

## **Elaboration d'une nouvelle approche spatiale basée sur les systèmes d'information géographique pour optimiser la gestion des accidents routiers, cas d'étude la nouvelle ville de Ali Mendjeli, Constantine**

**FENGHOUR Zohra Ayat Erahmane<sup>1</sup>, RAHAM Djamel<sup>2</sup>, SADOUNI Salheddine<sup>1</sup>.**

1 Département des sciences Géographiques et de la Topographie,  
Laboratoire des Sciences du Territoire, Ressources Naturelles et Environnement LASTERNE,  
Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire,  
Université Frères Mentouri Constantine 1, Constantine.  
zohraayerahmane.fenghour@umc.edu.dz salaheddinesadouni@umc.edu.dz  
2 Centre de Recherche en Aménagement du Territoire CRAT, Constantine.  
Djamel.raham@crat.dz

### **RESUME :**

La ville est un espace urbain de vie qui doit être agréable pour l'ensemble des citoyens. Cependant, son développement repose principalement sur un réseau routier, qui doit être en mesure d'assurer l'accessibilité aux différents équipements de la ville, ainsi que la sécurité de ses usagers. Néanmoins, la croissance de la ville en matière d'équipements en fait une plaque tournante attrayante pour de nombreux visiteurs, augmentant au passage les encombrements de la circulation et les accidents de la route. Compte tenu des propriétés géographiques et spatiales d'un accident routier, un Système d'Information Géographique (SIG) contribue amplement à identifier les zones dangereuses présentant des taux d'accidents élevés. A l'aide d'un SIG, les données collectées lors des accidents de la circulation peuvent être analysées visuellement sur des supports numériques, constituant ainsi un outil d'aide à la décision.

D'autre part, un SIG permet aux chercheurs de développer diverses méthodes et approches spatiales d'analyse de la circulation, en identifiant les localisations à fort risque d'accident et leurs défauts. Le présent papier, s'intéresse à l'élaboration d'une nouvelle approche spatiale basée sur les SIG ; pour établir un schéma d'accidentologie de la Nouvelle ville de Constantine. Pour ce faire, nous allons intégrer à notre nouvelle approche spatiale la méthode de calcul de la densité de noyau, dans le but de révéler l'impact du réseau routier de la ville d'Ali Mendjeli sur le taux des accidents ; en identifiant les points avec une pondération plus importante. Les résultats obtenus ont démontré que la fréquence des accidents est plus élevée entre 13h00 et 17h00, sur des tronçons de routes proche des principaux équipements de la ville ou tous près des chantiers de construction. Enfin, les résultats de cette étude pourraient servir de référence aux autorités en charge de la gestion de la circulation, pour élaborer des mesures de prévention et de régulation des accidents routiers.

**MOTS-CLES :** Gestion des accidents routiers, schéma d'accidentologie, Système d'information géographique, nouvelle approche spatiale, densité de noyau, nouvelle ville Ali Mendjeli.

## I. Introduction

Les accidents de la route sont devenus une préoccupation majeure aux niveaux national et international en raison de leurs graves conséquences humaines et économiques. Selon l'OMS [1], environ 1,25 million de personnes meurent chaque année suites à des accidents de la route et des millions de personnes blessées dont beaucoup d'entre eux ont été handicapés. En outre, les accidents de la route coûtent une perte d'environ 3% du PIB dans la plupart des pays [1]. L'Algérie n'est pas exclue de ces effets désastreuses car elle a déploré un lourd bilan de 2 844 morts et 25 836 blessés conséquence directe de 19 000 accidents de la circulation au cours de l'année 2020 [2]. Une hausse de 38% des accidents corporelles est enregistré lors des sept premiers mois de l'année 2021, augmentant ainsi le nombre de de morts à 27,44%, et celui des blessés à plus de 37% [2].

Les zones urbaines sont plus susceptibles de connaître un taux significatif d'accidents de la route en raison de la grande mobilité dans ces zones. Par ailleurs, l'augmentation considérable du nombre des véhicules privés, public et des piétons, qui sont les principaux intervenants dans les accidents de la route. Ce qui est le cas dans la wilaya de Constantine, où les drames de la route sont recensés sur les routes nationales traversant le chef-lieu [2]. En effet, l'excès de vitesse, le dépassement dangereux et le mauvais état des véhicules sont les principales causes répertoriées selon la sureté urbaine. Bien que, plusieurs pratiques ont été mise en œuvre par cette dernière dans le but d'améliorer la sécurité routière, elles sont basées principalement sur des approches statistiques traditionnelles qui ne prennent pas en compte l'emplacement absolu ou relatif des accidents. Ce dernier étant l'élément essentiel de toute analyse spatiale en matière de sécurité routière.

L'émergence des systèmes d'information géographique et de leurs caractéristiques de cartographie et de visualisation. Outre ses divers outils topologiques, tels que la superposition des couches, les zones tampons et les modèles statistiques spatiaux développés dans les SIG. Ces derniers ont permis d'introduire une variété des approches spatiales appliquées à l'accidentologie. Par conséquent, elles sont conçues pour étudier l'impact des facteurs qui ont conduit à la survenance des accidents et de déterminer comment les accidents sont affectés par les lieux voisins et quels sont les lieux qui méritent une intervention plus urgente. Les accidents sont représentés dans un environnement SIG par des données ponctuelles et sont confrontés aux problèmes typiques de toutes les données ponctuelles : dépendance spatiale et hétérogénéité spatiale [3]. L'analyse spatiale des accidents y compris la cartographie et la visualisation de la distribution spatiale des accidents, l'identification de modèles de regroupement et l'utilisation de modèles spatiaux pouvant identifier les liens entre les collisions et l'environnement. Par conséquent, elle est utilisée pour mesurer la dépendance et l'hétérogénéité spatiale des données des accidents routiers.

