

SCENARIO DE GESTION DES CRISES EN MILIEU URBAIN – CAS D’EL EULMA (ALGÉRIE)

ABDELWAHHAB FILALI*, MAHDI KALLA**

Key-words: crisis management, GIS, PHAST, simulation.

The crisis-management scenario in urban areas. El Eulma City Case-study (Algeria). The Civil Protection Services are increasingly challenged by crisis management, especially whenever located in areas that have significant spatial dysfunction, spawned by unplanned extensions around the industrial estates as is the case for El Eulma city. Owing to its sizable population and its proximity to hazardous installations, the city has become highly exposed to risks. Therefore, the objective of this work is to develop a decision-support tool in terms of relief management by pairing a PHAST simulation software with a GIS software (ArcGis). The approach is to create a georeferenced database under the MADS spatiotemporal representation, while integrating essential data in a geographical information system. With a view to efficient crisis management, the results reached by the study, have led to the spatialisation of the thermal effects of possible accidents, taking into account the location of all issues at stake. Network analysis has helped defining the shortest pathways for emergency services interventions.

1. INTRODUCTION

Les catastrophes naturelles ou technologiques parviennent n’importe où et à tout moment. Il existe deux méthodes à surmonter ces catastrophes: la première est d’essayer de prévenir leurs survenances et la deuxième est d’avoir un système d’urgence et un plan d’opération pour tous les cas (El-korany et El-bahnasy, 2008), prenant en exemple la ville d’El Eulma qui est de plus en plus confrontée à des crises résultant de la forte imbrication du tissu urbain avec la zone industrielle. La crise est une situation qui se produit soudainement en raison d’un phénomène naturel ou technologique, d’occurrences, d’incidents ou de la force humaine (exceptionnellement dans les domaines de la sécurité sociale statutaire) qui est incontrôlable (Sajadi et Sajadi, 2014).

La gestion de crise est caractérisée par l’incertitude et l’urgence. En effet, elle implique les dispositifs et les contraintes spécifiques en termes de mobilisation prompte de l’information appropriée. Ces types de procédures nécessitent un niveau très élevé de l’interactivité avec la communication et la coordination entre les acteurs (Roche *et al.*, 2013). En outre, l’une des activités de gestion de crise est la planification de secours, qui signifie le transfert des personnes d’un endroit non sécurisé à un autre endroit sécurisé (Shaker Abd El-Hamied *et al.*, 2012). Pour cela, les organes de gestion de la crise commencent à se rendre compte des limites qu’offrent les modèles d’interventions dites classiques. Ainsi il apparaît nécessaire de mettre en œuvre des outils SIG conçus essentiellement pour l’aide à la décision.

L’objectif principal de cette recherche est d’illustrer l’importance de la planification des secours via, d’une part, la simulation d’un accident industriel et d’autre part, comment les systèmes d’information géographique (SIG) peuvent être utilisés en phase de réponse dans une situation de crise à travers la préparation d’un plan d’action visant à permettre un engagement rapide de moyens de secours disponibles. Ce travail a pour but de répondre aux attentes de tous les acteurs, notamment la protection civile dans un double objectif: d’une part, améliorer la connaissance sur les situations accidentelles inhérentes aux risques industriels par l’utilisation du logiciel de simulation (PHAST) et

* Doctorant, Laboratoire LRNAT, Université de Batna, 05 avenue Chahid Boukhrouf 05000, Algérie, filali.abdo@yahoo.fr, abdelwahhabfilali@gmail.com.

** Professeur, directeur de Laboratoire LRNAT, Université de Batna, 05 avenue Chahid Boukhrouf 05000, Algérie, m_kalla1@yahoo.fr.

d'autre part, contribuer à la création d'une base de données géographiques en vue d'optimiser le processus d'intervention à travers l'exploitation d'une Géodatabase ARCGIS/Arcinfo, et des outils du module «spatial analyst» et «network analyst».

2. MATERIELS ET METHODES

2.1. Situation géographique

El Eulma (ex Saint –Arnaud) (Fig. 1) est la deuxième ville de la Wilaya de Sétif par sa superficie et son nombre d'habitants. Située dans les hauts plateaux Sétifiens, sur la route nationale N°5, la ville se trouve à 25 km, à l'Est de Sétif et à 100 km à l'Ouest de Constantine. Elle représente le second pôle économique de la Wilaya, la ville d'El Eulma possède une influence digne d'une grande ville par sa position géographique et son potentiel économique régional.

