



Université de Jijel

Faculté des sciences et de la technologie

Département d'architecture



# **Master 1 : Villes, génie urbain et numérisation**

Année universitaire 2024- 202

**Cours : Risques et résilience urbaine**

# **Risques et résilience urbaine**

## •L'importance des réseaux techniques de la ville

L'expérience a souvent montré l'importance **des réseaux techniques de la ville** lors d'une catastrophe, et en particulier lors d'une inondation (*Felts, 2005*).

En effet, **ces lignes de vie (lifelines)** sont nécessaires au déploiement de la ville et à sa performance car elles supportent les services essentiels dont les **populations, les activités et les organes de gouvernance** ont besoin (*Bruneau et al., 2003*) : ***eaux, énergies, déplacements, télécommunications.***

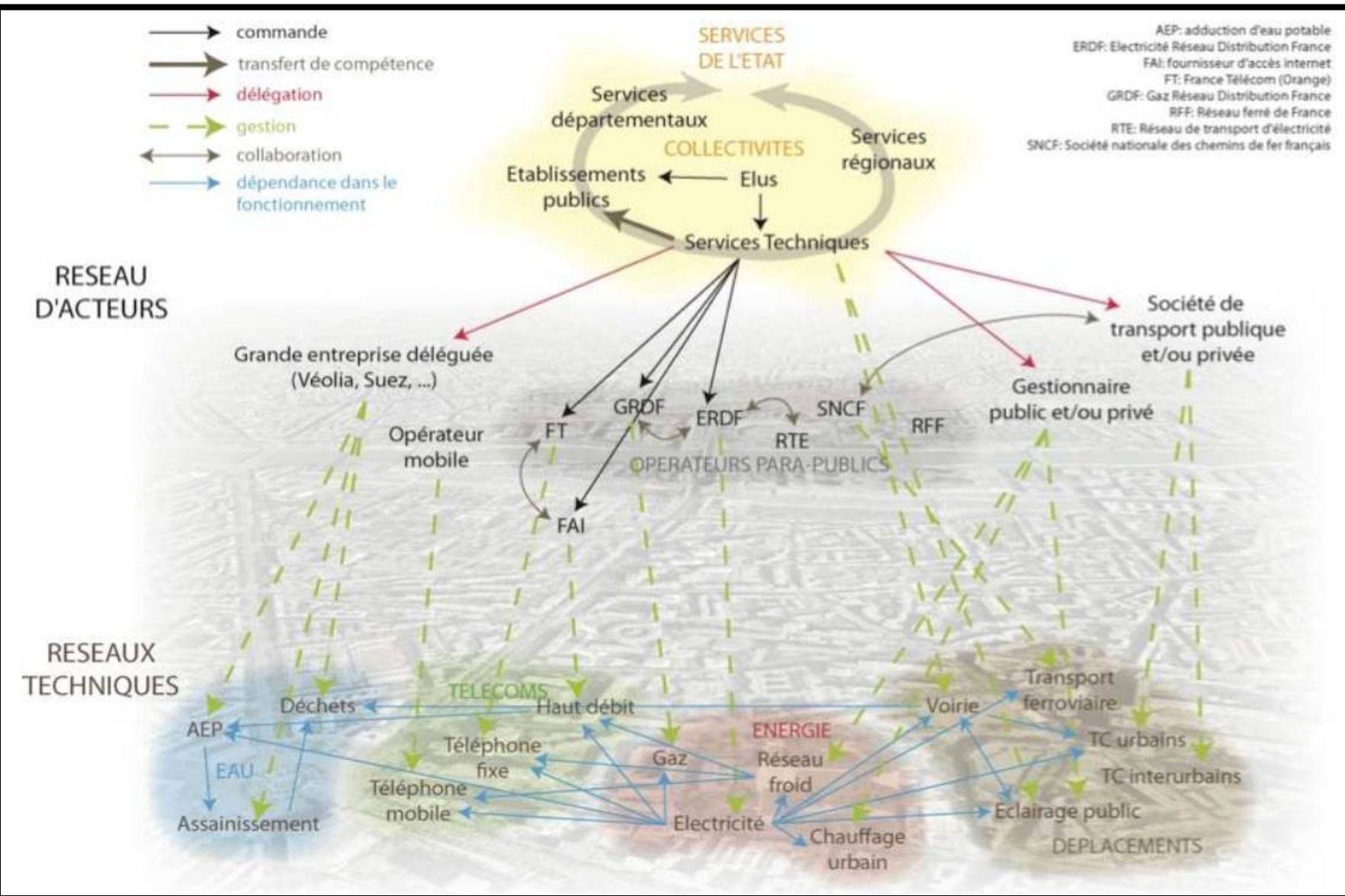
## •L'importance des réseaux techniques de la ville

