

## **Intégration d'information Géo-Spatiale dans le Data WereHouse pour une gestion efficiente du trafic routier dans la ville de Likasi, RD Congo**

**Trésor POYO RAMAZANI<sup>1</sup> \* et Landry MBAY KANYIMBU<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup> Université de Likasi, Ecole supérieure des Ingénieurs Industriels, Département de Génie Electrique, Laboratoire de Génie Electrique, Likasi, République Démocratique du Congo*

*<sup>2</sup> Institut Supérieur Pédagogique et Technique de Likasi, Département de Sciences Informatique Industrielle, Laboratoire d'informatique Industrielle, Likasi, République démocratique du Congo*

---

\* Correspondance, courriel : [ramazanitresor4@gmail.com](mailto:ramazanitresor4@gmail.com)

### **Résumé**

Ce travail porte sur la gestion efficiente du trafic routier urbain, où les capteurs seront placés sur les axes routiers de la ville et transmettent constamment à des centrales de données des mesures sur la circulation à chaque intervalle de temps. L'analyse de ces données constitue une base pour les prises de décisions sur la circulation des véhicules à plusieurs niveaux. Dans cette optique, la méthodologie mise en œuvre est basée sur des techniques d'analyse de données spatiales avec des techniques de Système d'informatique géographique et d'extraction de connaissances des données en s'appuyant sur l'outil de système de gestion de base de donnée Oracle 12 g qui intègre Oracle Spatial via ses différents composants : WebLogic Server et Jdeveloper. D'après le résultat obtenu, la solution géo-décisionnelle basée sur un entrepôt de données spatiales et un outil géo-spatial intégrant l'objet spatial est valable parce qu'elle permet de répondre à certaines requêtes décisionnelles complexes comme : les routes marquées par le plus d'accidents, les routes les plus meurtrières, routes faisant le plus de victimes etc. cette solution permet aussi la présentation des résultats sur une carte pour une meilleur analyse et exploitation. Enfin l'informatique décisionnelle du point de vue des entrepôts de données est amenée à évoluer en fonction de ce nouveau contexte, assurant aux professionnels du domaine un développement d'activité croissant et aussi un avenir scientifique prometteur avec l'expérimentation des principales fonctionnalités de notre outil pour une bonne prise de décision.

**Mots-clés :** *trafic routier, entrepôt de données spatiales, système d'information géographique, informatique décisionnelle.*

### **Abstract**

**Integrating Geo-Space information into the Data WereHouse for efficient road traffic management in the city of Likasi, Congo DR**

This work focuses on the efficient management of urban road traffic, where the sensors will be placed on the city's roads and constantly transmit data to traffic control centers at each time interval. The analysis of these data provides a basis for decision making on multi-level vehicle traffic. With this in mind, the implemented methodology is based on spatial data analysis techniques with Geographic Information System and Data Knowledge Extraction techniques based on the Basic Management System tool. 12 g Oracle data that

integrates Oracle Spatial via its various components : WebLogic Server and Jdeveloper. According to the result obtained, the geo-decisional solution based on a spatial data warehouse and a geo-spatial tool integrating the spatial object is valid because it makes it possible to respond to certain complex decision requests such as : roads marked by the most accidents, the most deadly roads, roads making the most victims etc. this solution also allows the presentation of results on a map for better analysis and exploitation. Lastly, data-processing informatics from the point of view of data warehouses will evolve according to this new context, assuring the professionals of the domain a growing activity development and also a promising scientific future with the experimentation of the main functionalities of our database. tool for good decision-making.

