

LA MOBILITÉ MOTORISÉE DANS LA VILLE DE BATNA, ÉTUDE DE LA RÉPARTITION SPATIALE DES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ VIS-À-VIS DU CHU : APPROCHE PAR SCÉNARIOS

Boutrid Mohamed LAMINE et Kalla MAHDI

Résumé

L'explosion démographique et l'ascension économique récente qu'a connue la ville de Batna la placent parmi les grandes villes d'Algérie. Cette brusque mutation a engendré un dysfonctionnement structurel qui a eu pour conséquence directe une urbanisation qui s'est faite dans la précipitation. Nous avons procédé à l'implantation d'une base de données numérique intégrant l'ensemble du réseau routier et les entités associées. Grâce à l'ensemble de l'interface ArcMap et l'extension ArcGIS Network Analyst, nous avons déterminé le meilleur schéma d'implantation spatiale des structures de santé en termes de temps d'évacuation vers le centre hospitalo-universitaire (CHU). Les résultats obtenus montrent une répartition spatiale déséquilibrée et peu fonctionnelle.

Mots-clés

système d'information géographique, ArcGIS Network Analyst, analyse spatiale

Abstract

The population explosion and the recent economic rise experienced by the city of Batna place it among the largest cities in Algeria. This sudden change has caused a structural failure which led directly to an urbanization that took place precipitously. We proceed to the implementation of a digital data base incorporating the entire road network and associated entities. With the interface ArcMap and extension ArcGIS Network Analyst, we determined the best spatial layout in terms of evacuation time from health facilities to the university hospital (CHU). The results show a little unbalanced and functional spatial distribution.

Keywords

Geographic Information System, ArcGIS Network Analyst, Spatial Analysis

I. INTRODUCTION

La ville de Batna, centre socio-économique, attire les populations des périphéries de la région. Carrefour de plusieurs wilayas importantes (départements), ce chef-lieu de wilaya concentre de nombreuses institutions administratives. La ville a subi une urbanisation importante et rapide sans pour autant que les structures collectives, notamment de soins, n'évoluent avec cette transformation. L'urbanisation anarchique provoque des dysfonctionnements structurels tels que la faible accessibilité des services de soins de santé.

Dans cet article, nous proposons un système de gestion de l'information géographique permettant

d'étudier la répartition spatiale des établissements de santé. L'objectif de ce système est de se substituer aux cartes et plans traditionnels, qui sous-exploitaient les outils récents d'analyse de l'information spatiale, et d'offrir des cartes interactives permettant une mise à jour rapide.

II. PRÉSENTATION DU SITE

A. La situation géographique

La ville de Batna, possède une position stratégique (Figure 1), à l'intersection de deux principaux axes routiers, l'axe Nord-Sud, et l'axe reliant l'Est à l'Ouest à travers les hauts plateaux, ce qui fait

