depuis un système central.

### Stratégie de Gestion des Catastrophes

Ces dernières années, la demande pour les systèmes automatisés dans la gestion des urgences a augmenté, entraînant plus de concurrence et une gamme plus large de solutions. Cela a conduit à plus d'investissements dans la formation de personnel spécialisé. Le développement de nouveaux outils de formation pour gérer les technologies émergentes dans la gestion des urgences devient une réalité, promettant une croissance dans ce secteur. Les outils actuels et en développement comprennent la formation pour le contrôle d'urgence de Véhicules Aériens Non-Pilotés (UAV, pour Unmanned Aerial Vehicle en anglais), la coordination des plateformes d'information dans la gestion des urgences, et les systèmes de surveillance et de sécurité automatisés.

Dans les situations de catastrophe, évaluer la capacité de la communauté à faire face est crucial pour déterminer le niveau approprié d'aide d'urgence. Pour une compréhension détaillée des stratégies de gestion des catastrophes, examiner les étapes de réponse de la communauté aux désastres est bénéfique. Un cadre notable est celui de Fink<sup>1</sup>, qui décrit les étapes suivantes :

1. Pré-événement : Actions prises pour prévenir les catastrophes, telles que la planification de la gestion de la croissance ou des plans d'atténuation des désastres.

---

<sup>1</sup> Fink, S., & American Management Association. (1986). *Crisis management: Planning for the inevitable*. Amacom.,

2. Phase prodromique : La crise devient inévitable.
3. Phase aiguë d'urgence : La crise se produit et l'accent est mis sur la limitation des dégâts.
4. Phase intermédiaire : Gestion des besoins à court terme des personnes affectées, restauration des services et des fonctions essentielles pour revenir à la normalité aussi rapidement que possible.
5. Phase de récupération à long terme : Nettoyage, examen post-événement, auto-analyse et processus de guérison.
6. Résolution : La routine est restaurée ou un nouvel état amélioré est atteint.

Dans le contexte de ce projet, nous allons développer des plans pour faire face à quatre situations d'urgence différentes, décrivant les technologies qui peuvent être utilisées dans diverses crises :

1. **Sauvetage humain par des véhicules robotisés et UAVs:** Les robots semi-autonomes et sans pilote peuvent soutenir ou remplacer considérablement l'équipement et le personnel des premiers intervenants dans des environnements inaccessibles, rudes ou dangereux. La robotique peut être utilisée pour la prévention des désastres, l'alerte précoce, l'intervention et la récupération, couvrant des missions telles que le déminage, la recherche et le sauvetage, la surveillance, l'évaluation des risques, l'assistance à l'évacuation et la détection et l'évaluation des intrusions/victimes.
2. **Gestion de la visibilité : Capteurs intelligents :** Les capteurs de visibilité contrôlent l'alimentation des lampadaires en utilisant des diodes électroluminescentes (LED) de haute puissance, améliorant l'éclairage et les niveaux de visibilité pour les piétons et les véhicules dans les zones urbaines. Ces capteurs ajustent les niveaux d'éclairage automatiquement sous diverses conditions météorologiques comme la pluie, la neige, la brume et le brouillard. Le réseau de capteurs est conçu pour être facilement intégré aux systèmes d'éclairage public existants, utilisant les principes de la smart grid pour réduire les coûts d'exploitation et exploiter les réseaux existants. L'éclairage public, répandu dans les environnements urbains, rend cette solution universellement applicable. En intégrant divers capteurs, tels que les capteurs de feu, de fumée, de visibilité et de température.
3. **Contrôle des inondations :** La gestion des risques d'inondation est cruciale dans les zones sujettes aux inondations, où des études approfondies sur la topographie près des rivières et des systèmes de drainage urbain sont essentielles pour la prévention. Il est important de considérer les différentes parties prenantes impliquées dans ces études, telles que les administrations publiques, les autorités de circulation, la défense civile et les organisateurs d'événements de masse. Ces groupes sont particulièrement intéressés par les systèmes offrant des solutions efficaces de gestion des inondations, étant donné leur responsabilité en matière de sécurité publique et de gestion efficace lors de grands rassemblements.
4. **Gestion des foules :** Un système d'alerte et de gestion des foules rapide, modulaire et mobile est proposé, intégrant les comportements sociaux dans des modèles de prévention en temps réel du comportement des foules et de l'évacuation, suivant les recherches de Helbing<sup>2</sup>. Le déploiement rapide du système repose sur de nouveaux capteurs autonomes à faible consommation d'énergie pour réduire les temps de réaction, et sur l'optimisation du traitement des modèles en temps réel. Les postes de contrôle sont conçus pour être mobiles et s'adapter à un véhicule, répondant aux besoins des administrations publiques et des entités gérant la circulation, la défense civile et les événements de foule, en particulier là où les rassemblements publics importants sont fréquents, assurant la sécurité et une gestion efficace.

