AMÉLIORATION DE LA CARTOGRAPHIE DU RISQUE D'INONDATION PAR L'INTÉGRATION DES BESOINS ET PRÉFÉRENCES DES DESTINATAIRES

par Gaëtan Palka, Kamal Serrhini, Serge Thibault

Université de Tours, UMR 7324 CITERES
35 allée Ferdinand de Lesseps 37200 Tours
gaetan.palka@univ-tours.fr, kamal.serrhini@univ-tours.fr, serge.thibault@univ-tours.fr

et Emmanuel Néron

Université de Tours, EA 6300 LI
64 avenue Jean Portalis 37200 Tours
emmanuel.neron@univ-tours.fr

Introduction

La gestion du risque d'inondation a évolué d'une approche structurelle, basée notamment sur la canalisation des cours d'eau et leur endiguement, à une politique non-structurelle supportée entre autre par des documents d'information, de réglementation et de planification intégrant des outils graphiques. Considérées comme les outils parmi les plus adaptés pour représenter l'espace, les cartes sont présentes à toutes les étapes de la gestion du risque d'inondation. L'information repose surtout sur l'Atlas des Zones Inondables (AZI), le Dossier départemental des Risques Majeurs (DDRM) et le Dossier d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM). La réglementation est visuellement représentée dans le Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI). Cependant la phase d'évacuation ne possède pas de cartographie officiellement définie.

La cartographie, dont celle utilisée en aménagement de l'espace, relève encore aujourd'hui des règles définies par Bertin (1973). Ces règles reposent sur deux caractéristiques des données géographiques : leur implantation et la nature de l'information portée (Zanin et Trémélo 2003). Au-delà des règles de la sémiologie graphique, la communication cartographique (Board 1972) repose sur l'approche classique de la communication, c'est-à-dire sur la chaîne émetteur-message-récepteur. Elle se base sur la séparation entre le cartographe et le lecteur et positionne la carte comme un canal entre ces deux intervenants. Elle est le vecteur de l'information géographique du cartographe vers le lecteur et nécessite donc de connaître les facteurs cognitifs et psychophysiques des capacités du lecteur à comprendre, apprendre et mémoriser l'information communiquée par la carte (Crampton 2001, Marr 1982, MacEachren 1995, Cauvin et al. 2001). Les acteurs (le cartographe et le lecteur) du processus de transmission de l'information sont des filtres de ce dernier. Les filtres du côté de la conception sont d'une part les connaissances, l'expérience, les compétences et les processus d'abstraction du cartographe, et d'autre part les considérations comme les demandes particulières du client et les objectifs donnés à la carte.

Protocole

L'objectif principal de cette contribution est de définir les règles cartographiques spécifiques à différentes catégories d'acteurs directement usagers des cartes lors d'une phase d'évacuation (les habitants, les décideurs locaux et les forces de secours) en tenant compte de leurs caractéristiques et de leurs interrogations afin de produire des cartes plus efficaces pour la gestion de l'évacuation préventive (Fuchs et al. 2008). Dans cette logique, une méthodologie centrée sur l'utilisateur final est mise en œuvre. Elle est composée de deux étapes :

- la co-construction cartographique basée sur l'outil de cartographie interactive Interactive Map Design System (IMaDeS) dans lequel un cartographe[1] propose différentes échelles et des couples données-figurés parmi lesquels les volontaires choisissent ceux qui conduisent à leurs cartes privilégiées ;

- l'évaluation des cartes co-produites reposant à la fois sur l'enregistrement des mouvements oculaires et une enquête cognitive.

1 Le terme cartographe renvoie ici à une personne initiée à la cartographie et à la sémiologie graphique qui intègre des données et des figurés dans l'application. Il peut s'agir d'un géographe, d'un aménageur, d'un cartographe ...