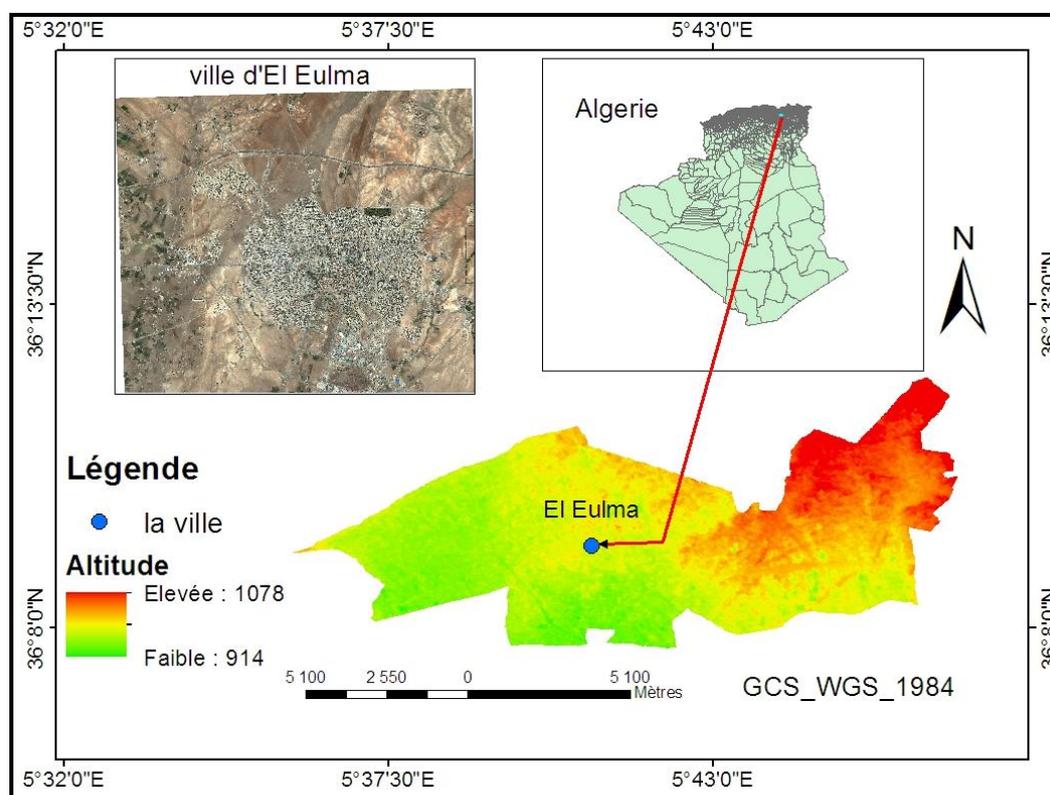


Fig. 1 – Ville d'El Eulma: Situation géographique.

La ville a connu une rapide croissance spatiale et démographique, cette croissance n'a pas pris en compte les risques que peut subir le milieu. Selon le Recensement Général de la Population et d'Habitat (RGPH), elle regroupe 141 920 habitants en 2008 et une population estimée à 181 856 habitants en 2015 selon la direction de la programmation et du suivi budgétaire (DPSP) de la wilaya de Sétif, dont 6 450 personnes exercent leurs activités dans le secteur de l'industrie. Une zone industrielle localisant les activités économiques est marquée par une prédominance du secteur privé (chimie, matériaux de construction, plastique, agroalimentaire...) et le secteur public (produits pétroliers et gaziers sous forme d'unité de stockage et de distribution). En matière d'infrastructure, on

note la présence d'un réseau d'axes routiers importants, dont deux routes nationales N°5 et N°77 qui traversent la ville, une autoroute au nord de la ville et un chemin de fer traversant la zone industrielle. Cette situation génère une grande vulnérabilité en cas d'un dysfonctionnement grave de système de sécurité urbain.

2.2. La méthodologie

La méthodologie adoptée repose essentiellement sur une approche systémique, cette dernière présente deux aspects fondamentaux. Dans un premier temps, il s'agit de la modélisation des phénomènes accidentels à l'aide des logiciels de simulation. Parmi les nombreux outils disponibles, nous avons choisi le logiciel PHAST (Process Hazard Analysis Software Tool) qui est capable de simuler l'évolution du rejet accidentel d'un produit toxique et/ou inflammable. Ensuite, la dimension cartographique s'avère nécessaire pour la réalisation d'outils cartographiques opérationnels à l'aide des Systèmes d'Information Géographique. Les données utilisées dans cette étude ont un caractère spatial et attributaire, ces données ont été digitalisées sous forme de fichiers de forme sur une image satellite. Le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU) fourni par l'administration locale a permis d'attribuer à l'ensemble des couches d'information leur propriété sémantique comme le montre le schéma suivant (Fig. 2).