**Keywords :** *road risk, spatial data warehouse, geospatial tool.*

## 1. Introduction

L'informatique décisionnelle ou les systèmes décisionnels au sens des entrepôts de données sont nés d'un besoin exprimé par les entreprises qui n'était pas satisfait par les systèmes traditionnels de système de gestion de bases de données. En intégrant la technologie des entrepôts de données (data Warehouse), l'informatique décisionnelle apporte une réponse au problème de la croissance continue des données pouvant être de formats différents [1]. Cependant, ces données ont parfois, un aspect géographique et servent souvent à représenter et à analyser certains phénomènes sur une carte. Par conséquent, l'intégration de l'information géographique dans un entrepôt de données devient de plus en plus indispensable au processus de prise de décision [2]. Les phénomènes des accidents de la circulation routière sont généralement caractérisés par une complexité du point de vue quantité d'informations manipulées et instabilité dans le temps. Les utilisateurs d'une telle information notamment les décideurs ont besoin donc d'une synthèse sous forme d'indicateurs perceptibles et facilement analysables en vue d'une prise de décision rapide et efficace [3, 4]. Ce phénomène obère lourdement les ressources de la société et constitue un enjeu humain considérable pour la société. Chaque année, dans la ville de Likasi et partout dans le pays on estime à des milliers de personnes tuées et d'autre blessées dans des accidents de la route. En effet, dans la ville de Likasi, la police de sécurité Routière (PSR), publie périodiquement des rapports et des statistiques sur ce phénomène. Le **Tableau 1**, représente une étude comparative des statistiques du nombre de décès durant les onze premiers mois de 2015 à 2018. Ces statistiques indiquent clairement l'état alarmant de ce phénomène.

Le risque routier est devenu de plus en plus un problème très inquiétant enregistrant une nette évolution en RDC et à travers le monde. Ce dernier, ne cesse de susciter l'intérêt de l'ensemble des décideurs de différents organismes publics socio-économiques car le taux d'accidents est préoccupant et dépasse les efforts fournis dans tous les pays du monde [5]. La base de données utilisée par la police routière à une importance extrême néanmoins elle représente une défaillance de consolidation et exploration de données. Toutes ces considérations, nous ont motivé à étudier ce phénomène et à proposer des solutions décisionnelles contribuant à son analyse. Le risque routier, résulte d'un ensemble de facteurs énumérables connus par tous comme *le conducteur, le véhicule, la route et les conditions de circulation* [6, 7]. Étant donné que la route est identifiée en tant qu'objet géographique, le *facteur route* est donc porteur de cette information en plus de la zone pouvant être de différentes nature (rurale, urbaine, etc.) et constitue généralement le fond de la carte. Une route est constituée d'un ensemble de tronçons caractérisés par leurs localisations (coordonnées spatiales) et un ensemble de données descriptives. Toutefois l'analyse de ce phénomène est complexe et nécessite une étude étalée dans le temps en mettant en évidence la route comme un objet géographique visualisable sur la carte. Cela nécessite d'intégrer cette composante géographique dans l'entrepôt de données afin de produire des analyses avec des résultats visualisables sur la même carte [8, 9]. D'où l'objectif de ce présent travail est de contribuer à l'analyse de ce phénomène de risque routier, en proposant la conception

d'un Entrepôt de Données Spatiales (EDS) intégrant l'objet spatial route et supportant un outil Geo-décisionnel. Ce dernier permettra de consolider l'analyse du phénomène par la carte interactive et faciliter ainsi la prise de décision. Nous pensons ici par exemple au calcul des statistiques relatives au nombre d'accident, le taux classé selon un certain nombre de critères d'agrégation (tels que le véhicule de transport en commun de personnes et celui des marchandises, l'origine d'accident, etc.), ou à l'identification d'indicateurs potentiels de comportement accidentel. Le fait que de telles analyses puissent de nouveau porter sur les données recueillies par les différents services routier, doit permettre d'obtenir une image adéquate de sécurité routière dans sa globalité et pourrait ainsi fournir à l'avenir des informations précieuses en vue de la définition la politique à suivre.

## **2. Méthodologie**

### **2-1. Matériel**

La caméra de surveillance routière étudiée dans cet article est EcoCam qui est une caméra pour les infrastructures extérieures qui permet la surveillance d'axes routiers stratégiques et de sites isolés, quelles que soient les contraintes en énergie et en télécommunication [10]. Grâce à son architecture très basse consommation et sa robustesse, l'EcoCam permet une utilisation dans les lieux les plus contraints. Gardez le contrôle de la diffusion vidéo à travers le serveur dédié CamServer, en gérant les droits d'accès et de téléchargement pour chaque utilisateur et service partenaire. Les principaux incidents détectés par traitement d'images sont :

- un embouteillage ;
- un véhicule arrêté sur la chaussée ;
- un incendie d'un véhicule ;
- un véhicule à contre sens ;
- un objet sur la voie.

