



HAL
open science

Using a GIS to anticipate the consequences of urban paralysis when a disaster strikes: application to the city of Nice (France)

Christine Voiron-Canicio, Florence Olivier

► To cite this version:

Christine Voiron-Canicio, Florence Olivier. Using a GIS to anticipate the consequences of urban paralysis when a disaster strikes: application to the city of Nice (France). *Systèmes d'information géographique et gestion des risques*, Paris-La Défense: ISTED, 2005. halshs-02098378

HAL Id: halshs-02098378

<https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-02098378>

Submitted on 12 Apr 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Le Paillon - Nice



© C. Voiron-Canicio

Auteurs/Authors:

Christine VOIRON-CANICIO, UMR 6012 Espace-Nice ("space" joint research unit No. 6012 of Nice) voiron@unice.fr
 Florence OLIVIER, UMR 6012 Espace-Nice, olivier@unice.fr

Maître d'oeuvre/Project Manager:

UMR 6012 Espace-Nice

Maîtrise d'ouvrage/Contracting authority:

UMR 6012 Espace-Nice

Utilisateur/User:

direction de la prévention des risques urbains, Ville de Nice, (Directorate of Urban Risk Prevention), City of Nice

Using a GIS to anticipate the consequences of urban paralysis when a disaster strikes: application to the City of Nice – France

In order to identify the urban sectors that are vulnerable in a context of risk or of actual disaster, a geographic information system for geo-prospective purposes has been put in place. It is a tool for assisting decision-taking and it makes it possible to diagnose high-vulnerability zones that are difficult for the emergency services to reach, thereby facilitating preparation and adaptation of municipal risk-management plans.

During a disaster warning phase or when a disaster strikes, controlling traffic flows on the road and street network is the major element in the rescue system. Unfortunately, in an urban environment, any risk is worsened by the risk of the arteries being congested, that risk being inherent to urban operation, and being amplified by transfer of traffic on the approaches to the disaster site. The vulnerability of urban zones is thus largely dependent on how vulnerable the road and street network is to traffic paralysis.

Starting from this observation, we have created a tool for assisting in managing the intra-urban traffic in times of risk, that can be used by any urban municipality wishing to simulate a disaster situation

Anticiper, à l'aide d'un SIG, les conséquences de la paralysie urbaine en temps de catastrophe : application à la Ville de Nice – France

Afin de repérer les secteurs urbains vulnérables dans un contexte de risque ou de catastrophe avérée, un système d'information géographique à des fins géoprospectives a été mis en place. Il s'agit d'un outil d'aide à la décision qui permet de diagnostiquer les zones de forte vulnérabilité difficilement atteintes par les secours, facilitant ainsi la préparation et l'adaptation des plans communaux de gestion des risques.

En phase d'alerte ou en temps de catastrophe, la maîtrise des flux de circulation sur la voirie est l'élément majeur du dispositif de secours. Or, en milieu urbain, tout risque est aggravé par le risque de congestion des artères, inhérent au fonctionnement urbain, et qui se trouve amplifié par les reports de trafic aux abords du lieu de la catastrophe. La vulnérabilité des zones urbaines est donc grandement dépendante de la vulnérabilité de la voirie à la paralysie de la circulation.

C'est en partant de ce constat que nous avons créé un outil d'aide à la gestion de la circulation intra-urbaine en temps de risque, utilisable par toute commune urbaine souhaitant simuler une situation de catastrophe pour mieux s'y préparer. Il a été



Le Paillon - Nice

in order to improve preparing for such a situation. It has been designed by being based on the case of Nice, the fifth largest city in France, and through which two rivers flow, namely the Var to the west, and the Paillon to the East, these rivers being subject to frequent spates and floods. The tool, developed on the basis of information passed on by the various departments of

conçu en prenant appui sur le cas de Nice, cinquième ville de France, dont la commune est traversée par deux fleuves, le Var à l'ouest et le Paillon à l'est, sujets à des crues et à des inondations fréquentes. Cet outil, réalisé à partir d'informations transmises par divers services de la Ville de Nice, a été mis à la disposition du service des risques urbains pour la préparation du plan communal de gestion de la circulation en temps de risque.

L'objectif est de repérer, dans un contexte de risque ou de catastrophe avérée, les secteurs urbains à vulnérabilité humaine caractérisés par une faible accessibilité aux secours, d'en déterminer les causes et de préconiser les solutions pour améliorer l'accessibilité de ces zones, en réduisant les temps d'acheminement des secours et d'évacuation.