L'estimation de la densité de noyau ou « *kernel density estimation* » (KDE) est l'une des approches spatiale les plus utilisées dans plusieurs études d'analyse des accidents. Bien que KDE puisse avoir un avantage pour prédire la propagation des risques des accidents, le rayon du noyau a fait l'objet de débats dans plusieurs domaines scientifiques [4]. Il semble

que la détermination de la largeur de bande, influence le résultat des points chauds [4]. À cette fin, notre travail de recherche vise à proposer une nouvelle approche spatiale qui traite les limites de KDE et améliore son fonctionnement dans l'analyse spatiale des accidents de la route. Ainsi cette nouvelle approche s'inscrit dans l'identification des points noirs fortement accidentogènes, indispensable à la mise en place de pratiques de gestion des risques d'accidents de la route.

Le reste de ce document est organisé comme suit : La section 2 décrit les travaux connexes. Dans la section 3, nous présenterons la zone d'étude, la section 4 donnera un aperçu sur la méthodologie utilisée dans l'étude, tandis que la section 5 présentera les résultats et leur discussion. Enfin, Nous clôturons notre travail de recherche par une conclusion et la proposition d'un certains suggestions pour des travaux futurs.

## **II. Travaux connexes**

Certains auteurs ont utilisé le SIG pour des analyses linéaires simples et l'élaboration de cartes combinant divers paramètres comme le nombre des accidents, le nombre de décès et de blessures ou les dommages matériels ; le cas des auteurs de [5]. D'autres auteurs [6] l'ont utilisé pour des analyses spatiales et l'identification des zones à risque d'accident routier. Pour ce qui est de l'analyse spatiale, les auteurs de [7] et [8] ont concentrés leurs recherches sur une utilisation spatiotemporelle des SIG pour l'identification des zones fortement accidentogènes.

Dans le volet approche spatiale, les auteurs de [9], sont parmi les premiers à adopter une approche d'analyse spatiale afin d'étudier les accidents de véhicules lourds en Australie occidentale. Les auteurs ont appliqué une modélisation spatiale et des méthodes d'analyse spatio-temporelle telles que « les points chauds émergents » dans un environnement SIG afin d'identifier les points chauds émergents sur des routes spécifiques en Australie.

Ainsi, dans [10], les auteurs ont mené une étude qualitative en combinaison avec les outils d'analyse spatiale proposée par les SIG. Dans le but d'identifier les zones noires en matière des accidents de la route dans un tronçon de route nationale RN6 de 38 Km traversant la wilaya de Mascara en Algérie. Cette méthode qualitative a montré que, dans l'analyse de la sécurité routière, il est indispensable d'intégrer les usagers de la route comme une source d'information supplémentaire, pour la localisation des zones à haut risque sur le réseau routier parcouru quotidiennement.

A travers cette recherche bibliographique nous apercevons l'importance accordée au SIG par les différents chercheurs dans le domaine de l'aménagement du territoire. Ces derniers se concentrent principalement sur la mise en place d'une politique d'urbanisation durable qui favorise la sécurité des routes pour ses différents usagées : conducteur passager et piéton. Néanmoins, la mise en œuvre d'une approche spatiale dédiée à l'analyse des accidents et leurs localisations spatiales et temporelles dans un environnement urbain constituera un apport certain pour compréhension des accidents de la route et la détermination des points noirs fortement accidentogènes. Pour cela, dans la suite de notre papier nous nous concentrons sur l'élaboration d'une nouvelle approche spatiale pour l'optimisation de la gestion des accidents routiers. Afin d'accorder une dimension pratique à

notre travail de recherche, nous appliquerons cette nouvelle approche spatiale sur la nouvelle ville de Ali Mendjeli, Constantine par l'utilisation d'un système d'information géographique.

### **III.L'accidentologie routière**

Un accident routier désigne toute collision qui se produit sur la route, dans laquelle les trois facteurs que sont : humain, véhicule et environnement constituent les principales causes de ces accidents [11]. En outre, le facteur humain englobe le conducteur et les piétons, notamment le non-respect du code de la route, l'excès de la vitesse, la fatigue et les dépassements dangereux. Le facteur véhicule inclut les défaillances mécaniques ou électriques, principalement dues à un manque d'entretien régulier des véhicules. Enfin, le facteur environnemental englobe le mauvais état de la route, l'absence ou l'insuffisance de signalisation, les mauvaises conditions météorologiques, etc. Il existe donc deux types d'accidents routiers : les accidents de véhicule à véhicule ou de véhicule à piéton.