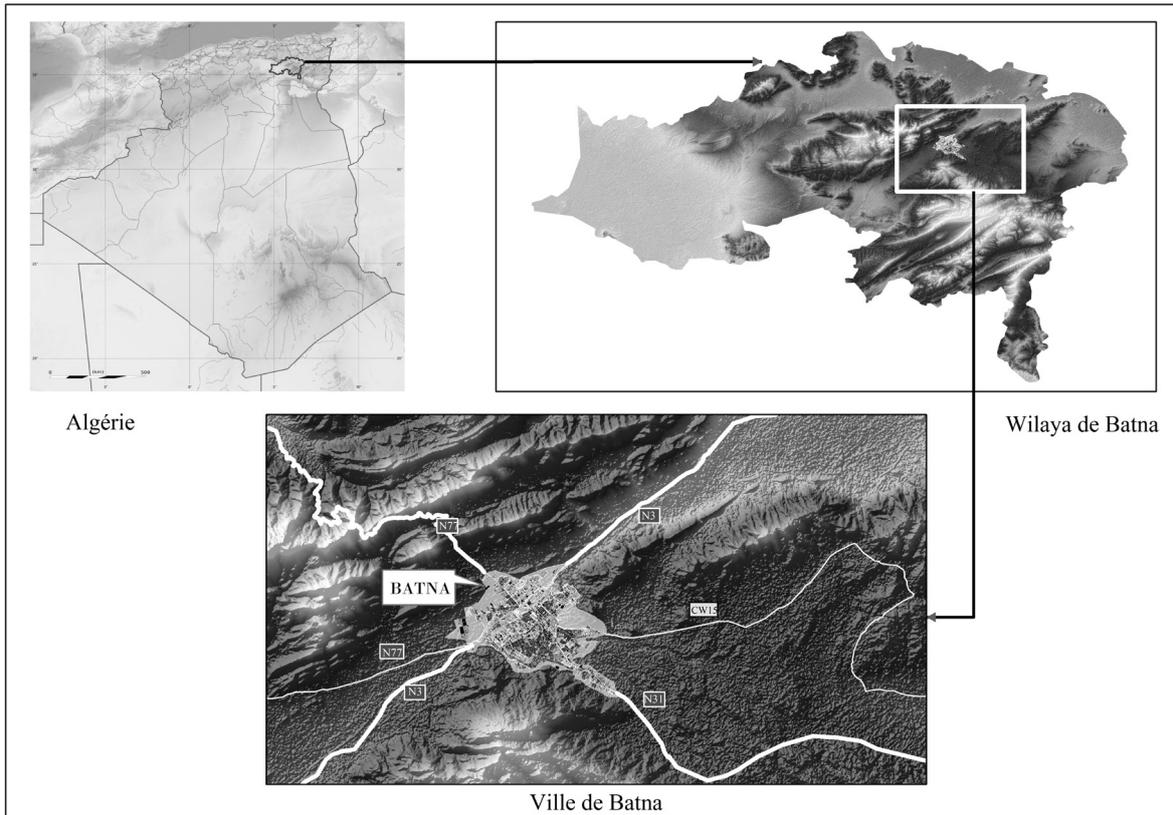


Figure 1. Situation géographique de la ville de Batna

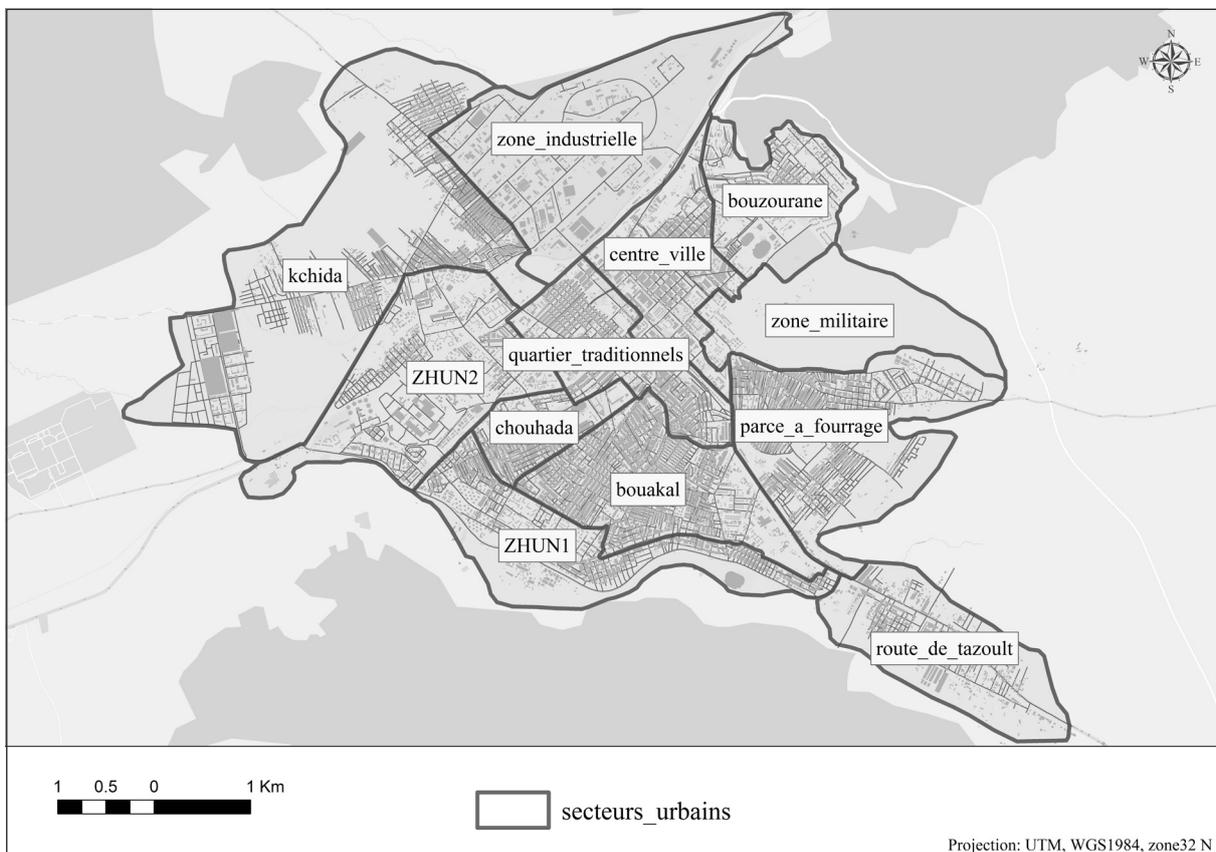


Figure 2. Secteurs urbains de la ville de Batna

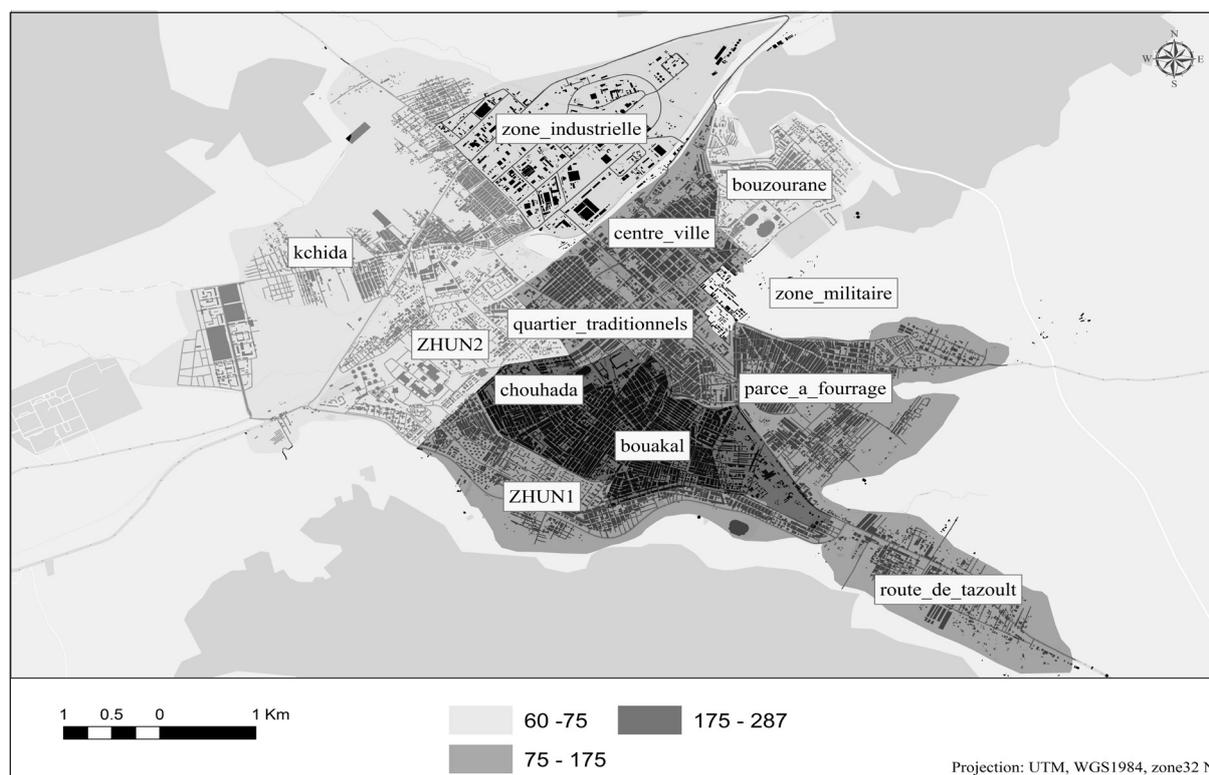


Figure 3. Densité de la ville de Batna (en 2010) hab/h

d'elle un passage incontournable pour certaines populations limitrophes intensifiant le trafic routier de la ville.

B. Sectorisation de la ville de Batna

Pour mieux étudier et analyser les différents paramètres de la ville, cette dernière a été découpée en 12 secteurs (Figure 2) par la DPAT (direction de la planification et d'aménagement du territoire) de la wilaya de Batna. La figure 3 montre la distribution de la densité de la population en 2010.

III. MATÉRIEL ET MÉTHODE D'ANALYSE

En vue d'évaluer l'implantation spatiale des établissements de santé de la ville de Batna par rapport au centre hospitalo-universitaire (CHU), nous utiliserons un modèle conceptuel de données selon le formalisme MADS (Parent *et al.*, 2012). Depuis ce modèle, nous instancierons une base de données géographique, qui nous permettra de réaliser une analyse spatiale des établissements de santé couverts par les zones de dessertes du CHU.

Cette analyse se fera avec ArcGis et son extension ArcGIS Network Analyst :

1. création d'un jeu de données réseau de la ville de Batna,