La démarche retenue croise analyse spatiale et système d'information géographique. Le logiciel MapInfo a été choisi en raison de sa large diffusion au sein des collectivités territoriales et de ses modules de traitements spatiaux. Les données intégrées dans l'outil d'aide à la décision concernent d'une part, des effectifs de population (population totale par îlots et effectifs des établissements scolaires, hospitaliers, carcéraux et des maisons de retraite) et d'autre part, la localisation précise de ces établissements, des lieux de forte fréquentation (centres commerciaux, culturels, sportifs, les centres de congrès), des centres de secours avec leur périmètre d'intervention et des lieux d'hébergement prévus dans le plan communal d'hébergement. Enfin, le troisième type d'information spatialisée concerne la voirie (plan de circulation, couloir réservé, positionnement des feux et des stops) ainsi que les flux de circulation automobile en temps normal et aux heures de pointe.

Les grandes étapes de la démarche sont présentées en prenant pour application le cas des quartiers est de la ville de Nice soumis aux débordements du Paillon.

La première étape a consisté à transformer les données recueillies auprès des différents services de la Ville, en couches d'information spatialisée utilisables par MapInfo. Les premiers traitements ont porté sur la mesure de la vulnérabilité des quartiers situés dans le champ inondable du Paillon. Deux types de vulnérabilité ont été examinés tour à tour. Celle de la population dans le périmètre inondable a tout d'abord été appréhendée à partir des effectifs de population des îlots, du

the City of Nice, has been made available to the Urban Risk Department in order to prepare the municipality plan for managing traffic in times of risk.

The objective is, in a context of risk or of actual disaster, to identify the urban sectors suffering from human vulnerability and that are characterised by a low level of accessibility to rescue services, to determine the causes of that low level of accessibility and to recommend solutions for improving the accessibility of the zones, by reducing the times required for the emergency services to arrive and to evacuate people.

The approach chosen crosses spatial analysis and geographic information systems. The software MapInfo was chosen because of its widespread use by local authorities and of its spatial processing modules. The data incorporated in the decision-assistance tool concerns firstly population figures (total population per block and sizes of schools, hospitals, prisons, and senior citizen homes), and secondly the precise locations of those institutions, and of the sites receiving large numbers of visitors (shopping centres, cultural and sporting amenities, and conference centres), emergency service centres with their zones of action, and the accommodation sites provided for in the municipality accommodation plan. Finally, the third type of spatialised information concerns the road and street network (traffic plan, restricted-use corridor, positioning of traffic lights and stops) and the motor vehicle traffic flows at off-peak times and during rush hour.

The main stages of the approach are presented by taking as an application the case of the eastern neighbourhoods of the City of Nice, which are subjected to flooding from the Paillon.

The first stage consisted in transforming the data collected from the various departments of the City into spatialised information layers that could be used by MapInfo. The initial processing related to measuring the vulnerability of the neighbourhoods located in range of flooding from the Paillon. Two types of vulnerability were examined in turn. Firstly, the vulnerability of the population within the boundaries of the flood zone was appraised on the basis of the populations of the blocks, of the number and the size of the institutions and sites

■ **Testimony from René-Georges BAYLET**
Director of Urban Risk Prevention
City of Nice

rene.baylet@ville-nice.fr

Today, knowledge of hazards and the risks they involve for the socio-economic stakes is essential in order to prevent urban risks, in particular in high urban density conurbations which, like Nice, experience difficulties in terms of access to certain urban blocks. Proposing solutions that incorporate taking account of human and material factors thus appears as a necessity in order to facilitate rapid implementation of suitable measures for reducing the harmful consequences as much as possible.

The geographic information system thus today appears as essential for anticipating and managing the crisis. The tool presented by the UMR 6012 Espace-Nice team can be very advantageous for the City of Nice. The approach proposed, combining spatial knowledge and proposals for active responses for preventing a major risk from being worsened by an additional risk of traffic congestion, via a geographic information system, thus making it possible, in real time, to delimit the environment of a disaster and thus to constitute an invaluable visualisation and decision-assistance tool. The resulting applications are fully in tune with the new provisions concerning the drawing up (in progress) of the Municipal Plan for Safeguarding the City, as a genuine tool for preventing and managing local crises.

The interactive maps produced by the GIS will be consultable in real time, and will make it easy to plot the event. The project presented meets these requirements and fits perfectly into the will expressed by the City of Nice to write into its Safeguard Plan cross-linking plans that are common to all of the risks. The advantage of such a tool is that it could be incorporated preventively into the urban travel plan of the City of Nice.

attended or visited, and of the institutions with people in care, requiring looking after by the emergency services. The measurements made it possible to establish a map of the urban blocks in five classes of vulnerability. Then the vulnerability of the road and street network to the risk of congestion and blocking was determined by taking account of the morphology of each street and road – traffic direction, convergence of the road towards the flood zone, existence of an escape route to the flooded sector – and the traffic flows through the

■ **Témoignage signé René-Georges BAYLET**
Directeur de la prévention des risques
urbains - Ville de Nice

rene.baylet@ville-nice.fr

Aujourd'hui, la connaissance des aléas et des risques qu'ils induisent sur les enjeux socio-économiques s'avère indispensable pour la prévention des risques urbains, notamment dans des agglomérations à forte densité urbaine, qui comme celle de Nice, connaissent des difficultés d'accessibilité de certains îlots urbains. Proposer des solutions, intégrant la prise en compte de facteurs humains et matériels, apparaît donc comme une nécessité afin de faciliter la mise en œuvre rapide de mesures adaptées pour réduire au maximum les conséquences dommageables.