Outre les pertes humaines causées par les accidents de la route, elle a diverses répercussions économiques et sociales. De ce fait, l'accidentologie est la discipline qui vise à étudier les causes et les effets des accidents routiers en adoptant une approche multifactorielle. En effet, des modèles pratiques ont été mise en place par les Nations Unies et l'OMS visant à intégrer tous les aspects de l'accident. D'autre part, le professeur William Harden [12], l'un des promoteurs de la recherche en sécurité routière, a introduit une matrice. Cette dernière, est le premier modèle d'analyse qui décompose l'accident en plusieurs parties :

La phase pré-accidentelle (sécurité primaire) qui comprend l'impact potentiel de tous les facteurs de l'exposition, la phase de choc (sécurité secondaire) et la phase post-accidentelle (sécurité tertiaire) [13].

### **IV. La zone d'étude la nouvelle ville d'Ali Mendjeli à Constantine**

La croissance urbaine de la wilaya de Constantine, le déficit de logements et la saturation des villes satellites ont fait émerger l'idée d'implémenter des nouvelles villes, ce qui est le cas de la ville « Ali Mendjeli ». Cette dernière est située sur le plateau d'Ain El-Bey, à l'ouest de la commune du « El- Khroub » à 36°14'56.96"N de latitude Nord et 6°34'31.76"E de longitude Est. La nouvelle ville est structurée en 21 quartiers, appelés Unités de Voisinage (UV), délimitée par les boulevards circulaires et elle est dotée de 1500 hectares et une population de de 400.000 habitants [14].

En plus des équipements essentiels à une ville, Ali Mendjeli comporte aussi un pôle universitaire attirant plus de 100.000 étudiants [14], ainsi qu'un pôle commercial qui captive de nombreux visiteurs. La ville nouvelle est reliée à la ville de Constantine par quatre accès constitués d'une importante armature de routes :

- Un accès à l'Est de la Ville qui la relie avec la RN 79. Cet accès est considéré comme le plus important en matière de trafic enregistré.
- Un accès par la même route RN 79 avec un contournement donnant sur la sortie Ouest de la ville.

- Un accès à l'Ouest à partir de la ville d'Ain Smara et un accès à partir de l'autoroute Est- Ouest [15]. De même, la nouvelle ville « Ali Mendjeli » est traversée par une route d'importance secondaire : Chemin de wilaya 101 qui la divise en deux grandes parties nord et sud.

Du fait de sa proximité avec les grands axes routiers et les activités aéroportuaires, Ali Mendjeli est devenue une importante ville favorablement équipée, avec un trafic routier journalier conséquent. Cependant, un réseau routier endommagé par la multitude de chantier en cours et une mauvaise gestion de la circulation conduit inévitablement à des conséquences désastreuses telles que des accidents de la route. Ainsi à travers nos enquêtes de terrain dans la nouvelle ville de Ali Mendjeli, nous avons constaté l'existence de plusieurs points noirs fortement accidentogènes ; présentant une importante concentration d'accidents de la route sur une échelle temporelle. Ce qui nous conduit dans la suite de ce papier à se focaliser sur la mise en œuvre d'une nouvelle approche spatiale en mesure d'identifier et gérer au mieux les risques et les accidents routiers.

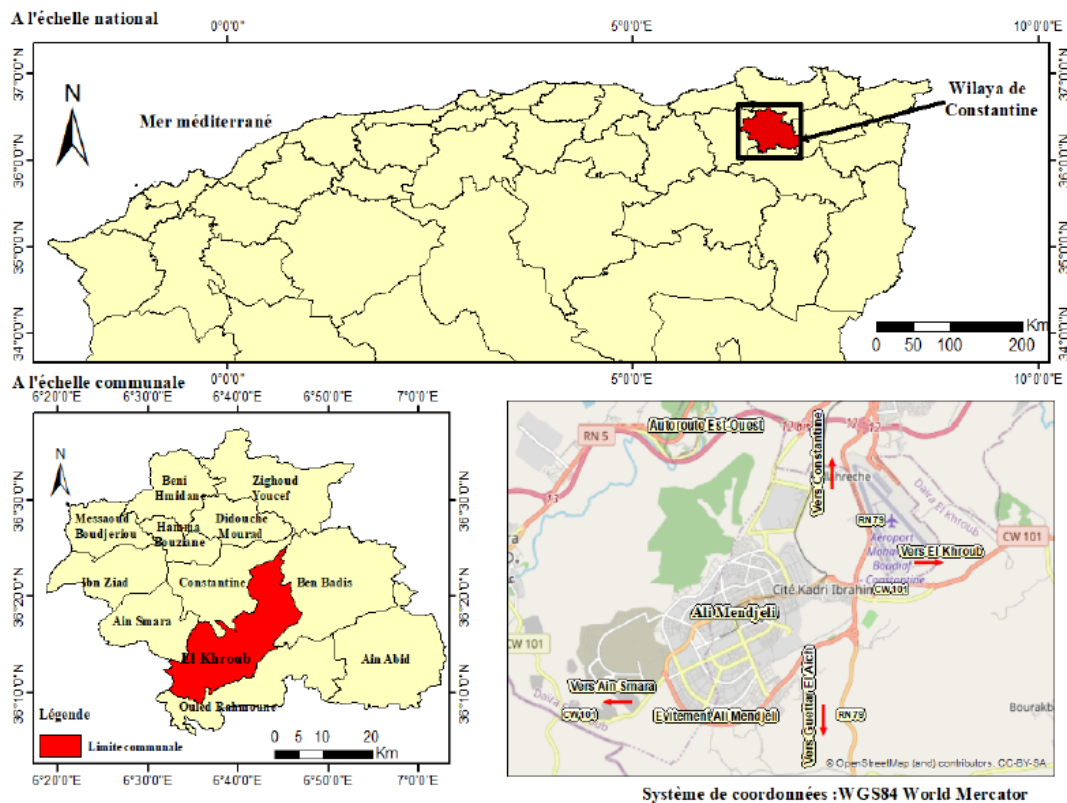


Figure 01 : Situation géographique de la nouvelle ville « Ali Mendjeli ».