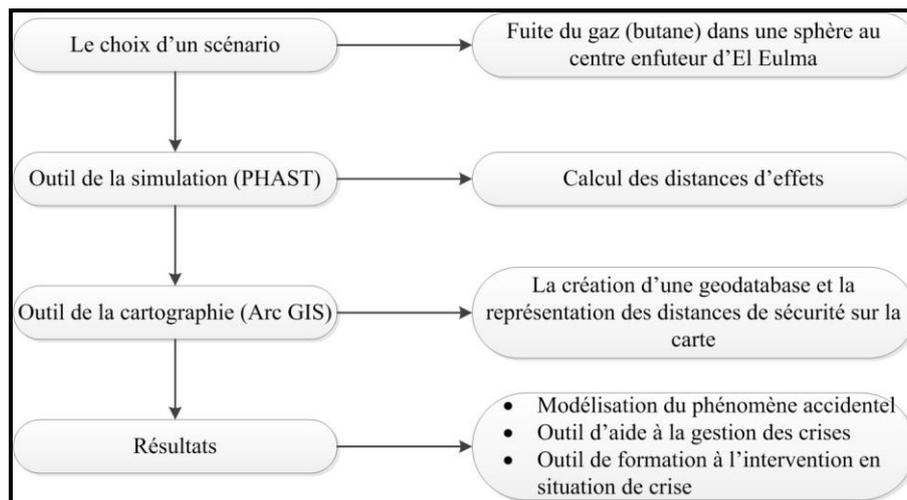


Fig. 2 – Organigramme de la méthodologie adoptée.

2.3. La simulation d'un scénario

La simulation d'un scénario joue un rôle primordial dans l'aide à la gestion de la crise. Selon (Walker *et al.*, 2011) les scénarios sont principalement des dispositifs de communication, bien qu'ils ne réduisent pas les incertitudes inhérentes à décrire un état futur du monde, ils rendent les situations plus concrètes, ainsi les utilisateurs peuvent traiter une stratégie de réponse ou un système de gestion proposé de crise dans un ensemble cohérent et plausible de circonstances. Le choix du scénario s'est fait sur le phénomène du BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion), qui signifie la vaporisation instantanée et totale d'un liquide surchauffé sous pression lorsque la capacité le contenant est brutalement dépressurisée à la pression atmosphérique (UFIP, 2002). Pour la mise en évidence du scénario, nous nous sommes basés sur une modélisation systémique, qui se traduit comme tout système ou phénomène complexe pouvant être représenté par un système d'actions multiples. Le

concept général représentant l'action est le processus. Le processus définit les changements qui affectent les objets, ces changements pouvant intervenir dans le temps, l'espace, la forme ou la nature (Legros, 2009).

L'étude de la dispersion atmosphérique des nuages de gaz fait appel à des logiciels de simulation. Parmi l'ensemble des outils disponibles sur le marché, nous avons opté pour le logiciel PHAST qui répond aux objectifs de l'étude et consiste à estimer le rayon d'explosion d'une sphère de gaz butane au sein du centre enfûteur d'El Eulma lors d'une libération accidentelle probable (Fig. 3).

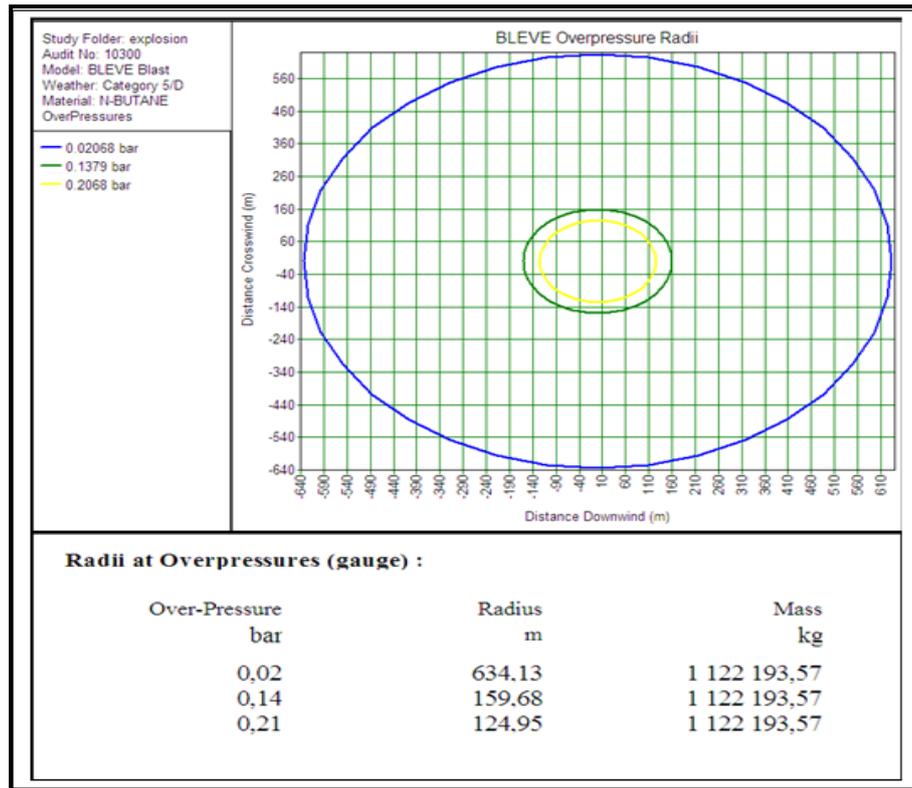


Fig. 3 – Représentation des enveloppes d'un BLEVE.

Les distances d'effets peuvent atteindre un rayon de 635 m, il est également à noter la présence des installations avoisinantes qui sont touchées directement par le phénomène du BLEVE, ce qui peut provoquer un effet domino.