Le système d'information géographique apparaît donc aujourd'hui comme indispensable pour anticiper et gérer la crise. L'outil présenté par l'équipe de l'UMR 6012 Espace-Nice peut être de grand profit pour la ville de Nice. La démarche proposée, mêlant connaissances spatiales et propositions de parades actives contre l'aggravation d'un risque majeur par un risque supplémentaire de congestion des voies de circulation, via un système d'information géographique, permettrait ainsi de circonscrire en temps réel l'environnement d'un sinistre et ainsi de constituer un outil précieux de visualisation et d'aide à la décision. En effet, les applications qui en découlent s'inscrivent pleinement, dans les nouvelles dispositions concernant l'élaboration en cours du Plan Communal de Sauvegarde de la ville, en tant que véritable outil de prévention et de gestion de crises locales.

Les cartographies interactives issues du S.I.G. pourront être consultées en temps réel et offriront une aisance dans le repérage de l'événement. Le projet présenté répond à ces exigences et peut s'intégrer parfaitement dans la volonté exprimée par la Ville de Nice d'inscrire dans son Plan de Sauvegarde des plans transversaux communs à tous les risques. L'intérêt d'un tel outil est qu'il pourrait être intégré préventivement au plan de déplacement urbain de la Ville de Nice.

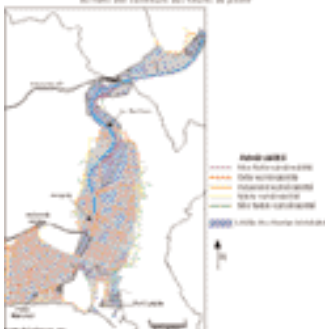
nombre et de la taille des établissements fréquentés et des établissements regroupant des personnes dépendantes, nécessitant une prise en charge par les secours. Les mesures ont permis d'établir une cartographie des îlots urbains en cinq classes de vulnérabilité. Puis, la vulnérabilité de la voirie au risque d'engorgement et de thrombose a été déterminée en prenant en compte la morphologie de chaque voie – sens de circulation, convergence de la voie vers la zone inondable, existence d'une échappatoire au secteur inondé – ainsi que les flux de circulation dans les artères et les carrefours aux heures de pointe. Une cartographie de la vulnérabilité des artères à la paralysie a

également été réalisée. Les deux cartes de vulnérabilité ont été croisées afin de détecter les lieux de forte concentration humaine sujets à des risques élevés d'engorgement.

Dans un deuxième temps, le SIG MapInfo a été utilisé pour simuler une situation de risque d'inondation. Les simulations ont été conduites selon une démarche descendante. Tout d'abord, il s'est agi de déterminer l'impact des fermetures préventives des voies de circulation sur le fonctionnement urbain, de mesurer la variabilité de la vulnérabilité des artères au risque d'engorgement et de repérer les points de thrombose, grandement préjudiciables à l'acheminement des secours comme à l'évacuation des populations.

L'attention s'est ensuite focalisée sur l'accessibilité aux secours des établissements renfermant des populations dépendantes. Une série de requêtes a permis de calculer le temps de trajet nécessaire à un véhicule de pompiers pour se rendre de sa caserne aux lieux à secourir, en prenant en compte les caractéristiques de la voirie et les flux de circulation résultant des fermetures d'artères et des déviations. À l'issue de chaque simulation, une carte d'accessibilité des lieux à enjeux humains

Vulnérabilité des axes de circulation au risque de paralysie
 Prise en compte de la morphologie de la voirie, du trafic des artères et
 de l'existence des échappatoires aux zones de pointe



Carte 1 :
Vulnérabilité des axes de circulation au risque de paralysie – Paralysie vulnerability of main roads.
 Source : UMR 6012 Espace-Nice

au départ a été tracée afin de repérer les lieux difficilement atteints par les secours.