Si ces services sont identifiés comme **d'importance vitale pour la société** et ont donc l'obligation de fiabiliser leur fonctionnement (ce que les gestionnaires parviennent généralement à faire indépendamment les uns des autres) les interdépendances entre systèmes techniques apparaissent alors rapidement comme critiques.

## •L'importance des réseaux techniques de la ville

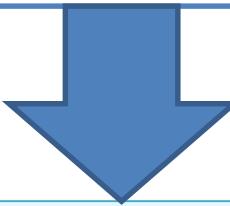
Des interdépendances fonctionnelles (**par exemple, le réseau de transport utilise le réseau de télécommunications pour gérer le trafic**) ne se traduisent pas nécessairement par des collaborations entre les multiples gestionnaires concernés.

# Figure. 1 Des réseaux dépendants et des gestionnaires isolés



## •L'importance des réseaux techniques de la ville

- Cette compartmentation entre acteurs publics et privés des services de la ville est donc **un frein majeur** à la mise en œuvre de l'adaptation du système urbain pour en améliorer **la résilience globale**.
- Que ce soit dans l'élaboration de nouveaux aménagements ou équipements (**une usine de traitement des déchets mal connectée au réseau viaire**) ou lors de la gestion des situations de perturbations (**l'opérateur de distribution d'énergie qui coupe l'électricité aux autres opérateurs avant qu'ils aient pu effectuer leurs mises en sécurité**).



**Le manque de collaboration entre gestionnaires remet fortement en cause la résilience du système global.**

## •L'importance des réseaux techniques de la ville

□ Les réseaux se présentent également parmi les enjeux majeurs du développement urbain durable : transports, énergie, déchets ou eau (*voir les enjeux multisectoriels illustrés dans les villes étudiées par (Hamman et Blanc, 2009)*), d'où l'émergence d'un « génie urbain » qui ne se limite pas aux développements techniques (comme le génie civil). **Mais cherche à analyser de manière intégrée le rôle des réseaux, des services, des projets et des acteurs dans l'aménagement de la ville.**

## •L'importance des réseaux techniques de la ville

❑ C'est pourquoi l'approche systémique donnera une vision plus claire des interactions entre systèmes et permettra ensuite de prendre en compte les interdépendances entre les réseaux (Lhomme et al., 2011b).

De nouveaux outils et méthodes doivent donc être développés pour répondre à ces objectifs de réflexion systémique et de connaissance des interdépendances.

## • La résilience des réseaux et des infrastructures

### ➤ *L'ingénierie de la résilience des réseaux:*

L'ingénierie de la résilience, s'emploie-t-elle à anticiper **les risques de défaillance des infrastructures**, à détecter les dysfonctionnements, à évaluer les **possibilités de continuité des services**, et la capacité de rétablissement.

Les aires urbaines soumises au risque d'inondation, et/ou touchées par des coupures électriques sont les terrains privilégiés pour les expérimentations **de méthodes et d'outils d'aide à la décision.**

## •La résilience des réseaux et des infrastructures

- ❑ Une attention particulière est portée au fonctionnement dégradé d'une infrastructure.
- ❑ La résilience étant définie comme la capacité d'un réseau à maintenir ou à rétablir un fonctionnement acceptable malgré des perturbations (Gonzva, 2017). **(L'exemple d'outil DOMINO)**

- **La résilience des réseaux et des infrastructures**

**Les recherches qui sont conduites dans ce domaine reposent sur :**

***« la résilience des réseaux »***

1.Une approche intégrée pour comprendre les interdépendances multidimensionnelles des réseaux et des services ( **électricité, hydrocarbures, gaz, eau, télécommunications**).

2.L'analyse du triptyque **ville-réseau-risque** qui s'appuie sur la connaissance des interactions des réseaux techniques et des réseaux d'acteurs – gestionnaires, opérateurs de services, etc.