Lors de la phase de co-construction, les volontaires renseignent leur profil utilisateur. Ce profil est construit à partir des réponses à un questionnaire abordant leur usage des cartes, leur connaissance du risque, leurs interrogations relatives à l'évacuation. Puis les volontaires construisent leurs cartes les plus adaptées à partir d'IMaDeS (fig. 1.1). Les cartes produites sont ensuite analysées afin de déterminer les *modèles cartographiques*. Ces modèles sont construits à partir des couples données-figurés sélectionnés pour construire chaque carte. Ces derniers constituent les variables utilisées comme entrées d'une analyse en composantes principales suivie d'une classification ascendante hiérarchique (fig. 1.2). Ces modèles sont ensuite croisés avec les *profils utilisateur* pour générer des *profils cartographique*s : des cartes-types correspondant aux questionnements des groupes d'utilisateurs (fig. 1.3).

La phase d'évaluation repose sur la complémentarité de l'oculométrie et d'une enquête cognitive (fig. 1.4). L'oculométrie est une méthode non intrusive qui repose sur des paramètres d'analyses communs à tous les volontaires. L'enregistrement des mouvements oculaires met en évidence les zones lues, le temps de lecture sur chaque zone, le cheminement du regard, sans que le volontaire ait à expliquer consciemment sa stratégie visuelle. Les caractéristiques spatio-temporelles des stratégies visuelles mettent en avant les constructions cartographiques qui augmentent la difficulté à lire et comprendre la carte. L'enquête cognitive fait apparaître les incompréhensions. La conjugaison des deux méthodes révèle les caractéristiques des cartes qui réduisent leur l'efficacité et permet d'aboutir à des *profils cartographiques améliorés* (fig. 1.5).

Cette recherche s'intéresse aux besoins et préférences des acteurs de l'évacuation des vals de Tours et de Luynes. Soumis à une inondation par rupture de digue, ce site d'étude présente de nombreux enjeux (4 communes inondées à 100 %, plus de 110 000 habitants, 39 ICPE et 3 sites SEVESO sont localisés dans la zone inondable). Les groupes d'acteurs sont constitués par les habitants, les décideurs locaux (élus, directeurs de service, directeur de la police municipale, directeur de la sécurité civile ...) et les forces de secours (officiers du SDIS37, officiers et sous-officiers du CSP de Tours, sous-officier du service d'incendie et de secours des hôpitaux de Tours) des vals de Tours et de Luynes et comptent respectivement 53, 13 et 25 volontaires.

Résultats

Les couples données-figurés retenus dans la première phase par les volontaires mettent en évidence des déterminants spécifiques à chaque groupe d'acteurs. Les habitants choisissent des figurés basés sur la valeur sémantique de l'information géographique : l'aléa est majoritairement mise en forme avec un gradient de teinte bleue ou rouge signifiant respectivement l'eau et le danger. Pour la même donnée, les forces de secours retiennent préférentiellement des figurés facilement perceptibles comme un gradient jaune-orangé-rouge tandis que les décideurs locaux favorisent des figurés connus et fréquemment rencontrés comme ceux issus de l'AZI ou du PPRI.

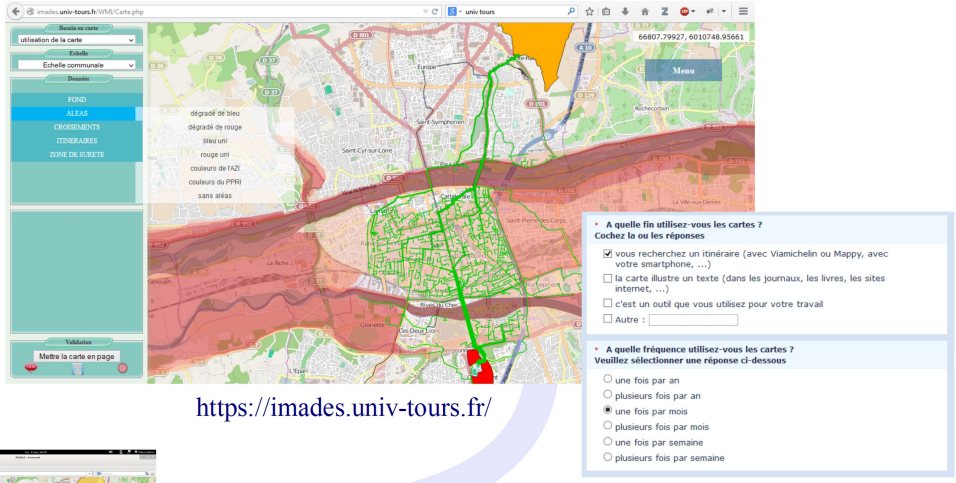
L'analyse factorielle et la classification montrent l'existence de modèles caractérisés par la quantité d'informations présentée. Cette quantité résulte à la fois de la diversité des informations affichées (aléas, itinéraires, enjeux, zones de sûreté …) et du détail des figurés (nombre de classes). Le croisement des modèles cartographiques avec les profils utilisateurs révèle les spécificités de chaque catégorie d'acteurs à travers 8 profils cartographiques. Les habitants sont demandeurs de cartes d'évacuation qui mettent en évidence l'itinéraire, ses principales caractéristiques et la destination. Les forces de secours privilégient des cartes très peu denses en informations qui font apparaître une information centrale (caractéristiques du chemin d'accès ou du site d'intervention). Les décideurs locaux favorisent des cartes relativement denses en information qui offrent à visualiser l'ensemble de leur territoire d'action. Ces derniers cherchent à voir suffisamment d'informations pour prendre des décisions qui impacteraient l'ensemble de leur territoire.