2.4. Mise en œuvre du SIG pour la gestion et le suivi des risques

Les SIG peuvent également être utilisés dans le processus d'aide à la prise de décision en cas de crise. Cette technologie a la capacité d'acquérir les données par la digitalisation, la scannérisation, l'imagerie numérique ou la photographie aérienne pour stocker, manipuler, former des questions, analyser et d'une manière importante, pour visualiser les données. En d'autres termes, la technologie SIG apporte à l'utilisateur la capacité d'intégrer, stocker, traiter et produire l'information géographique. Ce système prend une multitude de données de nombreuses sources et montre géographiquement l'information (Gunes et Kovel, 2000). La mise en place du SIG nécessite la conception d'une base de données géoréférencées, tout en identifiant les couches d'informations indispensables ainsi que les interactions entre celles-ci.

Les différentes interactions sont assurées par un modèle conceptuel de données qui permet de représenter la structure d'un système d'information du point de vue des données et de définir également les relations entre ces différentes données (Zoghلامي, 2013).

La modélisation géographique réalisée dans cette étude s'appuie sur le formalisme spatio-temporel MADS. L'approche MADS est fondée sur le concept d'orthogonalité, c'est-à-dire «la décomposition d'un phénomène complexe en différents éléments pouvant être perçus indépendamment les uns des autres» (Parent *et al.*, 2006).

Dans le cadre de cette recherche, un modèle conceptuel de données a été élaboré selon la représentation MADS (Fig. 4). Ce modèle offre la possibilité d'opérer les relations spatiotemporelles entre les différents objets de la base de données géographiques nécessaire à l'analyse spatiale du phénomène.

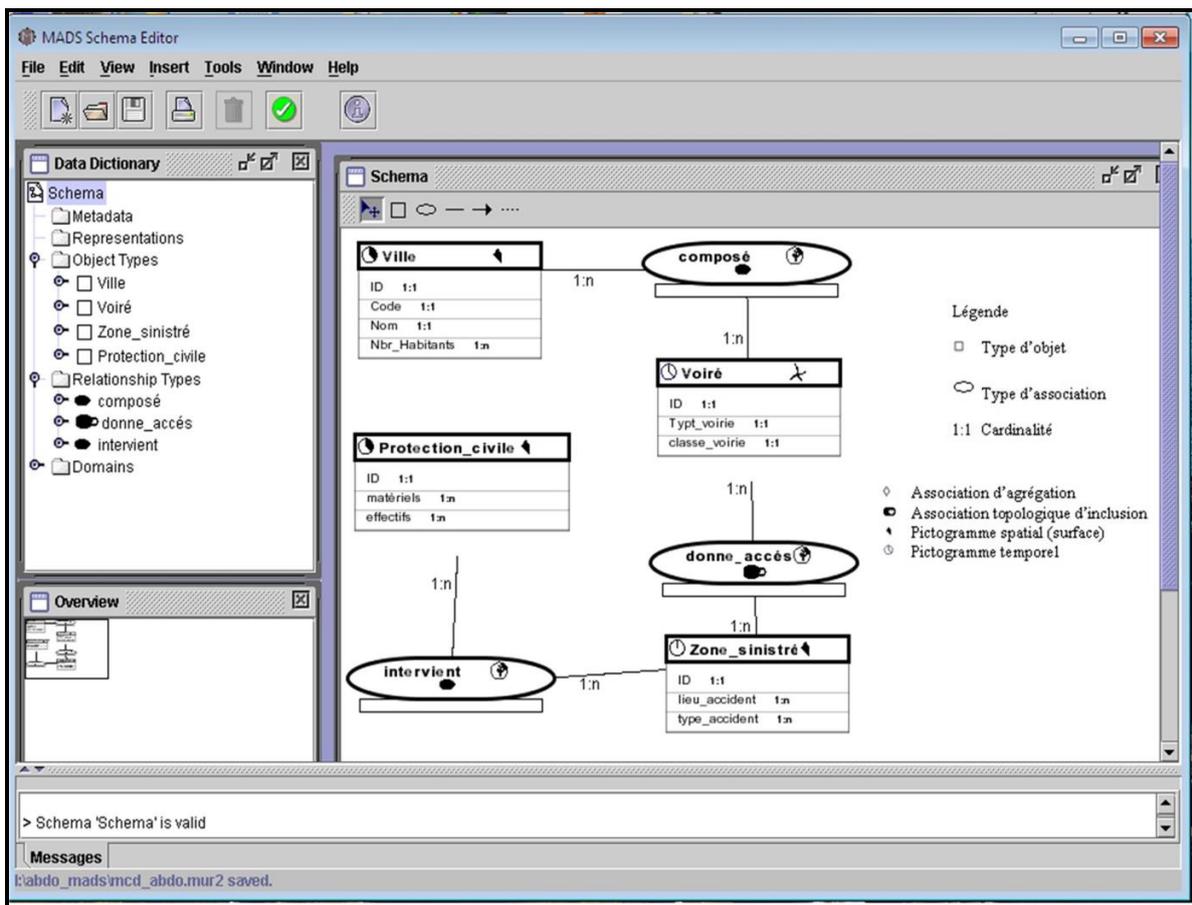


Fig. 4 – Le modèle conceptuel de base de données géographiques.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

3.1. L'utilisation de l'analyse spatiale dans la cartographie de l'alea

L'analyse spatiale est une démarche qui inclut des techniques formelles qui étudient des objets géographiques en utilisant leurs propriétés topologiques ou géométriques. Donc c'est une activité qui constitue souvent une finalité du SIG, notamment au niveau de la préparation de la décision (Essevaz-Roulet *et al.*, 2008).