---

<sup>2</sup> Helbing, D., Farkas, I. J., Molnar, P., & Vicsek, T. (2002). Simulation of pedestrian crowds in normal and evacuation situations. *Pedestrian and evacuation dynamics*, 21(2), 21-58.

## Contexte et Objectif

Récemment, les Systèmes de Systèmes (SoS) ou les systèmes distribués sont devenus de plus en plus courants dans la société moderne, avec l'émergence quotidienne de nouvelles activités économiques. Pour répondre efficacement et de manière automatisée à ces besoins commerciaux en évolution, des solutions basées sur les SoS sont en cours de développement. Le but est de concevoir un SoS (Disaster Management SoS - DMSoS) qui facilite l'interconnexion et le transport de l'information liée aux situations dangereuses. L'utilisation adéquate de ce système est cruciale pour prévenir les catastrophes et aider les forces d'urgence. Les sous-systèmes de gestion des urgences peuvent être divisés en deux types principaux :

1. **Systèmes conçus pour agir directement sur les risques et les incidents (intervenants d'urgence) :** Ces systèmes se concentrent principalement sur les tâches de surveillance/observation et d'intervention. Ils comprennent des systèmes automatisés de surveillance et de monitoring pour les zones à risque de crise, et des véhicules sans pilote conçus pour la réponse aux urgences et aux catastrophes.
2. **Systèmes conçus pour assurer l'interopérabilité, la communication et la coopération entre divers services et agents d'urgence :** Cet aspect implique la coordination de multiples organisations publiques, pas seulement les agences de prévention des catastrophes, pour fournir des services comme les opérations de sauvetage et la restauration de l'infrastructure critique. Une telle architecture SoS inclut souvent un réseau de matériel et de logiciel lié aux quartiers généraux locaux, casernes de pompiers, unités d'intervention et plateformes de communication, permettant la coordination entre différents agents et services. Cela assure que l'information reste à jour et peut être vérifiée lors de l'intervention en cas de crise, facilitant le flux de données pertinentes entre le personnel sur place et les entités de commandement, de contrôle et de coordination.

La conception du DMSoS doit gérer les urgences et permettre de surmonter divers défis, améliorant l'efficacité et la sécurité dans ces quatre domaines clés :

1. **Sauvetage humain:** Les robots et UAVs développés pour naviguer dans des terrains difficiles et effectuer des sauvetages, améliorant la rapidité et la sécurité des interventions.
2. **Gestion de la visibilité :** Des capteurs intelligents pour réguler l'éclairage public en fonction des conditions météorologiques, réduisant les coûts et optimisant la couverture du réseau.
3. **Contrôle des inondations :** Des études approfondies et des systèmes de contention modulables pour prévenir efficacement les inondations.
4. **Gestion des foules :** La recherche sur les comportements sociaux et le développement de technologies avancées pour optimiser la planification des réponses aux urgences et la gestion des foules.

Les résultats globaux incluent une gestion des urgences plus efficace et fiable, une réduction de l'impact économique et des victimes potentielles, une réponse rapide aux crises, une meilleure adaptabilité des systèmes d'urgence, et une optimisation des ressources. Ces améliorations assurent une couverture et une autonomie accrues des systèmes d'urgence et d'intervention.

Ce projet a pour objectif de proposer une analyse et une conception complètes du DMSoS (Disaster Management System of Systems), en utilisant des exemples concrets de systèmes d'urgence et pris en charge par la chaîne d'outils Capella. Il met l'accent sur l'importance de la validation précoce et de la justification des choix de conception. De plus, il décrit comment les perspectives d'Analyse Opérationnelle (OA), d'Architecture Logique (LA), d'Analyse Systémique (SA) et d'Architecture Physique (PA) peuvent fournir une vue globale du système d'urgence et faciliter une analyse multi-points de vue des choix de conception.