EcoCam met à votre disposition des flux vidéo haute définition, de manière sécurisée, permettant la détection locale d'incidents, de jour comme de nuit.

#### **2-1-1. Caractéristique d'EcoCam**

- Ethernet et 3G natif
- Capteur de température
- Antenne intégrée
- Tunnels VPN
- Serveur web interne
- Supervision alimentation
- Modes économie d'énergie
- Consommation 2.5 w / 3G incluse
- Indices de protection : IP66, IK08
- Bras et fixations inclus
- Dimension : 135 x 410 x 144 mm
- Poids : 3,7 Kg
- Caisson en aluminium
- Objectif varifocal F4 9 mm, 30° -60°
- Compressions Jpeg/H263/H264

## 2-2. Méthode

Notre article s'inscrit dans un projet de recherche portant sur la conception de système d'information décisionnel Spatial. Il s'appuie sur une série d'entretiens menés suivant un mode semi-directif et direct auprès d'acteurs de système d'information (Police de sécurité routière) et des différents hôpitaux de la place. Chaque entretien, d'une durée de 50 min à 1h, a fait l'objet d'une transcription anonymisée. Les thèmes abordés renvoient aux objectifs qui ont présidé :

- au choix de recourir au système d'information décisionnel spatial en termes d'avantage pour l'analyse de sécurité routière ;
- à la pratique, en termes de mise en œuvre de data WereHouse pour la prise de décision sur base de données spéciale provenant de différents capteurs (Cameras) ;
- et, enfin, à l'articulation sur les lieux où seront installés les cameras en interaction avec le central de traitement et d'exploration des informations spatiales de capteurs.

Deux méthodes ont été utilisées afin de collecter les besoins des utilisateurs de notre entrepôt de données : une collecte orientée source, qui se limite à identifier les besoins de l'ED à partir de l'ensemble des données disponibles au niveau des sources et une collecte orientée besoins qui identifie les besoins des utilisateurs et des décideurs. L'analyse des besoins effectuée a été en majeure partie basée sur des documents fournis par le PSR. Nous avons donc identifié les acteurs et les objets qui interviennent dans un accident. La police routière nous a présenté le **Tableau** de statique ci-dessous qui représente une étude comparative des statistiques du nombre de décès durant les onze premiers mois de 2015 à 2018.

**Tableau 1** : Le nombre de morts dans la ville de Likasi (Les onze premiers mois de 2015 à 2018)

mois Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	Tot
2015	30	33	52	44	40	40	27	48	47	49	37	447
2016	33	46	47	45	54	42	41	35	53	43	49	527
2017	40	45	43	29	45	33	62	47	44	54	45	487
2018	33	32	30	37	26	34	30	29	33	50	30	404

## 3. Résultats et discussion

Les acteurs de la Police de Sécurité Routière apparaissent être force de proposition et prescripteurs d'usage de Data WereHouse : Les data WereHouse sont par ailleurs un passage obligé dans la prise de décision au sein de système d'information. En effet, nos interlocuteurs issus de la Police de sécurité Routière sont majoritairement favorables à une intégration globale et à l'exploration des données spatiale dans un entrepôt de données spatial pour la prise de décisions afin de remédier à la problématique de la sécurité routière. Pour autant, les décideurs des systèmes d'information(SI) ont à cœur de conserver la responsabilité de tels déploiements.

### 3-1. Distance de grands axes de la ville de likasi

Les différents axes de la ville de LIKASI et leurs distances respectives qui ont été obtenues à l'aide d'un logiciel GOOGLE EARTH. Ces mesures respectives des grands axes de la ville sont :

- Ex avenue de FLEURISTE (nouveau Avenue du MARCHE) 941,01 m ;
- Avenue de la MINE 506,98 m ;
- Avenue LUMUMBA 1300 m ;

- Avenue KAMANYOLA 42000 m ;
- Avenue de l'Indépendance 1056,96 m ;
- Avenue du PARC 811,28 m ;
- Route LUBUMBASHI 1861,08 m.

### **3-2. Cartographie de la ville de Likasi**

La cartographie s'est avérée nécessaire pour la gestion de site étendu ou de multi-sites afin de repérer géographiquement l'ensemble des prises de vues du centre-ville de LIKASI. Nous donnons ci-dessous la **Figure 1** reprenant la partie de ville de Likasi qui sera l'objet de notre étude. C'est GOOGLE EARTH qui nous a proposé cette vue de la ville. Le numéro qui figure sur la carte spécifie l'emplacement d'installation de caméra de surveillance et leur gestion pour la sécurité rationnelle, de personne et de véhicule.