Les résultats issus du logiciel PHAST (Distances d'effets) seront exportés et cartographiés sur la carte à l'aide de l'outil anneaux concentriques multiples qui fait partie de nombreux outils de géotraitements proposés par ArcToolbox (Fig. 5).

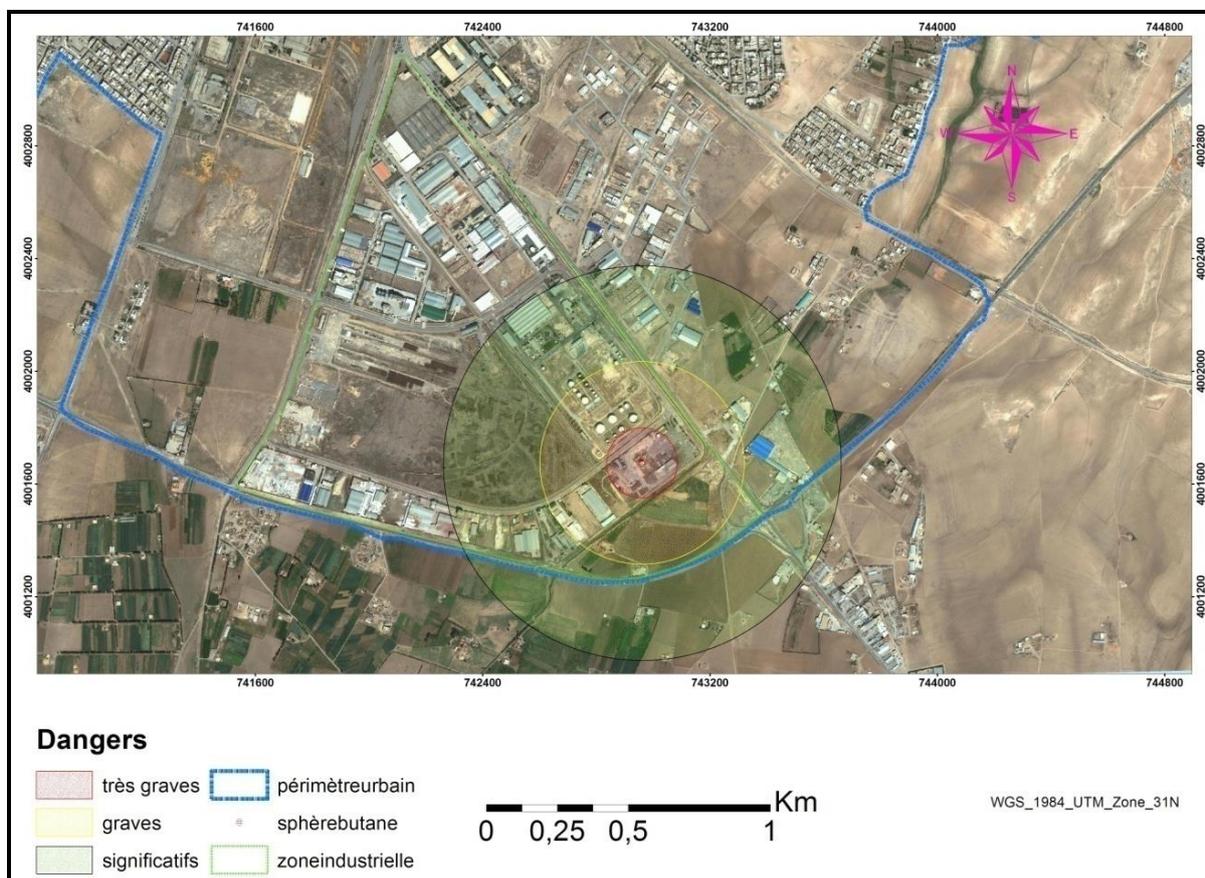


Fig. 5 – Enveloppe des intensités d'effet thermique d'un BLEVE (Ville d'El Eulma).

Le périmètre à risque a été défini en fonction de la nature et la quantité du produit manipulé et stocké (sphère du gaz butane de 2 000 m³). L'effet thermique du BLEVE est représenté par trois enveloppes distinctes, qui engendrent des conséquences significatives, voire très graves (mortalités, blessures).

3.2. Cartographie des enjeux

Des logiciels de calcul des effets d'accidents couplés à des SIG fournissent une estimation des distributions spatiales de ces effets à l'intérieur desquelles les cibles sont recensées (Leeming et Saccomanno, 1994), (Pet-Armacost *et al.*, 1999), (Levesque, 2000). La (Fig. 6) montre la spatialisation de l'ensemble des enjeux recensés à l'intérieur du périmètre du danger.