L'évaluation par les volontaires des profils cartographiques permet de préciser les zones issues des profils cartographiques qui aident ou gênent la lecture. Afin de ne pas surcharger la carte, les forces de secours ont proposé de ne pas intégrer dans la légende la signification de leurs symboles usuels. Ce choix se révèle contre-productif : en situation d'urgence, les représentants des forces de secours ont besoin d'être sûrs des informations qu'ils extraient de la carte et l'absence des figurés dans la légende les conduit à une incertitude. L'évaluation des cartes intégrant les itinéraires d'accès ou d'évacuation met en évidence des traitements perceptifs et cognitifs plus longs lorsqu'une étiquette n'informe pas le changement de direction (par exemple le nom de la rue suivante, le numéro d'entrée ou de sortie d'autoroute ou de giratoire).

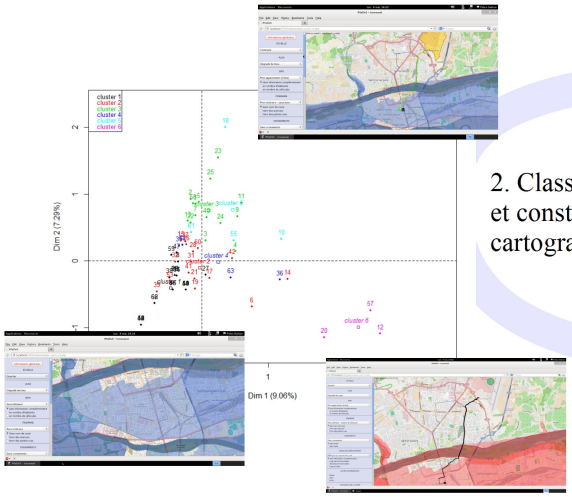
Conclusion

La participation des destinataires à la conception de la cartographie d'évacuation aboutit à la construction de cartes adaptées aux acteurs impactés pour l'évacuation préventive des vals de Tours et de Luynes. Cette contribution montre leurs besoins et leurs préférences ainsi que leurs interrogations et ainsi aboutit à des cartes plus adaptées. Au-delà des résultats obtenus, cette recherche pose de nombreuses questions telles

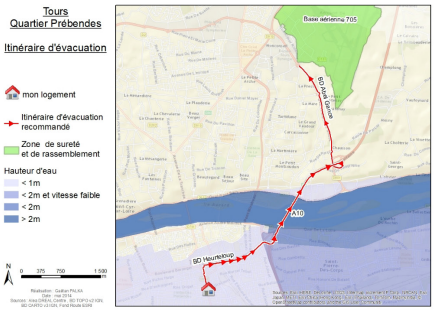
1. Création des profils utilisateurs et des cartes dans l'outil de cartographie interactive IMaDeS



https://imades.univ-tours.fr/



2. Classification des cartes produites et construction des profils cartographiques



3. Carte évaluée construite à partir du profil « carte d'évacuation » des habitants

4. Évaluation par oculométrie et enquête cognitive

Répondez aux questions suivantes :

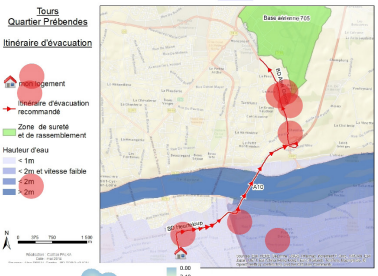
4. Quel est le secteur évacué ?