**Figure 1 : Installation des caméras des surveillances du centre-ville de Likasi**

### 3-3. installation des cameras

Les caméras de surveillance permettent d'améliorer la gestion de la circulation routière et la réduction des accidents sur les grands axes routiers par effet dissuasif. Pour répondre aux exigences, ce système est capable d'effectuer quatre types d'opérations ou applications :

- ✓ La détection ;
- ✓ La reconnaissance ;
- ✓ La lecture de la plaque d'immatriculation ;
- ✓ L'identification.

Il sera nécessaire d'identifier les plaques d'immatriculation des véhicules entre 20 à 50 m sur un champ visuel de 80 m à 200 m. La profondeur du champ dépendra des facteurs ci-après :

- ✓ La distance focale ;
- ✓ Le diamètre du diaphragme ;
- ✓ La distance entre la caméra et le cible.

#### 3-3-1. Calcul des éléments d'une caméra

Les éléments qui permettront de faire un bon choix d'une caméra sont :

- ✓ La distance focale ;
- ✓ Les capteurs ;
- ✓ L'iris.

#### ❖ Détermination de la distance focale

Deux méthodes se présentent : celle de THALES et celle de DESCARTES

Selon Thalès, la distance focale :

$$d = \frac{c \cdot D}{H} \tag{1}$$

et selon Descartes nous avons :  $f = \frac{D \cdot d}{D + d}$  (2)

où :  $D$  : la distance entre l'objet et l'objectif (distance de travail),  $d$  : la distance entre l'objectif et le capteur,  $f$  : la distance focale (distance entre l'objectif et le point focale),  $H$  : taille du champ à visualisé (champ de vision),  $C$  : taille du capteur (largeur ou longueur),  $\alpha$  : l'angle de vue ou l'angle de champ.

❖ Si l'objet est plus éloigné du capteur ( $d \ll \ll \ll D$ ), les différents éléments de la caméra seront calculés en posant trois hypothèses :

- ✓ La taille du capteur dépendra de la technologie choisie (dans notre cas le choix est porté sur la technologie CMOS) ;
- ✓ La détermination du plan visuel (ici nous avons pris la largeur de la chaussée) ;
- ✓ La détermination des points d'installation, dans ce cas nous allons minimiser les zones d'ombre.

#### ❖ Calcul de l'iris ou diaphragme

$$F = \frac{\text{Distance focale}}{\text{Diametre du diaphragme}(\text{distance})} \tag{3}$$

**Tableau 2 : Présentation du calcul de l'iris ou diaphragme de la camera**

Avenue	Tronçon	Distance focale (mm)	Distance (m)	Diamètre du diaphragme	Iris (F : number)
De la mine	(1)A (2)	68,17	155	22	F : 0.14
	(2') a (3)	37	85	22	F : 0.25
	(3') à (4)	59,3	135	22	F : 0.16
	(4') à (5)	57,6	131	22	F : 0.16
	(5') à (6)	57,6	131	22	F : 0.16
	(a) à(b)	19,29	64,34	22	F : 0,87
	(b') à (c)	20,13	67,15	22	F : 0,91
	(c') à(d)	19,91	66,40	22	F : 0,86
	(d') à(e)	22,96	76,56	22	F : 1,04
De l'indépendance	(e') à(f)	25,04	83,50	22	F : 1,13
	(f') à(g)	25,3	84,36	22	F : 1,15
	(g') à(h)	90,5	302	22	F : 4,11
	(h') à(i)	10,1	33,68	11	F : 0,91
	(i') à(j)	38,8	129,64	11	F : 3,5

### 3-4. Compression et le stockage

Les technologies de compression vidéo ont pour but de réduire et de supprimer les données vidéo redondantes. Ce qui réduit le volume des informations à stocker. Le système de compression H.264 est la plus récente et efficace dans ce domaine. Le système H.264 peut être utilisé avec plusieurs types de résolution en desquels les débits approximatifs de transmissions d'images variées [11]. Le **Tableau** ci - dessous l'illustre.