Une troisième série de simulations a été réalisée pour tenter d'améliorer l'accessibilité de certaines zones. Le SIG MapInfo détecte l'itinéraire optimal qui relie deux points, selon la configuration de la voirie et du trafic. Au fil des simulations, des axes sont apparus comme des chemins incontournables. Leur importance stratégique dans la circulation en temps de catastrophe nous a conduits à préconiser des mesures de sécurité particulières à leur égard. Par ailleurs, en testant des modifications de sens de circulation, de nouveaux itinéraires améliorant le temps d'acheminement des secours vers certains lieux ont été trouvés.

L'originalité de la démarche repose sur l'utilisation d'un SIG à des fins géoprospectives. Les simulations sont destinées à anticiper une situation de crise, correspondant à une phase d'alerte ou d'inondation avérée. Elles ont un double objectif : détecter les zones de forte vulnérabilité, difficilement atteintes par les secours et diagnostiquer les causes de cette mauvaise accessibilité ; agir de manière préventive sur certains éléments de la voirie afin d'améliorer l'évacuation du périmètre inondable et le temps d'acheminement des secours vers les lieux les moins accessibles. Ces simulations ont des retombées opérationnelles indéniables, quel que soit le stade de prévention des risques urbains auquel se situe la collectivité. Lorsque les différents plans communaux de gestion des risques sont réalisés, cette démarche permet de tester l'efficacité de l'ensemble du dispositif et d'apporter des corrections utiles. Lorsque la démarche se situe en phase d'élaboration des plans, comme dans le cas présent, elle devient un précieux outil d'aide à la décision.

arteries and the junctions in rush hour. Vulnerability of the arteries to paralysis was also mapped. The two vulnerability maps were crossed in order to detect the places of high human concentration that were liable to high risks of congestion.

In a second stage, the MapInfo GIS was used to simulate a flood risk situation. The simulations were conducted using a descending approach. Firstly, the impact of preventive closure of roads and streets on urban operation had to be determined, the variability of the vulnerability of the arteries to the risk of congestion had to be measured, and the points of blockage, which are very harmful to bringing in the emergency services and to evacuating the populations, had to be identified.

Attention was then focused on accessibility to the rescue services of the institutions containing people in care. A series of requests made it possible to calculate the journey time necessary for a fire service vehicle to travel from its barracks to the site requiring the rescue, by taking account of the characteristics of the streets and roads, and of the traffic flows resulting from artery closures and diversions. At the end of each simulation, the accessibility of the sites having human stakes initially was mapped in order to identify the sites difficult to reach by the emergency services.

A third series of simulations was conducted in order to attempt to improve the accessibility of certain zones. The MapInfo GIS detects the optimum route between two points, depending on the configuration of the streets and roads, and on the traffic. As the simulations progressed, certain routes appeared as essential. Their strategic importance for traffic in times of disaster led us to recommend particular security measures for them. In addition, by testing modifications in traffic direction, new routes improving the time required for emergency services to reach certain sites were found.

The originality of the approach lies in the use of a GIS for geo-prospective purposes. The simulations are intended to anticipate a crisis situation, corresponding to a flood warning phase or to an actual flood. Their objective is twofold: to detect zones of high vulnerability that are difficult for the emergency services to reach, and to diagnose the causes of the poor accessibility; and to act in preventive manner on certain elements of road or street in order to improve evacuation of the flood zone and to improve the times taken for the emergency services to reach the least accessible sites. These simulations have undeniable operational spin-off, regardless of the stage of urban risk prevention at which the local authority is situated.

When the various municipal risk-management plans have been drawn up, this approach makes it possible to test the effectiveness of the entire scheme, and to make appropriate corrections. When the approach is in a plan drawing-up stage, as in the present case, it becomes an invaluable tool for assisting in decision-taking.

■ UMR 6012 Espace

98, boulevard Edouard Herriot
B.P. 3209
F-06204 Nice cedex
Tel. / Fax: 33 (0)4 93 37 54 64

The joint research unit UMR 6012 Espace is a geography research laboratory run jointly by the University of Nice Sophia-Antipolis and by the CNRS (French National Centre for Scientific Research). It has a team of 21 teaching researchers and 6 engineers and technicians who work on problems of planning and the environment – risks, local futures watch, spatial analysis, tools for assisting decision-taking – concerning a variety of areas, mainly located in Europe and around the Mediterranean basin.

■ UMR 6012 Espace

98, boulevard Edouard Herriot
B.P. 3209
F-06204 Nice cedex
Tél. / Fax : 33 (0)4 93 37 54 64

L'UMR 6012 Espace est un laboratoire de recherche en géographie de l'Université de Nice Sophia-Antipolis et du CNRS. Il compte 21 enseignants chercheurs et 6 ingénieurs et techniciens qui travaillent sur des problématiques d'aménagement et d'environnement – risques, prospective territoriale, analyse spatiale, outils d'aide à la décision – concernant des espaces variés, principalement localisés en Europe et autour du bassin méditerranéen.