2. analyse de la zone desservie pour les intervalles de temps de 5 à 30 minutes à partir du CHU,
3. jointure spatiale entre les zones de desserte et les établissements de santé,
4. résumé statistique sur les établissements de santé couverts (5 à 30 minutes) par le CHU,
5. les quatre étapes précédentes permettront de définir une nouvelle fonction de géotraitement (model builder) pouvant être ajoutée à la boîte à outils d'ArcGIS. Cette fonction sera notamment utile pour l'élaboration des instruments urbanistiques.

A. Réseau routier : notion et réalité

La ville de Batna a connu un développement accéléré et anarchique, qui se caractérise par un déphasage entre la succession des mutations et les adaptations des structures. Ceci a généré des dysfonctionnements structurels notamment sur réseau routier qui est loin d'être en adéquation avec les besoins de la circulation routière.

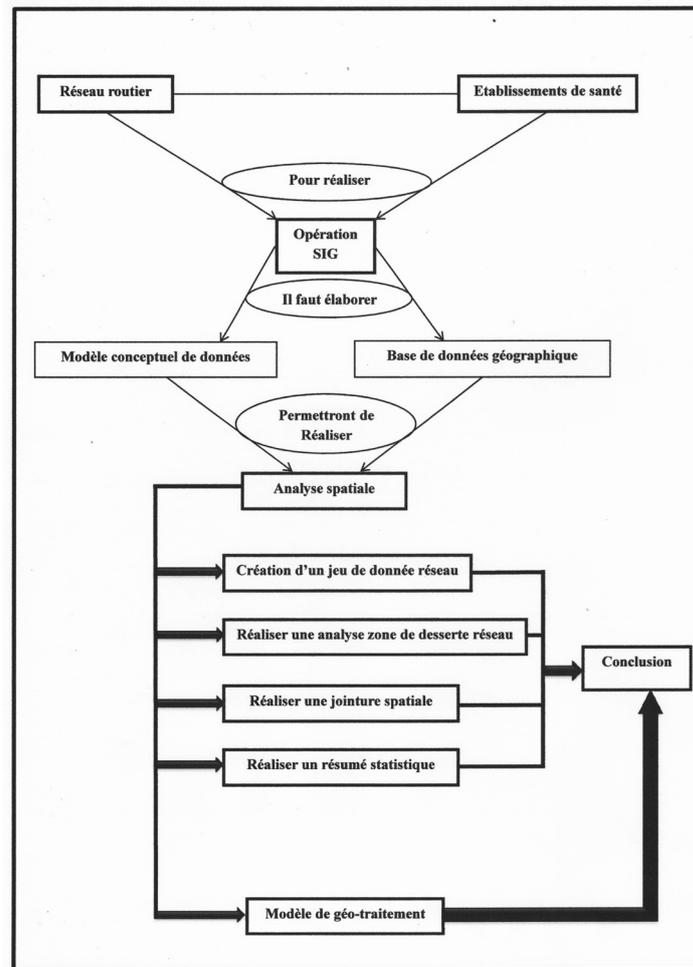


Figure 4. Schéma de la méthodologie du travail

B. Établissement de santé : notion et réalité

Les établissements publics de santé sont des personnes morales dotées d'une autonomie administrative et financière. Ils sont soumis au contrôle de l'état, ils assurent le diagnostic, la surveillance et le traitement des malades, des blessés et des femmes enceintes (Le panorama des établissements de santé, 2011).