## V. Enquête de terrain de collecte des données

L'analyse des points chauds d'accidents routiers nécessite la création d'une base de données comprenant les données vectorielles : les emplacements des accidents et le réseau routier. Pour Cela, nous avons mené une enquête de terrain à travers laquelle nous avons identifié les emplacements des points fortement accidentogènes de la nouvelle ville Ali Mendjeli. L'identification de ces points s'est focalisée principalement sur deux paramètres importants : le temps et l'occurrence des accidents. En effet, la période temporelle choisie est d'une (01) journée soit 24 heures, alors que l'occurrence des accidents routiers est d'au moins un (01)

accident. En se concentrant sur ces deux paramètres (le temps et l'occurrence minimale des accidents), nous avons pu déterminer les points fortement accidentogènes dans la nouvelle ville de Ali Mendjeli voir tableau 01. L'identification de ces points apport des informations utiles sur les éléments endogènes favorisant la survenue d'accidents routiers

Emplacement des accidents	Longitude	Latitude
La sortie de station d'essence rentrée des quatre chemins	6°36'40.7"E	36°15'40.8"N
Le rondpoint sur la route de poids lourd (déviation)	6°35'05.2"E	36°14'02.1"N
Les sorties des chantiers	6°33'09.1"E	36°15'10.5"N
La daïra de Ali Mendjeli	6°33'40.0"E	36°15'01.6"N
Route national 79 Vers Guettar el Aich	6°36'25.3"E	36°13'56.4"N

Tableau 01 : Recensement des points les plus accidentogènes de la nouvelle ville de Ali Mendjeli.

Par ailleurs, certains points déterminés lors de notre enquête de terrain ne présentent qu'une occurrence d'un (01) accident routier par deux ou trois jours ,divisé en accident grave et d'autre matériel, voir figure 02. Néanmoins, ces points sont comptabilisés et ajoutés dans notre base de données, afin d'enrichir notre connaissance du déroulement des accidents sur le réseau routier de la nouvelle Ville de Ali Mendjeli. Ainsi, la digitalisation de ce réseau routier s'est principalement appuyée sur les données issues d'*OpenStreetMap*.

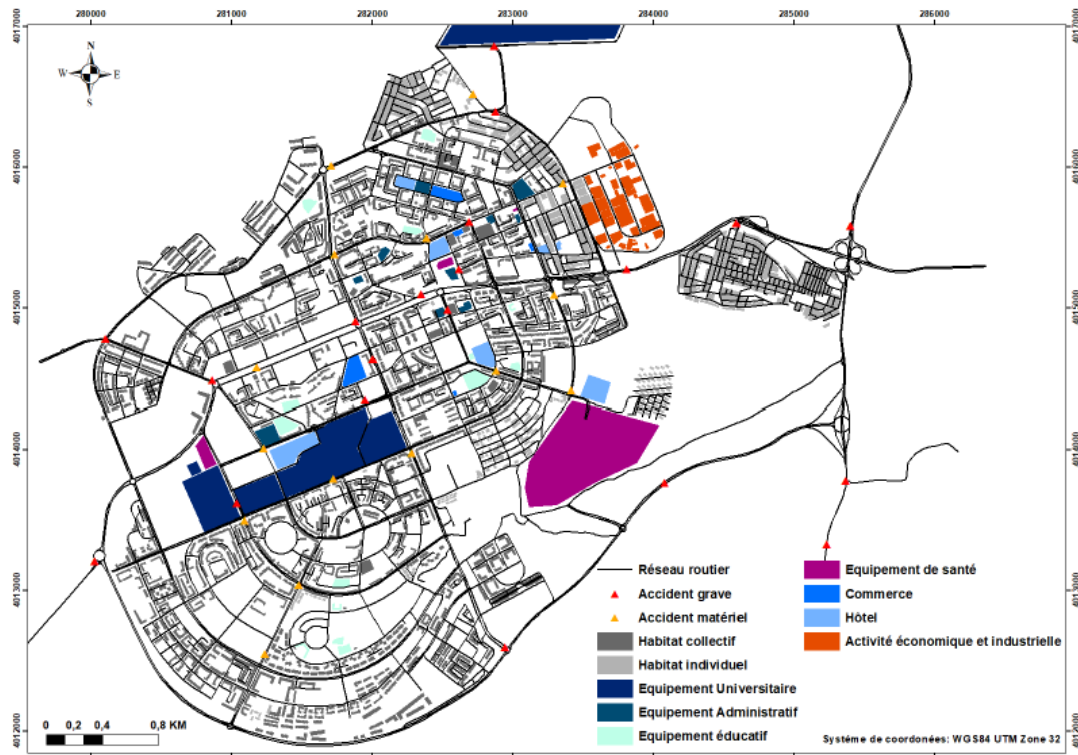


Figure 02 : Localisation des accidents routiers par rapport à l'occupation du sol de la ville Ali Mendjeli .