Pour déterminer les enjeux exposés directement au BLEVE, l'opération consiste à fusionner la couche enjeux avec celle des anneaux concentriques multiples à l'aide de l'outil Intersecter d'ArcToolbox.

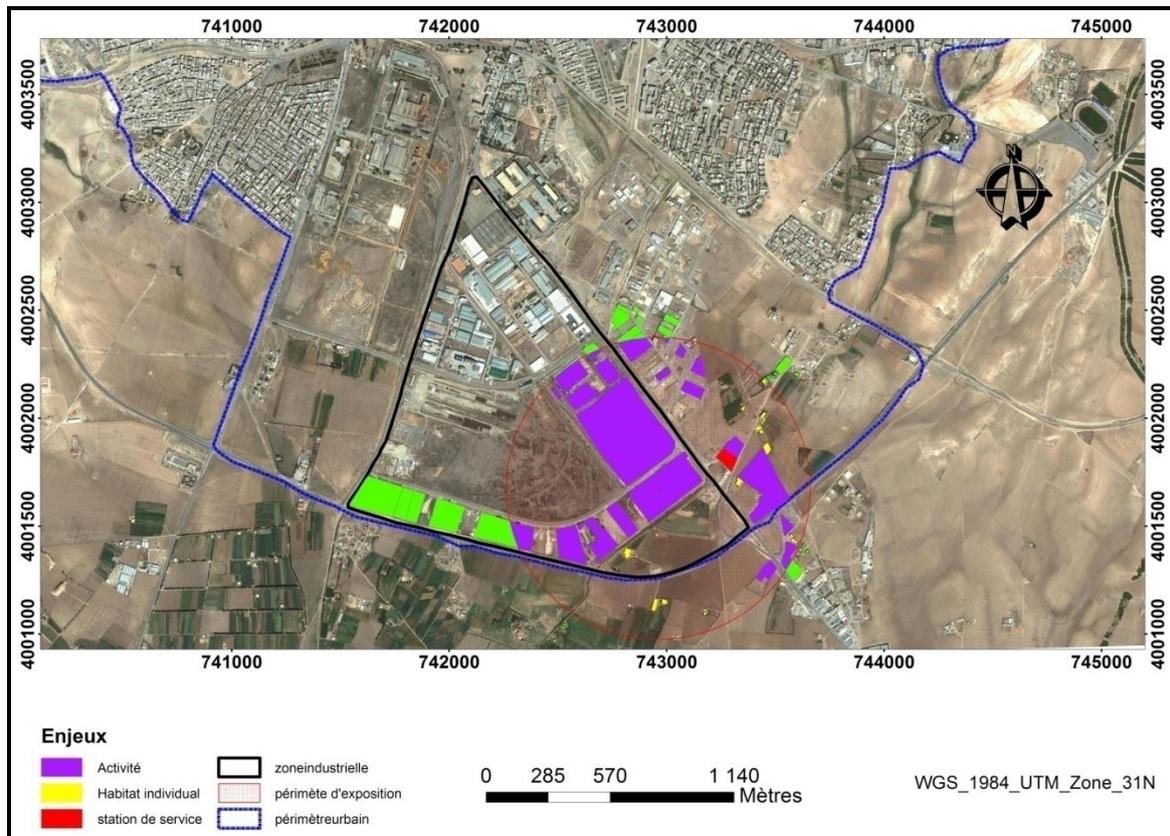


Fig. 6 – Enjeux présents dans le périmètre de danger (Ville d’El Eulma).

3.3. Modélisation et gestion des crises

La minimisation du temps de décision en cas de crise est un facteur crucial pour sauver des vies humaines, des biens et des coûts (Tolly *et al.*, 2015). La technologie SIG peut jouer un rôle important dans la gestion des secours parce qu’elle a la capacité de rehausser des systèmes d’informations de gestion des secours par la numérisation, le stockage, l’analyse et la manipulation des données (Senior et Copley, 2008).

En ce qui concerne le cas de l’Algérie, l’organisation des interventions et des secours repose essentiellement sur la concrétisation du plan dit "ORSEC".

Ce plan, prévu par la législation algérienne, notamment Le décret 85-231 fixant « les conditions et les modalités d’organisation de la mise en œuvre des interventions et secours en cas de catastrophes », de ce fait, prévoit l’ensemble des moyens humains et matériels mobilisables pour faire face à différentes calamités naturelles ou d’ordre public.

Pour permettre une certaine visibilité de la prise de décision en situation de crise, nous avons opté pour l’extension ArcGIS Network Analyst qui permet, en effet d’analyser le réseau du transport, basé sur une couche de polyligne représentant les routes (Lacroix, 2013). Le principe de cette extension est de trouver des cheminements, tout en tenant compte d’assurer un meilleur routage à moindre coût et la détermination des itinéraires d’évacuations (Fig. 7) (Yang Bo *et al.*, 2009), estiment que l’évacuation de secours est une mesure importante pour empêcher et réduire les dommages pendant l’urgence à grande échelle. Ils ont supposé que l’efficacité de l’évacuation est basée d’une part, sur la compréhension de la situation et d’autre part, sur l’analyse fiable de l’information.