La ville de Batna compte dix-neuf établissements de santé. Selon la hiérarchie sanitaire, le CHU est considéré comme le noyau de santé de cette ville, avec 635 lits. Il rassemble la plupart des spécialités médico-chirurgicales.

C. Réseau routier, établissements de santé : une relation spatio-temporelle

Dans un système territorial dont les caractéristiques spatio-temporelles sont connues, la facilité avec laquelle un lieu peut être atteint, par un ou des

individus susceptibles de se déplacer à l'aide des moyens de transport existants, définit l'accessibilité territoriale de ce lieu (Lévy et Lussault, 2003 ; Kwan *et al.*, 2003a ; Dumolard, 2008).

De plus, l'accessibilité relève de la mobilité des individus et varie en fonction des moyens de locomotion disponibles ou utilisés pour accomplir le déplacement, donc des infrastructures de transport (Lévy et Lussault, 2003), des contraintes temporelles (Hägerstrand, 1970 ; Kwan *et al.*, 2003a) ainsi que de l'utilité du déplacement vers le lieu choisi, eu égard à l'utilité des lieux alternatifs (Koenig, 1980). Le réseau routier doit être particulièrement pris en compte lors de l'organisation ou la réorganisation spatiale des établissements de santé.

D. Construction d'un Système d'information géographique

L'urbanisme et l'aménagement du territoire organisent la localisation des activités humaines en

fonction de distances, de surfaces et de voisinages. D'autres informations sont relatives au paysage, aux objets et leur forme (Souquière, 1994).

Aujourd'hui, les systèmes d'information géographique (SIG), offrent de nouvelles possibilités et dépassent la seule cartographie. Ces systèmes rendent plus aisées la prise de décision, la gestion du territoire et la planification dans de multiples domaines (urbanisme, environnement, transport,...).

E. Modèle conceptuel des données

Un modèle conceptuel de données est une représentation des besoins en matière de données pour un système d'information. Il met en évidence les entités, leurs attributs, les associations et les contraintes entre ces entités pour un domaine donné.

Un formalisme représente l'ensemble de règles de représentation permettant de formuler un modèle graphiquement. Il comporte un certain nombre de concepts de base permettant d'exprimer un modèle (Gilles, 2009).

Dans ce contexte, nous avons opté pour le formalisme MADS, un modèle conceptuel entité-associa-

tion étendu aux concepts principaux de l'approche orientée objets (structures complexes, héritage et méthodes). Ce formalisme permet aussi de modéliser des applications spatio-temporelles. Un de ses objectifs majeurs est d'assurer l'orthogonalité entre la modélisation des structures de données et celles de la spatialité et de la temporalité. Ceci nous permettra d'obtenir un modèle à la fois simple (puisque ces concepts sont indépendants) et puissant (puisque ces concepts peuvent être combinés librement) (Parent *et al.*, 2012).

Nous avons utilisé MADS Schema Editor (produit du MurMur Project), qui nous permet de dessiner et vérifier notre schéma (Figure 5).

Cette capture d'écran représente le MADS Schema Editor, composé de divers éléments : types d'objets, types de relations, représentations, liens (héritage, association,...), méthodes (composées d'une liste de définitions distinctes pour chaque représentation), identificateurs et attributs. Nous relevons sur notre schéma la présence d'attributs restés théoriques, avec la possibilité de développer l'approche, telle qu'en intégrer la largeur des voiries pour l'estimation de la vitesse locale sur le réseau. On y voit aussi sur cette capture le