- O Velpeau
- O Fontaines - Rochepinard
- O 2 lions
- O Non précisé sur la carte
- O Ne sais pas

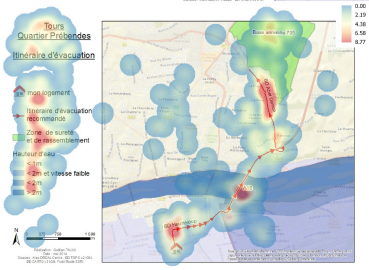
5. Les habitations inondées le seront principalement sous

- O 1 m d'eau
- O 2 m d'eau
- O Plus de 2 m d'eau
- O Non précisé sur la carte
- O Ne sais pas

a. questions de compréhension



b. zones à fort travail perceptif et cognitif



c. zones majoritairement lue (en rouge)

5. Carte d'évacuation privilégiée par les habitants

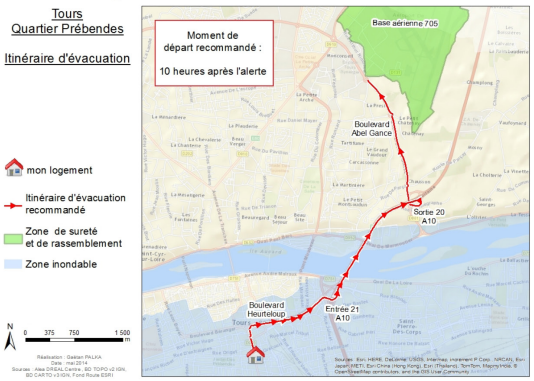


Figure 1 : Processus de co-construction et d'évaluation des cartes

que : face à la diversité et à la densité d'informations demandées par certains usagers, la cartographique actuelle de la gestion du risque d'inondation (GRI) devrait-elle évoluer vers un autre paradigme tel que la géovisualisation ? Les cartes des autres phases de la GRI peuvent-elles être également co-construites ? Cette recherche offre également des perspectives diverses comme une transposition de la démarche aux autres risques ou à d'autres sites avec des caractéristiques de crue différentes, la recherche du niveau d'agrégat d'analyse le mieux adapté (rester au niveau du couple donnée-figuré ou descendre jusqu'aux paramètres de choix de la variable visuelle) ou l'intégration de la valeur sémantique de l'information comme facteur de choix de la variable visuelle.

Remerciements

Les auteurs de cette contribution tiennent à remercier le FEDER et l'Etablissement Public Loire, la Région Centre, l'ADEME, le Ministère du Développement Durable, des Transports et du Logement et CRUE ERA-NET qui ont soutenu ce projet de recherche.

Bibliographie

Board, C., 1972, *Cartographic communication*, Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization, n°18(2), p.42-78.

Cauvin, C., Escobar, F., & Serradj, A., 2007, *Cartographie Thématique* - Une nouvelle démarche, vol. 1, Paris, Lavoisier.

Crampton, J. W., 2001, *Maps as social constructions: power, communication and visualization*, Progress in Human Geography, 2n°5(2), p.235-252.

Spachinger, K., Dorner, W., Metzka, R., Serrhini, K., & Fuchs, S., *2008, Flood Risk and Flood hazard maps–Visualisation of hydrological risks*, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, n°1(4).

Marr, D., 1982, *Vision: A computational investigation into the human representation and processing of visual information*, New York, W. H. Freeman cop.

Bertin, J., 1973, *Sémiologie graphique: Les diagrammes-Les réseaux-Les cartes*, Paris, Ed. de l'EHESS.

MacEachren, A. M., 1995, *How maps work: representation, visualization, and design*. New York, Guilford Press.

Zanin, C., & Trémélo, M. L., 2003, *Savoir faire une carte*, Paris, Belin.