Après la survenance d'un accident, la planification de contingence doit être appropriée, efficace et en temps opportun aux besoins des populations et les installations touchées. De ce fait, nous avons procédé à générer deux itinéraires, le premier débute du siège de la protection civile vers la zone sinistrée, et le second de cette dernière vers l'hôpital pour assurer une meilleure évacuation des sinistrés.

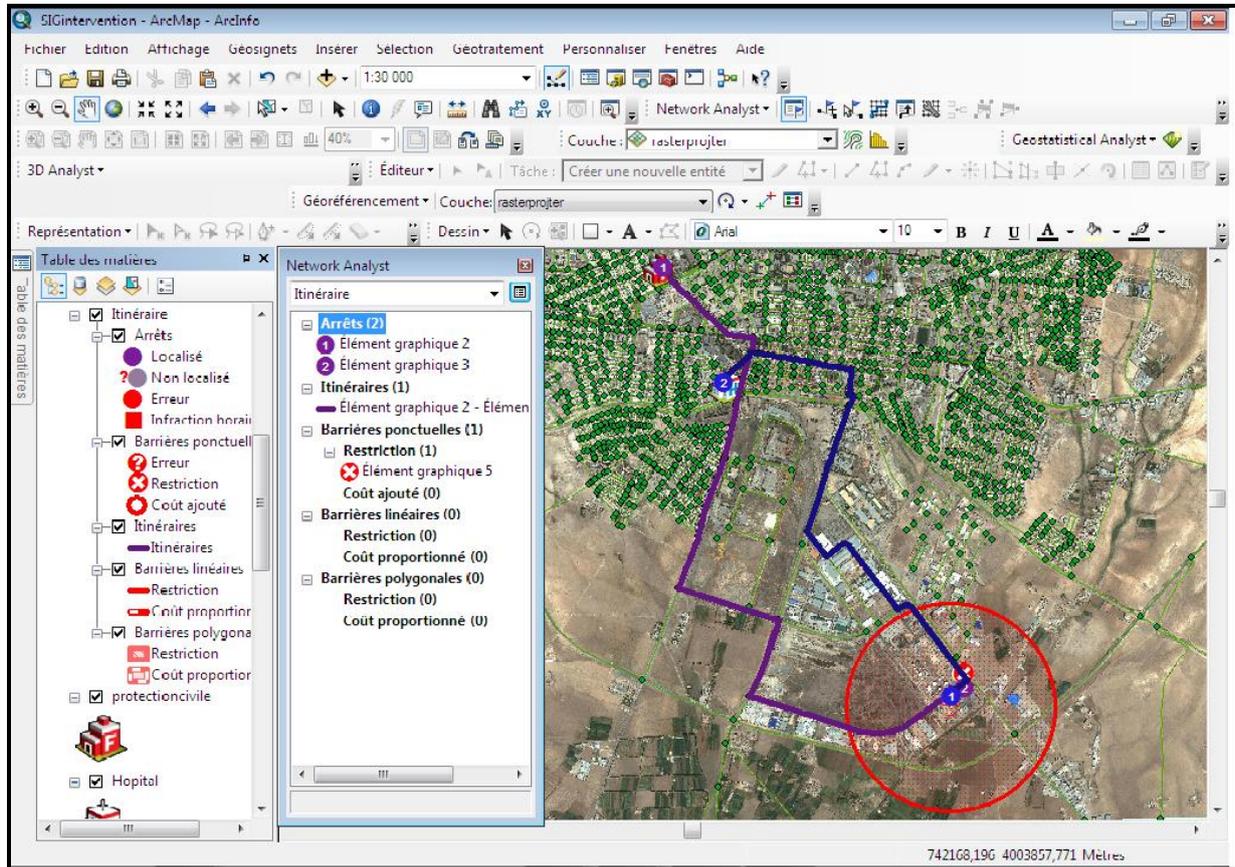


Fig. 7 – Organisation des secours.

4. CONCLUSION

À la lumière de cette recherche, le verdict semble clair pour le territoire d'El Eulma qui représente un dysfonctionnement spatial important. Il est également à noter la pertinence des SIG dans le contrôle et la gestion des situations d'urgences ainsi que l'amélioration de l'efficacité d'évacuation en situation de crise.

Afin que les acteurs de la sécurité civile puissent gagner une intervention au moment de crise, ils doivent avoir une compréhension complète sur la situation. La simulation et l'anticipation des crises peuvent constituer des voies intéressantes qui pourront servir à leur gestion. En s'appuyant sur cette simulation nous avons défini un outil qui optimise la mise en œuvre de ce plan. L'outil mis en place est sous forme de cartes, ces cartes sont utiles pour déterminer le périmètre sensible, préciser les enjeux d'ordre humains et économiques qui s'y localisent et le plus important de tracer des itinéraires d'intervention et d'évacuation.