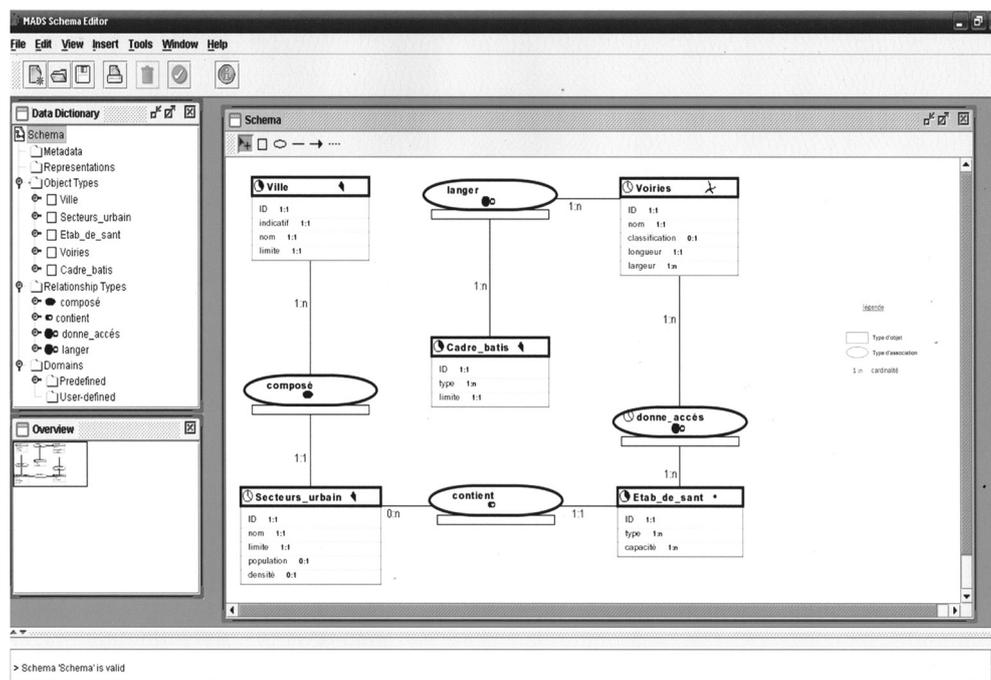


Figure 5. MCD réalisé avec l'éditeur MADS du MurMur project

data dictionary, il s'agit d'un JTree (composant swing qui affiche un ensemble de données de manière hiérarchique) personnalisé, dont les nœuds possèdent une référence à l'élément du schéma qu'ils représentent. Ce composant nous offre la possibilité d'ajouter, de supprimer, de modifier ou d'actualiser les objets, relations et attributs. L'autre composant qui renferme cette capture est l'overview (vue miniature). La vue et le modèle sont séparés. Néanmoins, les données relatives à l'arrangement spatial des éléments du schéma sont contenues dans la vue.

F. Base de données géographique

Les bases de données géographiques sont des outils opérationnels qui permettent l'organisation et la gestion de l'information géographique, sous forme numérique. Ce sont des ensembles structurés de fichiers qui décrivent les objets ou les phénomènes localisés sur la terre (avec leurs attributs et leurs relations nécessaires à la modélisation de l'espace géographique). Une base de données géographique possède un espace de signification qui est constitué de concepts décrits dans la base, par le schéma de

données et par les spécifications (Ruas *et al.*, 2005).

Dans le cadre de ce travail, nous avons procédé à l'implantation d'une base de données géographique intégrant l'ensemble du réseau routier ainsi que les structures de santé et les entités associées.

IV. L'ANALYSE SPATIALE

A. Extension ArcGIS Network Analyst

L'extension ArcGIS Network Analyst permet l'analyse d'un réseau de transport, basé sur une couche de polygones représentant les routes. Le principe de l'extension est de trouver des routes, à partir d'un ensemble de points d'origine vers un ensemble de points de destination. (Lacroix, 2013). L'extension permet aussi d'intégrer des caractéristiques d'un réseau routier tels que les voiries à sens unique, les ronds-points, les temps d'attente à des feux de circulation. De plus, il permet le calcul des distances parcourues mais également de distances-coûts telles que les distances-temps.



Figure 6. Jeu de données réseau de la ville de Batna

B. Création de jeux de données réseau

Les jeux de données réseau (Figure 6) sont des ensembles de classes d'entités qui ont une relation de connectivité. Ils sont créés à partir de trois types de sources :

- des sources d'entités « tronçons » (axes de rues par exemple),
- des sources d'entités « jonctions » (classes d'entités points contenant des passages à niveaux de voies ferrées par exemple),
- des sources d'entités « tournants » (elles permettent de modéliser les transports).

C. Analyse de zones de desserte

On appelle zone de desserte, une région qui comprend toutes les rues accessibles pour une impédance définie. Dans cette étude, les zones de desserte de 5 à 30 minutes depuis le CHU de la ville de Batna (Figure 7) ont été générées (vitesse moyenne : 25 km/h selon la direction des transports de la wilaya de Batna).

D. Jointure spatiale

Une jointure spatiale implique l'appariement d'enregistrements de la couche de jointure à la couche cible selon une relation spatiale, ainsi que l'écriture dans une classe d'entités en sortie. Pendant le traitement, quand un appariement est déterminé, un enregistrement est ajouté à la classe d'entités en sortie, comprenant la forme et les attributs de la couche cible, et les attributs appariés de la couche jointe.

La relation spatiale est définie par les types de géométrie des couches en entrée ainsi que par l'option d'appariement choisie.

En ce qui concerne notre travail, la jointure spatiale a permis le transfert des attributs de la classe zone de desserte à la classe d'entités établissements de santé (Figure 8) en fonction de leurs relations spatiales (recouvrement spatial). Ainsi, il sera possible de préciser l'accessibilité des établissements de santé en fonction des différentes zones de desserte.