## VI. Méthode d'analyse spatiale des points chauds

Selon [16] les accidents forment souvent des grappes sous forme d'assemblage serré, connues sous le nom de points chauds. Par conséquent, plusieurs études ont appliquées des méthodes statistiques traditionnelles en utilisant les SIG pour identifier les points chauds des accidents de la route. Par exemple, les estimations basées sur la fréquence des accidents, le taux d'accidents, la densité des accidents et l'indice de gravité des accidents [17].

L'estimation de densité du noyau (KDE) a été largement utilisée dans l'identification des points chauds en particulier ceux liés aux données sur la criminalité qui ne se produisent pas dans des lieux précis. Par ailleurs, cette méthode a également été adaptée et appliquée aux données sur les accidents routiers, afin d'identifier les points chauds accidentogènes. Dans la littérature, la méthode de densité du noyau est dévoilée sous deux formes :

1. **l'estimation de la densité du noyau planaire « *Planar Kernel Density Estimation* » (PKDE) :** est utilisée pour identifier les événements ponctuels et calculer la densité dans un espace à deux dimensions 2D. Pour ce faire, la méthode PKDE se base sur le calcul de la distance euclidienne [18].
2. **l'estimation de la densité du noyau du réseau « *Network Kernel Density Estimation* » (Net-KDE) :** elle est utilisé pour calculer la densité d'événements tels que les accidents routier survenant tout au long du réseau routier [16].

En ce qui nous concerne, dans ce papier nous nous concentrons sur l'adaptation de la méthode PKDE pour la mise en œuvre de notre nouvelle approche spatiale. En effet, comme nous l'avons mentionné précédemment la méthode PKDE calcule la densité d'un évènement ponctuel dans un espace délimité. En considérant que cet évènement est un accident routier et que l'espace d'estimation est le réseau routier de notre zone d'étude, nous pouvons ainsi prédire et déterminer avec précision les points noir fortement accidentogènes possédant une forte densité. L'application de cette méthode s'appuie sur la modélisation mathématique suivante :

$$\widehat{f}(x) = \frac{1}{nh^2} + \sum_{i=1}^n K\left(\frac{d_i}{h}\right) \quad (1)$$

Où  $\widehat{f}(x)$ : l'estimation de la densité à l'emplacement du point x.

**n** : est le nombre d'accidents.

**d<sub>i</sub>** : représente la distance entre l'emplacement (x ; y) et l'emplacement de i ème accident (i = 1, 2, 3, ...,n).

**h** : est la largeur de bande, qui est toujours supérieur à 0.

**k ( )** : est la fonction noyau ou « *Kernel* » qui est une fonction de la distance et la largeur de bande .

D'après le modèle mathématique de la méthode PKDE nous constatons la possibilité de prédire et déterminer les points chauds fortement accidentogènes ; par le biais de sa densité. Seulement, les résultats obtenus seront influencés par la largeur de bande appelé aussi le rayon du noyau constituée du champ de points contribuant à la détermination des points chauds. Ainsi, la mise en place d'une largeur de bande optimale favorise l'obtention de résultats probants reflétant la réalité des accidents dans notre zone d'étude. En effet, une

bande large supprimera la variation spatiale en étendant l'influence des points sur à une zone plus large, tandis qu'une largeur de bande trop petite ne produira pas une surface lisse et continue. Alors, le choix de la meilleure largeur de bande varie d'une étude à l'autre, voir la figure 03.

En revanche, certains auteurs recommandent d'utiliser des largeurs de bande allant de 20 m en milieu urbain à 1000 m en milieu rural. Avec cette perspective en tête, nous poursuivons notre travail de recherche en se concentrant sur la détermination de la largeur de bande optimale, qui caractérise l'accidentologie de la nouvelle ville d'Ali Mendjeli.

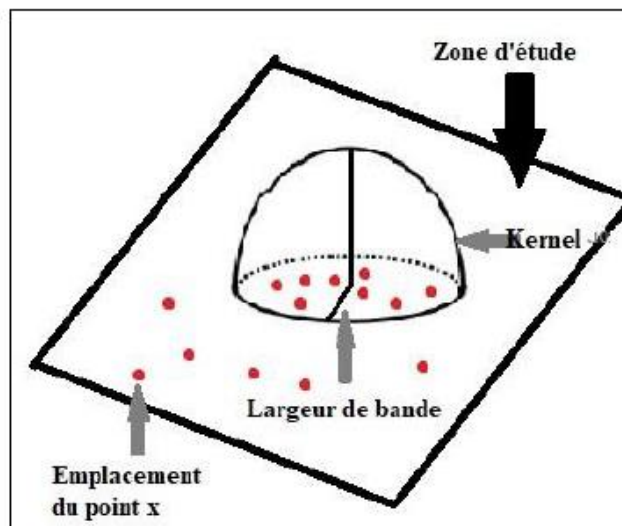


Figure 03 : Illustration de la PKDE pour l'analyse de modèles ponctuels spatiaux [19].