# • La résilience des réseaux et des infrastructures

Des outils conçus dans une optique de recherche-action et de coordination des gestionnaires de services

## 1. DOMINO

Le système expert DOMINO, a été développé par le Centre Risque & Performance de Polytechnique Montréal, selon « l'approche par conséquences ».

Il évalue les impacts de la perte d'une ressource d'une infrastructure sensible appelée réseau essentiel (RE) sur d'autres RE interdépendants.

La résilience prend appui sur les notions d'acceptabilité des défaillances et de continuité d'activité. Elle est envisagée comme l'aptitude à maintenir des conditions acceptables de fonctionnement, malgré des perturbations, permettant d'assurer la sécurité des personnes et des biens.

# • La résilience des réseaux et des infrastructures

Des outils conçus dans une optique de recherche-action et de coordination des gestionnaires de services

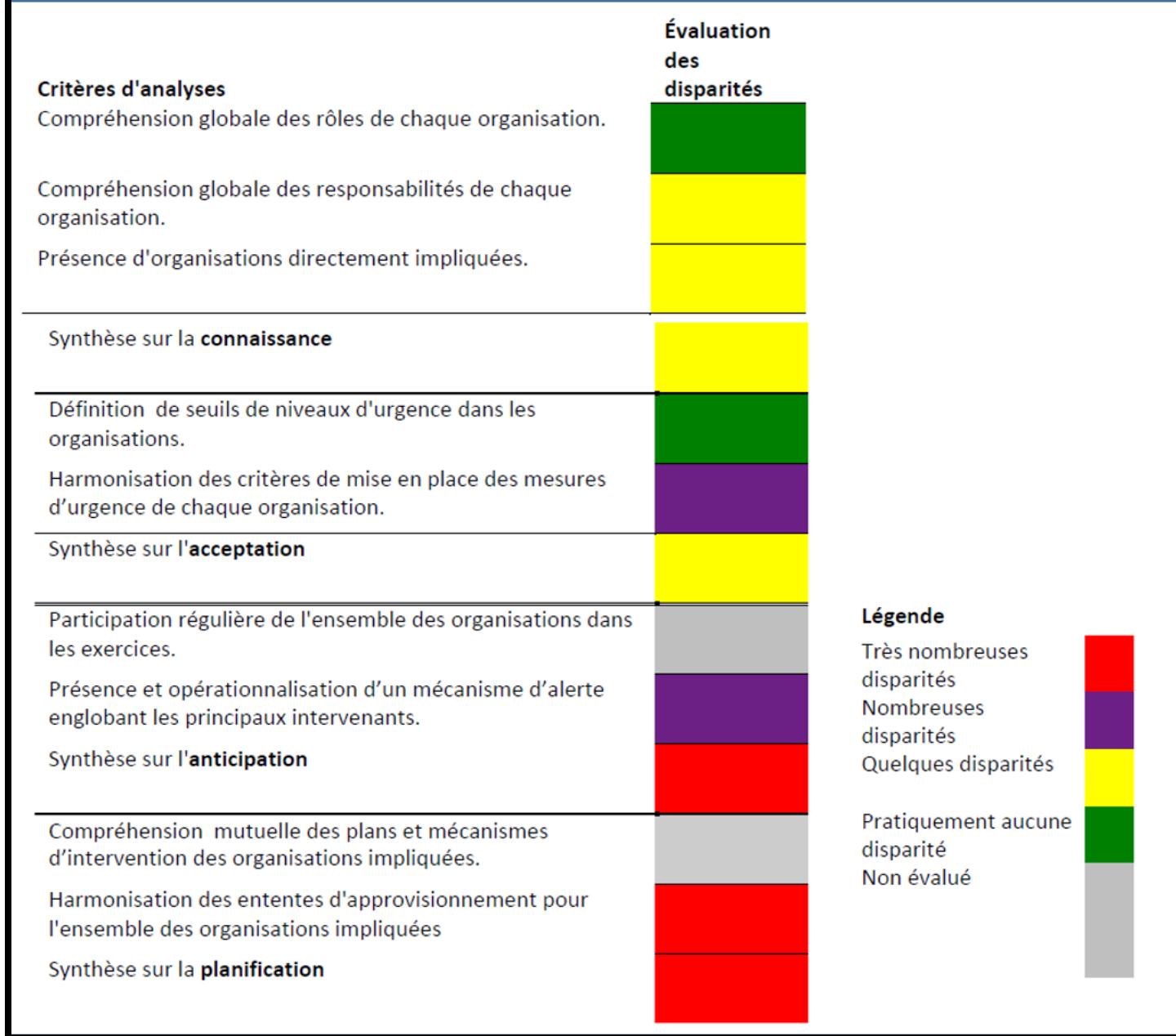
- DOMINO évalue la performance sur **la capacité d'un réseau essentiel à accepter, planifier et anticiper** des perturbations.
- Le potentiel de résilience d'un réseau est établi **sur la base de trois indicateurs opérationnels renseignant sur la capacité à gérer l'imprévu** (notion d'acceptation), sur **la capacité de réponse** (notion de planification), et sur **la capacité à surveiller** ce qui se passe en interne ainsi que dans l'environnement extérieur (notion d'anticipation).

