
TITRE : Extrêmes hydro-météorologiques & Exposition sur les routes. *Contribution à MobRISK : Modèle de simulation de l'exposition des mobilités quotidiennes aux crues rapides.*

Les crues rapides sont considérées parmi les catastrophes naturelles les plus dangereuses en raison de leur imprévisibilité et la rapidité de leurs dynamiques spatio-temporelles. Même si ces événements touchent généralement des petites étendues spatiales, elles causent un nombre important de victimes. Les différentes analyses des impacts des crues rapides pointent la mobilité quotidienne comme un facteur principal augmentant l'exposition et la vulnérabilité des individus : près de la moitié des victimes sont des automobilistes surpris par les submersions des routes durant leurs trajets quotidiens. C'est dans ce contexte que plusieurs travaux ont été conduits afin de développer des outils de prévision des coupures des routes par submersion dans le département du Gard, fréquemment exposé à des événements hydro-météorologiques extrêmes. Ces études ont permis d'identifier les points de coupure, situés aux niveaux des intersections routes/rivières, vulnérables aux crues rapides et de développer des méthodes d'estimation du risque de submersion des routes.

Cette thèse s'inscrit dans la continuité de ces travaux dans le but de quantifier et de caractériser l'exposition des individus aux crues rapides durant leurs mobilités. Pour cela, nous avons contribué au développement de *MobRISK* : un modèle de simulation de l'exposition des automobilistes aux submersions des routes lors d'événements de crues rapides. Une première application de *MobRISK* est présentée dans le but d'évaluer l'exposition d'une population d'une zone d'étude, située au nord-ouest du Gard, à l'événement de crue rapide des 8-9 Septembre 2002.

Les résultats de ce cas d'étude ont permis d'identifier un décalage entre les dynamiques temporelles du trafic simulé au niveau des points de coupure et des niveaux de submersion de ces points. Ce décalage temporel a probablement constitué un facteur de réduction du nombre de victimes sur la route. La combinaison des estimations de submersion des routes avec le trafic simulé a permis de localiser les routes qui ont présenté le plus de danger pour les automobilistes lors de cet événement. Ensuite, l'évaluation de l'exposition individuelle aux submersions routières a permis d'identifier les profils socio-démographiques des automobilistes les plus exposés constitués majoritairement de jeunes actifs de sexe masculin.

Enfin, différents scénarios de comportements en situation de crise ont été construits et testés à travers l'intégration des décisions d'adaptation des déplacements face aux perturbations environnementales. La comparaison des effets des scénarios de comportements a permis de souligner le rôle important des règles adoptées dans les prises de décision et dans l'évaluation du danger pour réduire l'exposition des automobilistes.

Au final, cette thèse souligne les potentialités et les performances de *MobRISK* comme un outil innovant et prometteur pour la simulation de l'exposition sociale aux crues.

Mots clés : Exposition ; Submersion des routes ; Crues rapides ; Comportements de mobilité ; Décisions d'adaptation.

TITLE : Hydro-meteorological extreme events & Road users exposure. *Contribution to MobRISK : A model for simulating daily mobility exposure to flash floods*

Flash floods are considered as ones of the most dangerous natural hazard due to their rapidness and suddenness that leave little time for exposed people to protect themselves. Although the relatively small spatial extension of those events, several studies showed strong human impacts regarding the number of affected people. Recently, daily mobility is pointed at as important social factor increasing individual exposure and vulnerability to flash flooding : almost half of the victims are motorists trapped while travelling on flooded roads. Therefore, several studies have been conducted for assessing roads' sensitivity to flooding in the Gard area, frequently exposed to sever flash flood events.

This thesis goes a step further by integrating social dimension in order to quantify and analyze road users' exposure to flash flood during their itineraries. It contributes to the development of *MobRISK* : A simulation model for assessing motorists' exposure to roads submersion by integrating individual travel-activity patterns and behavioral adaptation regarding weather disruptions. In order to assess population exposure to September 2002 flash flood event, we conducted an application of *MobRISK* in a study area located in the north-ouest of the Gard department.

The results show that risk of flooding is mainly located in principal road links with considerable traffic load. However, a lag time between the timing of roads' submersion and persons crossing these roads contributes to reduce the potential vehicle-related fatal accidents. It is also found that socio-demographic variables have significant effect on individual exposure and that young working males are the most exposed persons to road flooding. Finally, different behavior scenarios are built and tested by integrating individual travel adaptation decisions regarding perceived weather disruptions. The comparison of motorists' exposure for each scenario highlights the important role of risk attitudes and threat evaluation processes on reducing population exposure.

Thus, the proposed model demonstrates the benefits of considering spatiotemporal dynamics of population exposure to flash flood and presents an important improvement in exposure assessment methods. Such improved characterization of road users' exposure can present valuable information for flood risk management services and emergency planning.

Key words : Exposure ; Road submersion ; Flash flood ; Mobility behavior ; Decision-making.