Nous mettons en œuvre notre nouvelle approche spatiale à l'aide d'un logiciel SIG, en programmant dessus l'algorithme de fonctionnement de la méthode PKDE expliqué précédemment. Ainsi la localisation des différents points fortement accidentogènes sur une couche spécifique nous permet d'appliquer les calculs de densité pour en faire sortir les points chauds de notre zone d'étude. Afin de définir la largeur de bande optimale caractérisant la nouvelle ville de Ali Mendjeli, nous réalisons quatre scénarios différents chacun d'eux se base sur une largeur de bande différente. Ainsi le premier scenario utilisera une largeur de bande 10 mètre, alors que le deuxième scénario se basera une largeur de bande de 15 mètre. Pour ce qui du troisième et du quatrième scénario ils se baseront respectivement sur des largeurs de bande de 20 et 25 mètre. L'obtention des résultats nous permettra par la suite de définir la largeur de bande optimale qui caractérise le mieux la nouvelle ville d'Ali Mendjeli.

## VII. Résultats et discussion

L'application de notre nouvelle approche spatiale nous a permis de présenter nos résultats sous forme des cartes Raster, dont la densité des accidents est représentée par des surfaces continues. La densité des accidents routiers est représentée par un gradient colorimétrique allant du vert au rouge, les emplacements avec une faible densité sont représentés par la couleur verte, tandis que la couleur rouge indique les zones où la densité d'accidents est élevée.

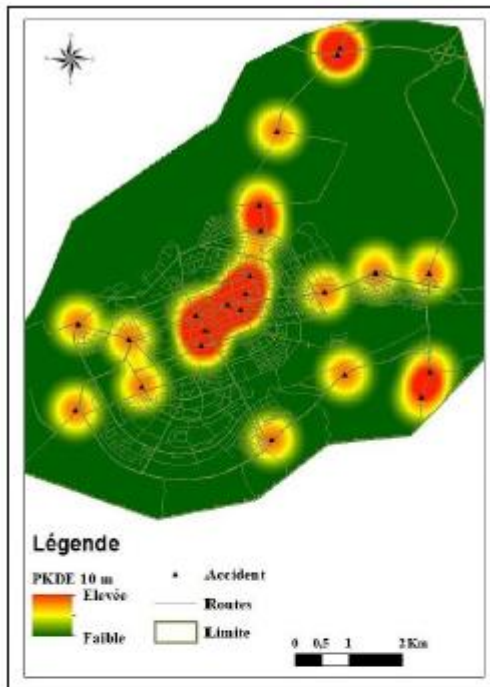


Figure 04 : schéma d'accidentologie avec une largeur de bande de 10 m.

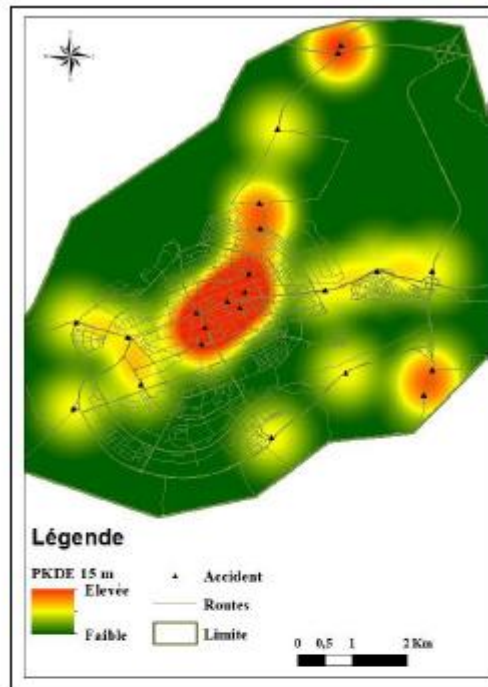


Figure 05 : schéma d'accidentologie avec une largeur de bande de 15 m.

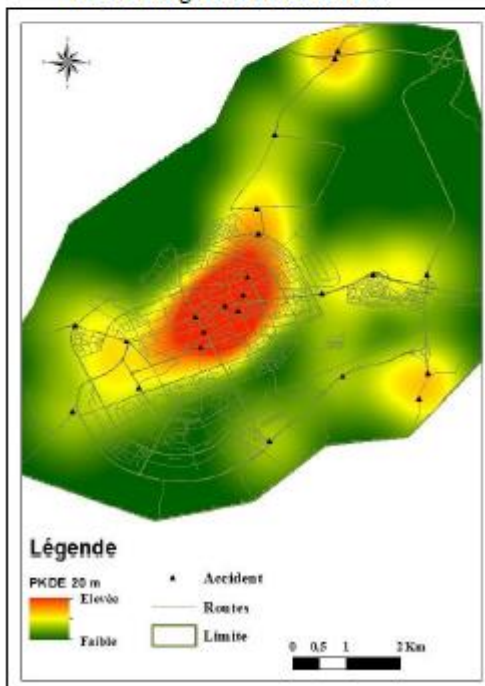


Figure 06 : schéma d'accidentologie avec une largeur de bande de 20 m.