# •La résilience des réseaux et des infrastructures

Des outils conçus dans une optique de recherche-action et de coordination des gestionnaires de services

*« La cohérence entre ces indicateurs permet d'apprécier la résilience globale, de poser un diagnostic, et de proposer des actions pour renforcer le potentiel de résilience »* (Robert et al., 2017).

**L'objectif** est de fournir aux gestionnaires une vision des problèmes qui pourraient être engendrés par des actions décidées lors de la gestion d'une crise. Les résultats de l'analyse de cohérence sont présentés sous la forme d'un tableau de bord, comme celui du Tableau1 portant sur un exercice réalisé en 2012, dans un secteur de la ville de Montréal. **Tableau1**



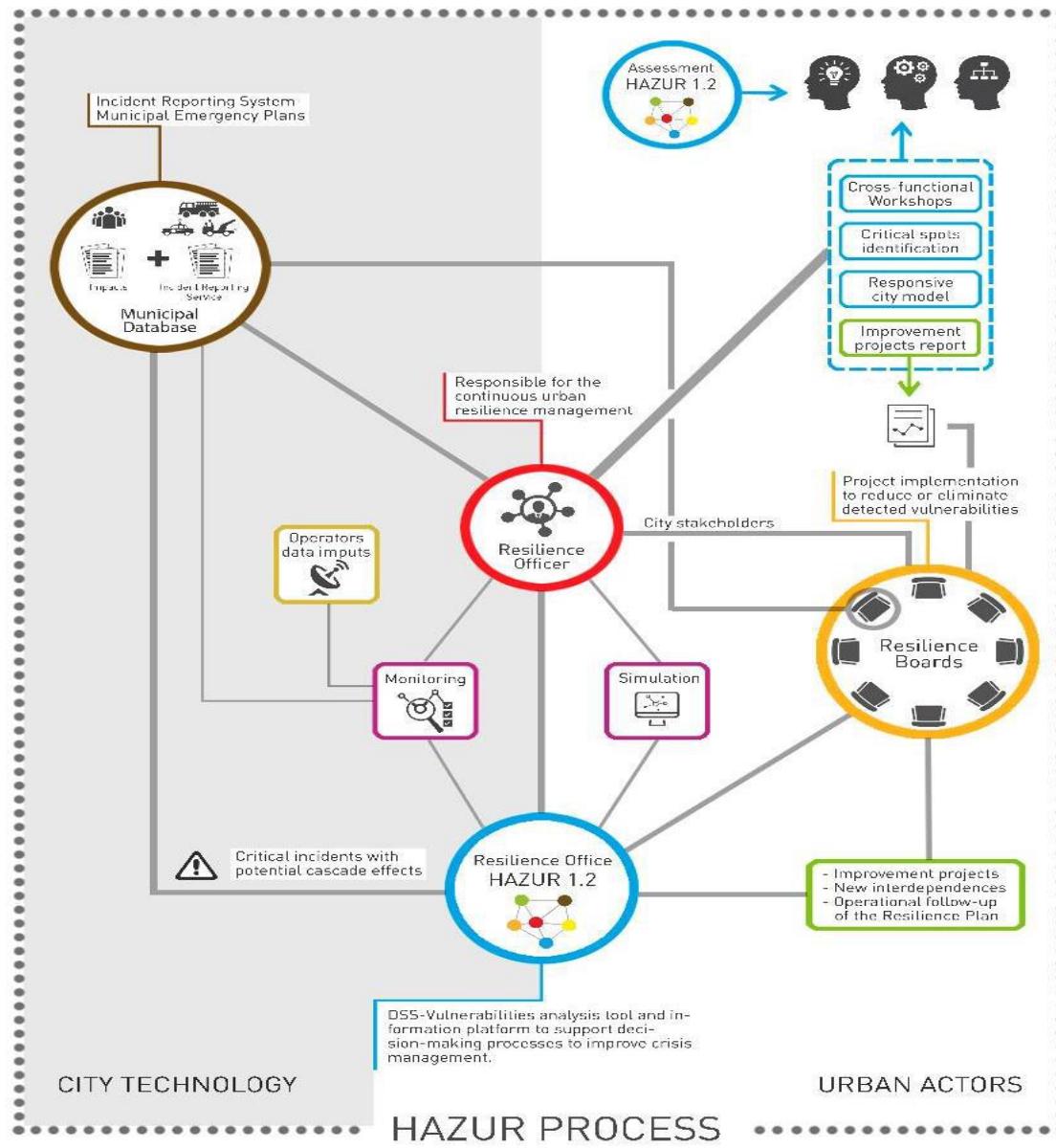
**Tableau 1: Exemple de tableau de bord pour l'analyse de la cohérence (Robert et al., 2017)**