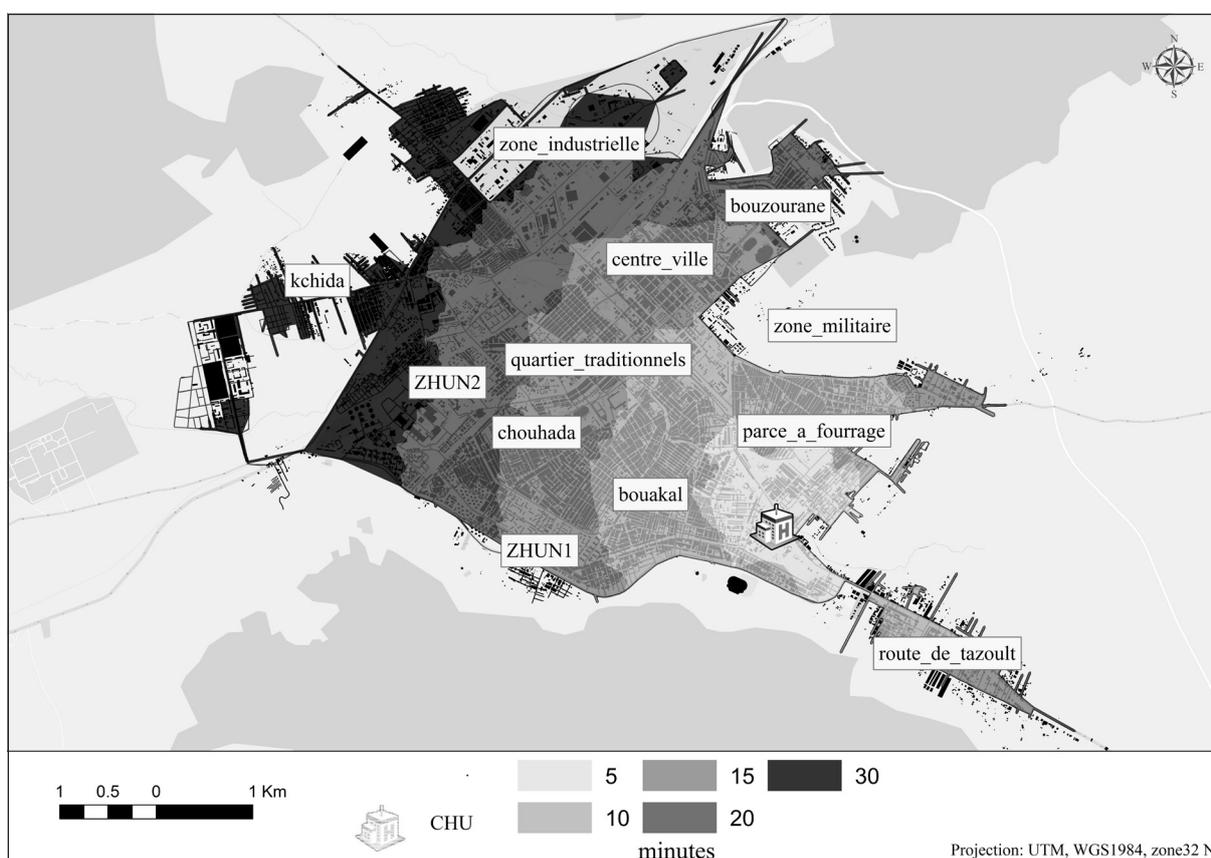


Figure 7. Zones de desserte du CHU de 5 à 30 minutes

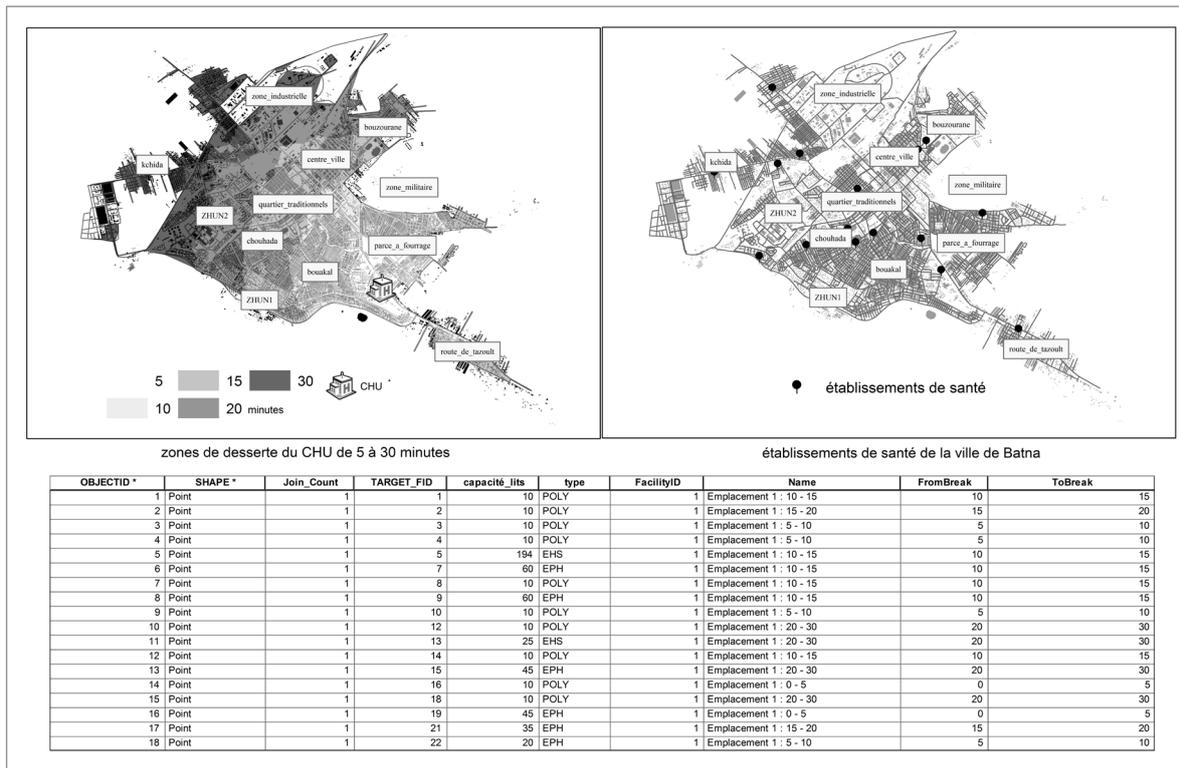


Figure 8. Jointure spatiale zones de dessertes/établissements de santé

E. Résumé statistique

Il est question ici de produire un récapitulatif statistique (Figure 9), montrant l'ensemble des établissements de santé captifs, situés à une distance temps de 5 à 30 minutes du CHU. Pour ce faire, nous allons utiliser l'outil résumé statistique.