**Tableau 3 : Le débit de compression converti en CIF**

Résolution	Débit approx. (Kbits/s)	Images par secondes
CIF	110	5
2CIF	250	15
4CIF	500	25

La meilleure qualité de la vidéo est obtenue en utilisant la résolution 4 CIF. Le besoin de stockage est déterminé selon la procédure ci-après : Débit approximatif /8(Bits dans un octet) x3600 secondes = Ko par heure / 1000 = Mo par heure Mo par heure X nombre d'heures de fonctionnement par jour/1000 = Go par jour Go par jour X durée de conservation = besoin de stockage. Pour notre cas nous estimons que le temps de stockage peut être de 30 jours. Après les données seront effacées si rien d'important ne s'est passé durant cette période. Pour une caméra le besoin en stockage est de :

$$\left(\frac{500}{8}\right) \times \left(\frac{3600}{1000}\right) = 225 \text{ Mo par heure} \quad (5)$$

$$225 \text{ Mo} \times 24 \text{ heures de fonctionnement} = \frac{5400 \text{ Go}}{1000} \text{ par jour} = 5,4 \text{ Go par jours}$$

$$5,4 \times 30 \text{ jours de fonctionnement} = 162 \text{ Go par Mois}$$

Pour 20 caméras le besoin de stockage est :

$$162 \text{ Go} \times 20 = 3240 \text{ Go ou } 3 \text{ To}$$

### 3-5. Conception de data WereHouse spatial du système d'information

Le système informatique mise en place offre de résultat : des méthodes génériques d'analyse et de synthèse des données spatiales afin de décharger le thématicien des tâches de programmation. Ce système permet d'intégrer l'interaction du voisinage aux facteurs de risque. Par conséquent, il combine les requêtes spatiales du SIG avec les méthodes d'analyse de données. Par ailleurs, ce système offre une approche basée sur la découverte de connaissances et de règles spatiales. Ainsi, à partir de nombreuses caractéristiques de l'accident (heure, météo, etc.), des routes, des véhicules (2 roues, VP, etc.), des usagers (sexe, âge, etc.), le système découvre les combinaisons qui spatialement forment des agrégats significatifs sur le réseau routier et peut produire de façon automatique les cartes qui font " sens " parmi le très grand ensemble de possibilités de cartes.

#### 3-5-1. OLAP (On-Line Analytic Processing) Spatial

Les systèmes SOLAP sont des technologies utilisées dans le domaine de l'informatique décisionnelle ou Business Intelligence (BI) [12, 13]. Ils permettent aux décideurs d'explorer et d'analyser une grande quantité de données géo-référencées, généralement par le biais d'interfaces utilisateur interactives de navigation. Ils permettent d'organiser l'information selon le modèle spatio-multidimensionnel. SOLAP permet l'analyse des données numériques et spatiales selon plusieurs dimensions, qui sont organisées en hiérarchies thématiques et spatiales. Cette technologie est appliquée dans plusieurs domaines d'application (par exemple, des risques environnementaux, santé, etc).