# •La résilience des réseaux et des infrastructures

Des outils conçus dans une optique de recherche-action et de coordination des gestionnaires de services

## 2. HAZUR

- L'outil de décision HAZUR® est conçu selon le même principe que Domino . Développé par **Opticits, spin-off** issue de l'Université Ramon Lhull et de la ville de Barcelone.
- HAZUR® est à la fois une méthode et un logiciel d'analyse et gestion de la résilience, qui permet, face au risque urbain, naturel et/ou technologique, d'une part, de diagnostiquer les points critiques dans les interconnexions des services tant privés que publics, et d'autre part, de rendre la gestion de la ville plus transversale. HAZUR® a été créé en partant de la prémissse que tous les services doivent être gérés de façon intégrée



**Figure 2 : La structure du « bureau de résilience urbaine » du modèle HAZUR**

# •La résilience des réseaux et des infrastructures

## Des outils conçus dans une optique de recherche-action et de coordination des gestionnaires de services

- **Un premier module** permet de recueillir, d'analyser et de fusionner des informations diverses issues de capteurs, de bases de données, et de dires d'expert. La méthode prévoit l'organisation d'ateliers des acteurs de la ville afin d'obtenir les informations critiques sur les services, les infrastructures, leurs interdépendances, les conditions environnementales et les conséquences des impacts.

Cette phase aboutit à l'élaboration du graphe des interdépendances des réseaux de services et des infrastructures. Cette analyse technique est renforcée par la création d'un Bureau ou d'un Comité de résilience urbaine qui va s'appuyer sur les résultats de ce diagnostic et sur des outils numériques de gestion pour implémenter un « **système de gestion de la résilience urbaine** ».

# •La résilience des réseaux et des infrastructures

## Des outils conçus dans une optique de recherche-action et de coordination des gestionnaires de services

- Un deuxième module permet de surveiller la ville à partir d'indicateurs clés, d'anticiper des évènements éventuels et de réagir rapidement.
- Il donne également la possibilité de simuler les effets des impacts sur les infrastructures et sur la temporalité de la propagation des effets, d'identifier des points de rupture dans la continuité des services et le temps nécessaire pour retrouver le fonctionnement initial.
- Des simulations peuvent être réalisées pour détecter des effets cascade consécutifs à une option d'amélioration entraînant des changements dans les réseaux de services et d'infrastructures.

# •La résilience des réseaux et des infrastructures

## Des outils conçus dans une optique de recherche-action et de coordination des gestionnaires de services

- La ville de Barcelone a été pionnière dans cette démarche et OptiCits a participé depuis ses origines en tant que spin-off universitaire à la création de son système de gestion actuel (Figure 3).
- La méthodologie et l'outil HAZUR ont été créés suite aux expériences pilotes avec les services techniques de la ville de Barcelone et les fondateurs d'OptiCits.