Les informations attributaires des entités spatiales n'étaient pas organisées comme nous le souhaitions, mais grâce à l'outil résumé statistique, nous avons obtenu exactement ce que nous projetions. La nouvelle table créée par ArcMap comprend des enregistrements indiquant le nombre d'établissements de santé captifs ainsi que le nombre de lits couverts (pour chaque zone).

Nous en déduisons que plus de 66 % des établissements de santé ne sont pas reliés au CHU dans un intervalle de temps allant de 10 à 30 minutes, de même, 82 % des hospitalisés ne peuvent être évacués vers le CHU en moins de 30 minutes.

F. Réalisation d'un modèle de géo-traitement (Model Builder)

Dans cette ultime étape, nous allons réaliser la

même analyse spatiale permettant d'identifier les établissements de santé couverts par les zones de dessertes du CHU. Cette analyse spatiale ne se fera pas manuellement, pas à pas avec l'ensemble des outils de l'interface ArcMap et l'extension ArcGIS Network Analyst, mais elle sera réalisée grâce à la définition d'un modèle de géo-traitement (Model Builder) (Figure 10).

V. DISCUSSION DES RÉSULTATS

L'analyse des données révèle une certaine faiblesse dans l'accessibilité des services de soins au CHU. Deux phénomènes peuvent expliquer cette difficulté d'y parvenir en des temps optimaux. D'abord, selon la révision du PDAU en 2010, les instruments d'urbanisme utilisés par la ville de Batna s'appuient sur les anciennes méthodes dites classiques. Ensuite, il y a l'effet de la décennie noire (terrorisme et instabilité politique, 1992-2002), période dominée par l'insécurité et le désordre. Le milieu rural fut le plus touché, ce qui a donné lieu à des flux massifs de populations qui cherchaient refuge dans les villes, entraînant d'importants désordres de l'espace urbain par

OBJECTID *	ToBreak	Name	FREQUENCY	SUM capacité lits
1	5	Emplacement 1 : 0 - 5	2	55
2	10	Emplacement 1 : 5 - 10	4	50
3	15	Emplacement 1 : 10 - 15	6	344
4	20	Emplacement 1 : 15 - 20	2	45
5	30	Emplacement 1 : 20 - 30	4	90

Figure 9. Résumé statistique

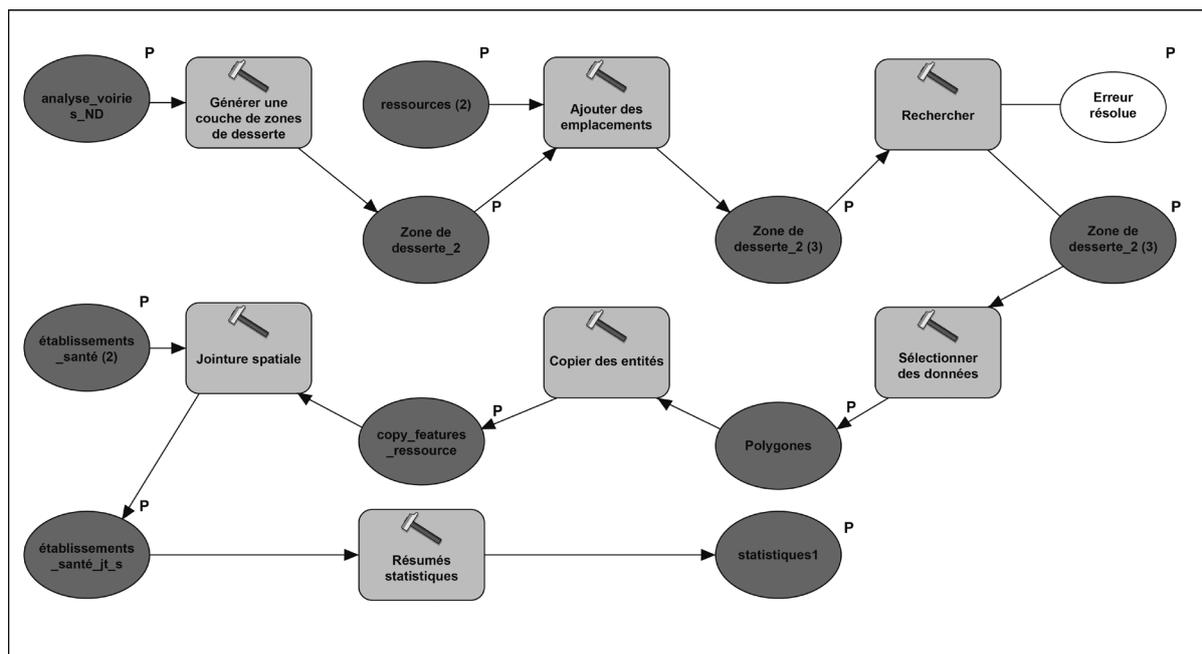


Figure 10. Modèle de géo-traitement (Model Builder)