#### 3-5-2. Modèle Conceptuel de l'EDS Proposé

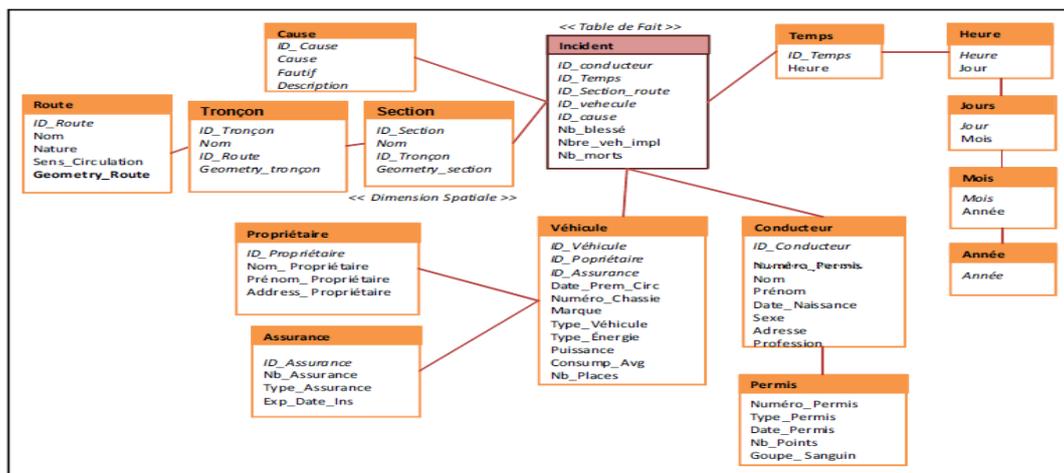


Figure 2 : Modèle conceptuel d'entrepôt de données

Afin de fournir aux décideurs un moyen d'analyse efficace, dans leur processus d'analyse d'un phénomène aussi important que le risque routier, nous avons intégré la donnée géographique dans un entrepôt de données supportant le système décisionnel développé. Nous proposons dans cette section le modèle conceptuel de l'EDS mis en œuvre. En effet, les SIG actuels se concentrent sur l'aspect topographique, en revanche notre système ajoute à cet aspect des mesures extraites de l'entrepôt et qui seront affichées sur la carte [13]. Nous menons une conception orientée objet basée sur le langage UML. Notre entrepôt est modélisé par un schéma en flocon de neige, où les dimensions sont organisées en hiérarchie comme la dimension Temps, Route et Conducteur. Chacun des membres appartient à un niveau hiérarchique (ou niveau de granularité) particulier. Par exemple, la hiérarchie de la dimension Temps commence par le moment de l'accident représenté par l'attribut ID\_Temps, ensuite l'heure, le jour, le mois et année. Notre modèle est composé d'une grande table de faits et un ensemble de tables de dimensions reliées par des clés étrangères.

### 3-5-3. Traitement de Requêtes SOLAP

Le défi majeur auquel est confronté le traitement des requêtes SOLAP est de réduire le temps de réponse aux requêtes ad hoc de type *Windows query*, que l'utilisateur génère lors de la manipulation de la carte, tout en minimisant le nombre de jointures entre la table de faits et les tables de dimension [14]. Nous proposons dans cet article, deux types de requêtes *un ensemble de requêtes prédéfinies* et *des requêtes de type windows-query*. L'ensemble des requêtes prédéfinies permet de répondre aux besoins liés à l'usage de l'information géographique. En effet, à l'issue de notre étude conceptuelle et en se basant sur les rapports mis en ligne par PSR, nous avons recensé un répertoire de questions auxquelles peut répondre notre entrepôt de données. Ces requêtes sont utilisées afin de faciliter le processus de prise de décision.

### 3-5-4. L'Outil Geo-décisionnel

Les outils produisent des rapports sur des périodes (jour, semaine, etc.) et traduisent des états du trafic. Un observatoire permet déjà d'explorer les données suivant plusieurs dimensions : le temps, l'espace des coordonnées géographiques, les entités du réseau de transport (tronçon de route, itinéraire), les indicateurs, les éléments du diagnostic (perturbation, événements) [15, 16]. Plus précisément, il permet de visualiser la localisation des principaux points noirs sur le réseau, de consulter et de comparer les courbes des divers indicateurs de trafic. Il s'agit d'un outil de consultation Web accessible à un nombre quelconque d'utilisateurs. Le développement de notre prototype géo-décisionnel Dans la **Figure 3**, nous présentons l'architecture globale de l'application développée basée sur un EDS et dédié au risque routier a été réalisé dans l'environnement Oracle 12 g qui intègre Oracle Spatial via ses différents composants : *WebLogic Server* et *Jdeveloper* :

- 1) L'outil de visualisation *Oracle MapViewer* permet d'afficher la carte géographique et les résultats des différentes requêtes spatiales exécutées sur la carte,
- 2) L'outil *Oracle MapBuilder* a été utilisé pour charger les données géographiques dans le SGBD et la construction de la carte géographique, et cela par la création la carte de base, des styles et des thèmes
- 3) *Jdeveloper* a été utilisé pour la réalisation de l'interface client et l'implémentation des différentes fonctionnalités du système. Le jeu de données spatiales utilisé est en mode vecteur [17, 18]

Deux thèmes sont représentés dans notre entrepôt de données, *le thème routier* défini à un haut niveau de détail et *le thème bâti* défini un niveau moins détaillé car il sert de point de référence sur la carte [19]. La route est représentée par des tronçons représentant un objet géographique stocké avec sa description sémantique et ses coordonnées sont stockées dans *le SGBD oracle spatial*, le composant *MapViewer* qui est déployé dans *WebLogic Server* se charge de l'affichage de la carte au *client*. Les fonctionnalités de notre outil sont présentées à travers un ensemble d'interfaces. Deux catégories d'utilisateurs sont considérées, l'administrateur et le décideur. L'accès au système (**Figure 3**) est assuré par un système d'authentification classique avec nom d'utilisateur et mot de passe.