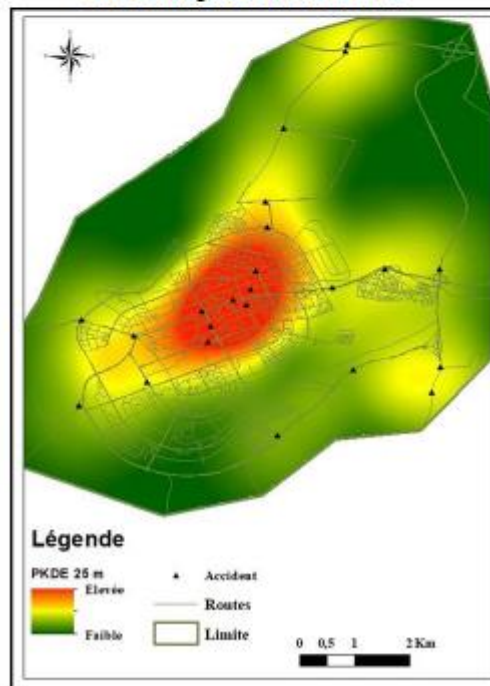


Figure 07 : schéma d'accidentologie avec une largeur de bande de 25 m.

Puisque les résultats de la méthode PKDE sont particulièrement sensible à la largeur de bande nous nous somme focalisé ainsi sur la détermination de largeur de bande optimale pour la l'identification des zones d'étalement du risque d'accidents routiers dans la nouvelle

ville de Ali Mendjeli. Pour cela, nous avons utilisées les largeurs de bandes suivantes : 10m, 15m, 20m et 25m ce qui nous a fournis les résultats illustrées respectivement sur les figures 04, 05, 06 et 07. En Effet, les résultats obtenus démontrent que les surfaces de densités des accidents ainsi que le nombre des points chauds détectés varient selon la largeur de bande utilisée.

Sur la figure 04 illustrant l'utilisation d'une largeur de bande de 10m, on constate l'apparition de 14 points chauds avec des zones très précise d'étalement du risque routiers. L'augmentation de largeur de bande à 15m illustrée dans la figure 05, provoque une diminution drastique des points chauds à seulement 4 avec des zones d'étalements du risque partiellement délimitées. En ce qui concerne les largeurs de bande de 20m et 25m illustrées sur les figures 06 et 07 le nombre de points chauds passe directement à un seul point avec une grossière délimitation des zones d'étalements du risque routier.

Nous pouvons expliquer ces résultats par le fait qu'une largeur de bande plus importante implique un étalement conséquent de la zone de densité. Ainsi, avec une largeur de bande de 20m à 25m nous n'avons qu'un seul point chaud. Alors qu'avec une petite largeur de bande l'étalement de la zone de densité est moindre fournissant 14 points chauds. Ce qui nous amène à conclure que les largeurs de bande de : 15m, 20 et 25m provoquent une surestimation des zones à risque d'accidents ce qui les rends inadaptés pour la nouvelle ville de Ali Mendjeli. En revanche, une largeur de bande de 10m indique des points chauds bien précis et des zones d'étalement du risque routier bien délimitées, ce qui peut être utilisé comme schéma d'accidentologie de la nouvelle ville de Ali Mendjeli.

Si nous analysons les points chauds présent sur le schéma d'accidentologie de la nouvelle ville de Ali Mendjeli généré avec une largeur de bande de 10m, nous pouvons constater qu'ils sont situé au centre de la ville Ali Mendjeli, tout proche des principaux équipements de la ville : centres commerciaux, gares routières, résidence universitaires, hôtels, etc. Les points chauds sont aussi éparpillés à proximité des agglomérations urbaines, ce qui démontre la liaison entre la forte densité du trafic routier et ces centres d'intérêt. Selon nos enquêtes de terrain et sur une échelle temporelle, 80% des accidents de la route surviennent entre 13h à 17h, conséquence directe de l'affluence de la population sur ces mêmes centres d'intérêt. Un dernier constat concerne plutôt la détérioration de tronçons entiers de routes, sur le chemin des engins de chantier ; ce qui augmente aussi le risque des accidents sur ces tronçons.

## VII. Conclusion :

Ces dernières années, la nouvelle ville de Ali Mendjeli à Constantine s'est à fortement développée pour atteindre le statut de wilaya déléguée. Ce nouveau statut administratif confère à Ali Mendjeli la capacité d'améliorer favorablement ses équipements et infrastructures, tel que son réseau routier. Ainsi notre travail de recherche s'est principalement concentré sur la mise en œuvre d'une nouvelle approche spatiale en mesure d'optimiser la gestion des accidents routier. Cette nouvelle approche s'inscrit dans le cadre d'identification des points noirs fortement accidentogènes afin de mettre en lumière les facteurs endogènes participant à la survenue d'accidents routiers

Pour cela, dans ce papier, nous avons utilisé la méthode de densité du noyau (KDE) comme méthodes d'analyse spatiale. Cette dernière, améliore ainsi l'identification des points noirs présentant une importante concentration des accidents routiers. Pour mieux affiner nos résultats de recherche nous avons appliqué une forme spécifique de KDE nommé PKDE qui détermine les zones à forte densité d'accidents à partir d'un ensemble des points. Ainsi, nous avons constaté que les résultats obtenus à travers l'utilisation de la méthode PKDE sont particulièrement influencées par la largeur de bande, sans qu'il n'existe aucune démarche spécifique pour sa détermination.