des constructions anarchiques (Mammri, 2011) et des dysfonctionnements structurels. Notre travail propose un système de gestion de l'information géographique permettant d'étudier la répartition spatiale des établissements de santé. Cet outil constitue une aide précieuse pour les décideurs de la ville de Batna. Par rapport aux cartes et aux plans traditionnels, il présente de réels avantages de par sa précision, sa rapidité et son efficacité. Il permet de traiter des équations d'une importance majeure qui concernent constamment le bon fonctionnement des structures de santé et le bien-être des citoyens. L'objectif de notre étude est de proposer des instruments d'urbanisme dotés d'outils techniques de spatialisation et de gestion de l'information géographique qui, tout en respectant la philosophie du système basé sur les méthodes classiques, permettent une gestion des questions territoriales, dont l'accès aux soins de santé, plus

efficace. Les résultats doivent cependant être interprétés avec prudence vu que la vitesse utilisée est considérée comme constante. L'étude n'a pas considéré des vitesses différentes, car les voiries de la ville de Batna ne contiennent pas de passages réservés aux véhicules d'urgence, ni aux transports collectifs. De même, la plupart des voiries n'ont pas d'endroit réservé pour le stationnement, ce qui contraint les usagers à marquer l'arrêt en pleine voie. A cela, il faut ajouter l'absence de tramways. Pour toutes ces raisons, la direction du transport de la wilaya de Batna a estimé que la vitesse moyenne dans la ville de Batna devait être de 25 km/h, considérant que tous les types de véhicule sont confrontés la plupart du temps aux mêmes contraintes. Cependant, si une réorganisation du réseau routier de la ville devait se faire, nous devrions intégrer ces variations de vitesse. Les résultats seraient sans doute différents.

VI. CONCLUSION

Nos résultats montrent l'existence d'incohérences fonctionnelles des établissements de soins dans la ville de Batna. Il s'agit d'un diagnostic révélateur de faiblesses des méthodes classiques car elles ne proposent que des informations qui revêtent un caractère général.

Nous proposons un nouvel outil utile, fiable pour l'organisation spatiale des établissements de soins pour la ville de Batna. La connaissance du nombre d'établissements de soins captifs dans chaque zone, ainsi que le nombre de lits couverts par chaque périmètre de desserte constitue une information importante pour l'évaluation de l'organisation spatiale des structures de soins, dont le suivi régulier de leurs connexions spatiales peut être assuré par l'utilisation d'un système d'information géographique, fiable, exploitable et susceptible d'être enrichi. Cette approche devrait se substituer aux méthodes classiques pour l'organisation spatiale des établissements de soins en matière de précision, de fiabilité et de commodité, et améliorer le traitement de l'information.

Notes

BDG : Base de données géographique.

CHU : Centre hospitalo-universitaire.

DPAT : Direction de planification et d'aménagement du territoire.

MADS : Modélisation d'Applications à Données Spatio-temporelles.

MCD : Modèle conceptuel des données.

MurMur: «Multi-représentations and multiple résolutions in geographic databases», IST Programme of the European Community, Project 10723.

PDAU : Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme.

SIG : Système d'information géographique.

BIBLIOGRAPHIE

Comité éditorial de l'Université Médicale Virtuelle Francophone (2014). Les établissements de santé. DREES (2011). Le panorama des établissements de santé. Paris Nadine Gautier (eds). Dumolard, P. (2008). Distances, accessibilité et diffusion spatiale. In Thériault, M. & Des Rosiers, F. (dir.), *Information Géographique et dynamiques urbaines*.

vol. 2 ; *Accessibilité, paysage, environnement et valeur foncière* (pp. 31-46), Paris : Hermès Science Publishing.

Gilles, R. (2009). *Conception de bases de données avec UML*. Édition Presses de l'Université du Québec.

Hägerstrand, R.T. (1970). What About People in Regional Science? *Papers of the Regional Science Association*, 24, 7-21.

Koenig, J.G. (1980). Indicators of Urban Accessibility: Theory and Application. *Transportation*, 9(2), 145-172.

Kwan, M.P., Janelle, D.G. & Goodchild, M.F. (2003a). Accessibility in Space and Time: A Theme in Spatially Integrated Social Science. *Journal of Geographical Systems*, 5(1), 1-3.

Lacroix, P. (2013). Contributions of GIS to Efficient Mine Action. Thèse de doctorat, Université de Genève.

Lévy, J. & Lussault, M. (2003). Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés, Paris : Belin.

Mammri, N. (2011). Habitat «Auto-Constructif» à Batna, Processus d'intégration. Thèse magister, Université Mentouri de Constantine.

Parent, C., Spaccapietra, S., Zimányi, E., Donini, P., Plazanet, C., Vangenot, C., Rognon, N. & Crausaz, P.A. (2012). MADS, modèle conceptuel spatio-temporel. Dantoad, p1.

Ruas, A. (2005). Bases de données géographiques et cartographiques à différents niveaux de détail. Laboratoire COGIT institut géographique national.

Souquière, P. (1994). La carte électronique : Définitions et principes. *Bulletin du comité Français de Cartographie*, 139, 47-60.

Coordonnées des auteurs :

Boutrid Mohamed LAMINE
Docteurant, Laboratoire LRNAT,
Université de Batna, 05 avenue Chahid
Boukhlof 05000,
Algérie
Boutrid.mohamed.lamine@gmail.com,

Kalla MAHDI
Professeur, directeur de Laboratoire LRNAT,
Université de Batna, 05 avenue Chahid
Boukhlof 05000, Algérie.
m_kalla1@yahoo.fr