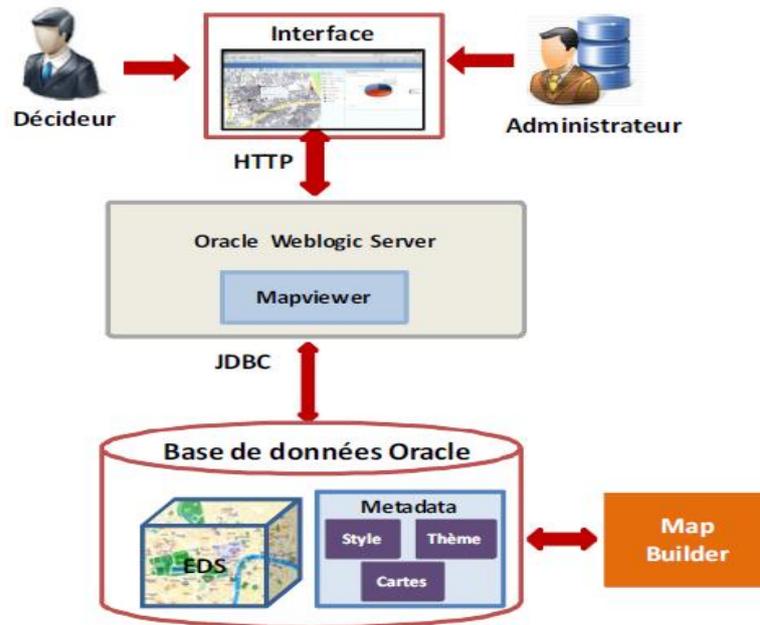


Figure 3 : L'architecture de l'outil Géo décisionnel

### 3-5-5. Fonctionnalités destinées au décideur

Le décideur peut exécuter des requêtes (présentées dans la partie de droite de l'interface) ou bien choisir une analyse plus détaillée, en choisissant les dimensions et les mesures sur lesquelles il veut effectuer l'analyse (sur le côté gauche de l'interface). L'outil permet également au décideur de choisir les dimensions sur lesquelles il veut exécuter ces requêtes [20, 21]. Les requêtes sont proposées selon deux dimensions : *temps* et *route* choisis par le décideur. Par exemple, si l'utilisateur sélectionne deux dimensions : *Route* et *Temps*, l'outil permet de générer la requête appropriée. Le décideur peut exécuter trois requêtes générées R1, R2 et R3 comme suit :

- R1 : La répartition des accidents par année.
- R2 : La distribution des accidents par route sur une période de temps.
- R3 : Les routes les plus dangereuses par année.

Comme une étude de cas, nous avons considéré la requête R3 : *Les routes les plus dangereuses par année*. Notre outil Geo-décisionnel permet au décideur de visualiser le résultat (les routes ciblées) de la requête sous différents types d'affichage :

- Affichage sur *la carte* avec une présentation sur un *Diagramme en camembert*
- Affichage dans une *table*
- Affichage sous forme de *bar graphe*

### 3-5-6. Fonctionnalités destinées à l'administrateur

L'administrateur effectue des tâches liées à l'administration et la personnalisation d'EDS sur lequel est basé notre outil décisionnel. Il peut ajouter des requêtes prédéfinies pour être exploitées par les utilisateurs. Il peut aussi modifier ou supprimer des requêtes existantes. L'administrateur peut mettre à jour les informations stockées dans l'EDS à savoir : l'ajout de données, la suppression de données ou la recherche d'une information particulière.