**Strategic planning** to implement Barcelona's resilience framework, based on the tools that have been developed and the experience gained

**International collaboration** to share experiences and knowledge with other cities and to cooperate with international organizations

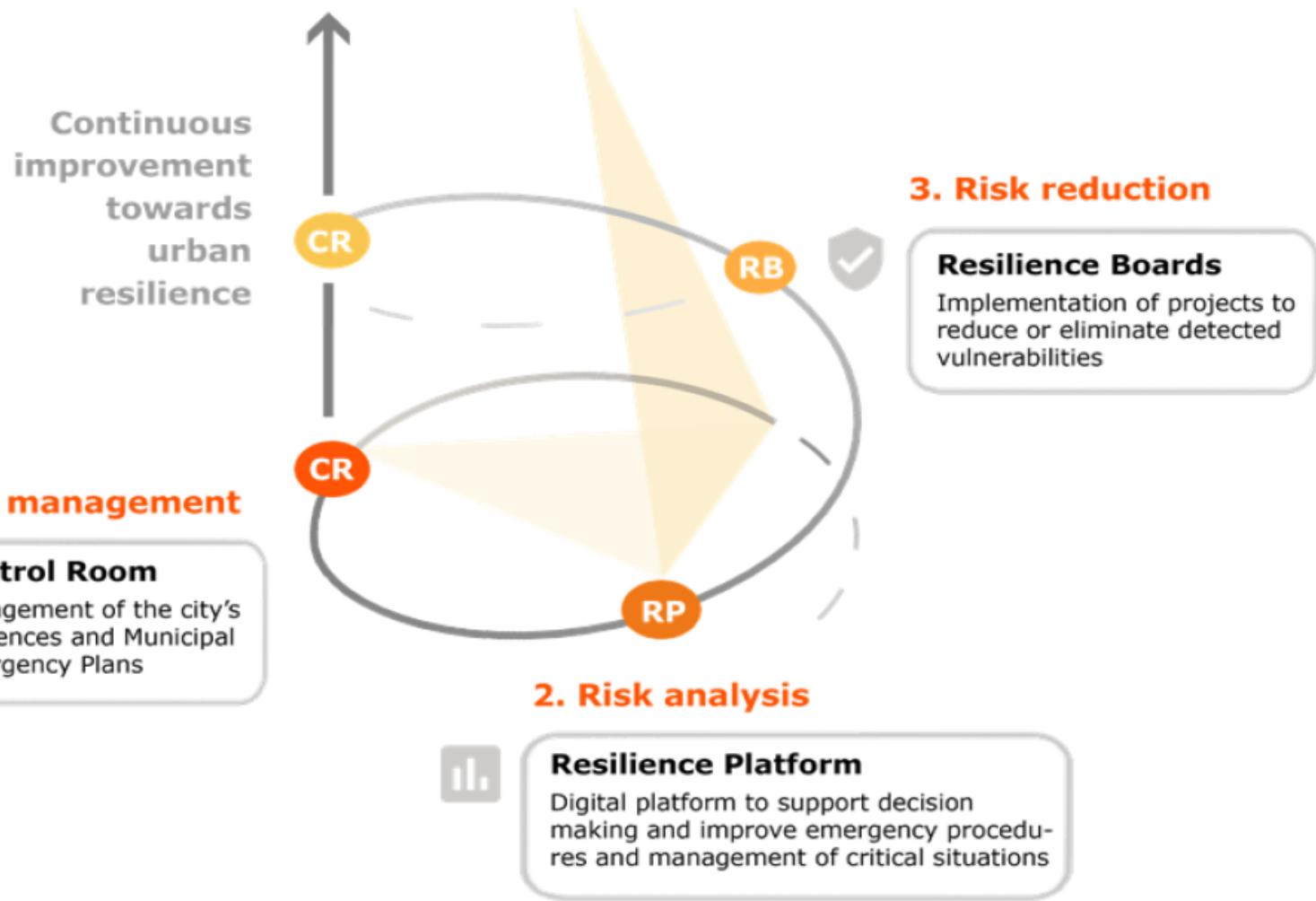


Figure 3:Le modèle de résilience urbaine adopté par la ville de Barcelone.