En ce qui nous concerne, dans ce travail de recherche nous avons appliqué quatre largeurs de bande différentes : 10m, 15m, 20m et 25m. Selon la localisation des points chauds et des zones de propagation du risque routiers sur les schémas d'accidentologies de ces largeurs de bandes, les résultats obtenus démontrent que notre nouvelle approche spatiale basée sur la méthode PKDE est plus optimale pour une largeur de bande de 10m. L'analyse des points chauds relatifs aux accidents routiers survenus au niveau la nouvelle ville d'Ali Mendjeli à Constantine en utilisant la largeur de bande de 10 m ; révèlent que la fréquence des accidents est plus élevée dans la plage horaire de 13h00 à 17h00. Ce qui peut s'expliquer par une augmentation importante des usagers de la route : conducteurs et piétons lors de cette plage horaire. Ainsi, les divers chantiers de travaux publics présents à nouvelle ville de Ali Mendjeli ont provoqué la détérioration de certains tronçons de route en augmentant au passage le risque d'accidents routiers.

Pour de futurs travaux nous préconisons la mise en œuvre d'une base de données spatiale recensant les accidents de la route, tout en contribuant à l'amélioration du travail des services d'intervention, des décideurs locaux et ceux d'aménagement du territoire et d'urbanisme de la nouvelle ville de Ali Mendjeli.

## **REFERENCES**

- [1] Organisation Mondiale De Santé (OMS), « les conséquences des accidents routiers », mis en ligne le 21 juin 2021, consulté le : 10 septembre 2021. URL : <https://www.who.int/ar/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>.
- [2] AGENCE ANADOL, « Algérie : un accident de la route fait 18 morts dans l'est du pays » mis en ligne le 10 juillet 2021, consulté le : 10 septembre 2021. URL : <https://www.aa.com.tr/fr/afrique/alg%C3%A9rie-un-accident-de-la-route-fait-18-morts-dans-est-du-pays-/2300292>.
- [3] Shenjun Yao, Becky P.Y. Loo & Bruce Zi Yang, « Traffic collisions in space: four decades of advancement in applied GIS », ANNALS OF GIS, Vol N°22, pp1-14, 2016.
- [4] Apostolos Ziakopoulos et George Yannis « A review of spatial approaches in road safety, Accident Analysis and Prevention, Vol 135, 2019.
- [5] Qin X, Parker S, Liu Y, Graettinger AJ, Forde S, « Intelligent geocoding system to locate traffic crashes, Accident; analysis and prevention », Vol N° 50, pp1034-1041, 2013.

- [6] Ivan K , Haidu I., Benedek J et Ciobanu S.M, « Identification of traffic accident risk-prone areas under low-light conditions» Nat. Hazards Earth Syst. Sci, Vol N° 15 (9),pp 2059–2068,2015.
- [7] K Ivan et I Haidu, «The spatio-temporal distribution of road accidents in Cluj- napoca », Geographia Technica, Vol N°2, pp 32-38, 2012.
- [8] V Prasannakumar, H Vijith,R Charutha et N Geetha, « Spatio-Temporal Clustering of Road Accidents: GIS Based Analysis and Assessment »,Procedia - Social and Behavioral Sciences, Vol N° 21, pp 317-325,2011.
- [9] Ori Gudesa, Richard Varholb, Qian (Chayn) Sunc et Lynn Meulenersd « Investigating articulated heavy-vehicle crashes in Western Australia using a spatial approach » Accident Analysis and Prevention,Vol N°106, pp 243-253, 2017.
- [10] Ramtane Oulha, Ahmed Boumediene, Khaled Amara, Samir Benyoucef , Mohamed Amine Hamadouche et Kouider Brahimi, « Using Qualitative Study and GIS to Explore Road Accident Black Areas in Algeria »Periodica Polytechnica Transportation Engineering, Vol N°44(4),pp 209-214, 2016.
- [11] Walid Hadadi, « Le problème de la circulation en Algérie... Causes et prévention » Revue des sciences humaines-Université Mohamed Khayder Baskar,Vol N° 50,ppt 139-154,2018.
- [12] William Haddon, Edward Allen Suchman et David Klein: Accident Research; Methods and Approaches, pp 752, 1964.
- [13] Mohamed Mouloud Haddak, « Etat des lieux de l'insécurité routière au Maghreb » Revue parcours cognitifs des sciences sociales et humaines, Vol N° 03, pp 71-85,2020.
- [14] Cheriet Khaoula et Ariane-Bouchareb Houria, « Les attentes sociales du projet du tramway de la ville de Constantine. Gouvernance urbaine et projet initié, quelles conjugaisons ? » Revue algérienne des sciences humaines et sociales, Vol N° 05, pp 282-295, 2021.
- [15] Bureau d'études des transports (BETUR) Filiale de l'entreprise Metro d'Alger, RAPPORT FINAL« Plan de circulation retenu et élaboration de la carte numérique» Plan de circulation de la nouvelle ville Ali Mendjeli, 2014.
- [16] Xie Z, Yan J, « Kernel density estimation of traffic accidents in a network space»,Comput. Environ. Urban Syst.Vol N° 32(5), pp 396–406, 2008.
- [17] Loo B.P, Anderson, T.K, « Spatial Analysis Methods of Road Traffic Collisions», CRC Press, 2015.
- [18] Yao S, Wang J, Fang L, Wu J, « Identification of vehicle-pedestrian collision hotspots at the micro-level using network kernel density estimation and random forests: A case study in shanghai, China», Sustainability Vol N°10 (12), pp 4762, 2018.
- [19] S.Lakshmi, Ishwarya Srikanth et M. Arockiasamy, « Identification of Traffic Accident Hotspots using Geographical Information System (GIS) » International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), Vol N° 9, pp 4430,2019.