La démarche proposée constitue une alternative intéressante aux méthodes d'intervention classiques. Cette approche peut faire l'objet d'une utilisation par d'autres villes de l'Algérie qui présentent pour la majorité un profil industriel similaire à notre zone d'étude. Ceci appelle

évidemment à l'introduction de nouveaux moyens d'analyse spatiale basée essentiellement sur l'utilisation des techniques de géomatique, en particulier les bases de données géographiques qui constituent un outil géodécisionnel.

NOTES. Le décret 85-231 fixant « *les conditions et les modalités d'organisation de la mise en œuvre des interventions et secours en cas de catastrophes* ».

BIBLIOGRAPHIE

- Abeer, El-Korany, Khaled El-Bahnasy (2008), *A multi-agent Cooperative Model for Crisis Management System*, 7th WSEAS Int. Conf. on artificial intelligence, knowledge engineering and data bases (AIKED'08), University of Cambridge, UK, Feb. 20–22, ISSN: 1790-5109, ISBN: 978-960-6766-41-1, pp. 170.
- Essevaz-Roulet, M., Iratchet, B. (2008), *La mise en œuvre d'un SIG dans les collectivités territoriales*, Territorial Editions, 35 p.
- Gunes, A.E., Kovel, J.P. (2000), *Using GIS in Emergency Management Operations*. Journal of Urban Planning and Development, **126**, pp. 136–149. [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9488\(2000\)126:3\(136\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9488(2000)126:3(136)).
- Lacroix, P. (2013), *Contributions of GIS to Efficient Mine Action*, thèse de doctorat, Université de Genève, 143 p.
- Leeming, D.G., Saccomanno, F.F. (1994), *Use of quantified risk assessment in evaluating the risks of transporting chlorine by road and rail*, Transportation Research Record, n°1430, pp. 27–35.
- Legros, D. (2009), *Maîtrise des risques dans les systèmes de transport: Proposition d'une nouvelle approche de modélisation dynamique*, l'école nationale supérieure des mines de paris, thèse de doctorat, 76 p.
- Levesque, A. (2000), *Le transport de marchandises dangereuses en milieu urbain*, Treizièmes Entretiens Jacques Cartier "L'intégration des marchandises dangereuses dans le système des déplacements urbains", 43–46. In: Transport de matières dangereuses 1995–2002, Dossiers du CDAT, Ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer, juin 2002, vol. 2, pp. 377–380.
- Parent, C., Spaccapietra, S., Zimanyi, E. (2006), *Conceptual modeling for traditional and spatio-temporal applications, the MADS approach*, Springer Editions, Berlin, Germany, 465 p.
- Pet-Armacost, J.J., Sepulveda, J., Sakude, M. (1999), *Monte Carlo sensitivity analysis of unknown parameters in hazardous materials transportation risk assessment*, Risk analysis, vol. **19**, n°6, pp. 1173–1184. DOI: 10.1111/j.1539-6924.1999.tb01136.x.
- Roche, S., Propeck-Zimmermann, Eliane, Mericskay, B. (2013), *GeoWeb and crisis management: issues and perspectives of volunteered geographic information*, GeoJournal ISSN 0343-2521, **78**, 1, pp. 21–40, DOI 10.1007/s10708-011-9423-9.
- Sajadi, J., Shima, Sajadi, J.M. (2014), *Geoinformatics (GIS and RS) Applications in Crisis Management*. International Journal of Civil and Environmental Engineering, **36**, 2, pp. 1255–1260, ISSN: 1701-8285.
- Shaker Abd El-Hamied, Sara, Abou El-Fotouh Salah, A., Asem, Aziza (2012), *Survey on Using GIS in Evacuation Planning Process*, International Journal of Computer Science and Information Security, **10**, 8.
- Senior, A., Copley, R. (2008), *Developing a new system for recording and managing information during an emergency to aid decision making*, Journal of Business Continuity and Emergency Planning, **2**, 3, pp. 267–280.
- Tolly, D., El Rhalibi, A., Carter, C., Sudirman, S. (2015), *Hybrid 3D rendering of large map data for crisis management*, ISPRS International Journal of Geo-Information, **4**, pp.1033–1054, DOI: 10.3390/ijgi4031033.
- UFIP (2002), *Stockages et dépôts de produits liquides et liquéfiés*, guide méthodologique pour la réalisation des études de dangers en raffineries, 23 p.
- Walker, WE, Giddings, J., Armstrong, S. (2011), *Training and learning for crisis management using a virtual simulation/gaming environment*, DOI 10.1007/s10111-011-0176-5.
- Yang, B., Wu, Y.G., Wang, C. (2009), *A multi-agent and GIS based simulation for emergency evacuation in park and public square*, IEEE.
- Zoghلامي, Asma (2013), *Modélisation et conception de systèmes d'information géographique gérant l'imprécision*, Université Paris8, thèse de doctorat, 41 p.

Reçu 27 mai 2015