#### 4. Conclusion

Après la mise en œuvre de l'outil Geo-décisionnel qui a requis l'utilisation de beaucoup de technologies et d'outils intégrés dans la chaîne d'Oracle. Cet outil présente aux décideurs et l'administrateur du système un avantage considérable : l'enrichissement de l'outil par l'implémentation des opérations d'agrégations sur les mesures, par exemple, suite à un zoom arrière et le calcul automatique de mesures pour un ensemble de tronçons de route constituant la route entière. Ainsi, l'aide à la décision apparaît ainsi dans ce domaine comme la proposition de méthodes et d'outils permettant aux décideurs de naviguer dans les données consolidées dédiées à l'analyse.

#### Références

- [1] - C. BAUZER-MEDEIROS, O. CARLES, F. DEVUYST, B. HUGUENEY, M. JOLIVEAU, G. JOMIER, M. MANOUVRIER, Y. NAIJA, G. SCEMAMA, L. STEAN, « Vers un entrepôt de données pour le trafic routier », EDA, (2015)
- [2] - J. THILL, Geographic information systems for transportation in perspective. *Transportation Research Part C : Emerging Technologies*, 8 (1 - 6) 3 - 12
- [3] - Y. BEDARD, S. RIVEST, M.-J. PROULX, « Spatial On-Line Analytical Processing (SOLAP) : Concepts, Architectures and Solutions from a Geomatics Engineering Perspective, Dans : Robert Wrembel & Christian Koncilia (ed(s)), Data Warehouses and OLAP : Concepts, Architectures and Solutions, Chap. 13 », IBM Press-Idea Group, (2017)
- [4] - P. MARCHAND, A. BRISEBOIS, Y. BÉDARD et G. EDWARDS, Implementation and evaluation of a hypercube-based method for spatio-temporal exploration and analysis. *Int. Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS) Journal*, 59 (1 - 2) (2014) 6 - 20
- [5] - T. AHMED, M. MIQUEL et R. LAURINI, Continuous data warehouse : concepts, challenges and potentials. In 12th Int. Conf. on Geoinformatics, (2004) 157 - 164
- [6] - I. FERNANDO, V. LOPEZ, R. T. SNODGRASS et B. MOON, Spatiotemporal Aggregate Computation : A Survey. Technical Report TR-77, *Time Center*, (2004)
- [7] - R. BERTINI, S. MATTHEWS, S. HANSEN, A. DELCAMBRE et A. RODRIGUEZ, *ITS Archived Data User Service in Portland, Oregon : Now and Into the Future. In 8th Int. IEEE Conf. on Intel. Transport. Sys., Vienna (Austria)*, (2016) 13 - 16
- [8] - C. LU, L. SRIPADA, S. SHEKHAR et R. LIU, Transportation Data Visualization and Mining for Emergency Management. *Int. Journal of Critical Infrastructures (Inderscience)*, 1 (2/3) (2017) 170 - 194
- [9] - S. RIVEST, P. GIGNAC, J. CHARRON et Y. BEDARD, Développement d'un système d'exploration spatio-temporelle interactive des données de la Banque d'information corporative du ministère des Transports du Québec. In Colloque Géomatique - Un choix stratégique !, Montréal (Canada), (2004)
- [10] - Y. BEDARD, M. J. PROULX et S. RIVEST, Enrichissement du OLAP pour l'analyse géographique: exemples de réalisation et différentes possibilités technologiques. In 1ère journée francophone sur les Entrepôts de Données et l'Analyse en ligne (EDA 2005), Lyon (France), *Revue des Nouvelles Technologies de l'Information*, sous la direction de F. Bentayeb, O. Boussaïd, J. Darmont et S. Loudcher, Cépaduès-Éditions, (2005) 1 - 20
- [11] - B. HOURIA, « Maîtrise du Risque Routier en Milieu Professionnel Cas d'une Entreprise du Transport Routier en Algérie », 17e Congrès de Maîtrise des Risques et de Sûreté de Fonctionnement 5-7 octobre 2010 La Rochelle, (2010)
- [12] - S. BIMONTE, K. BOULIL, J.-P. CHANET, M. PRADEL, « Definition and Analysis of New Agricultural Farm Energetic Indicators Using Spatial OLAP », *ICCSA* (2) (2012b) 373 - 385 p.

- [13] - S. BIMONTE, V. D. FATTO, L. PAOLINO, M. SEBILLO, G. VITIELLO, « *A Visual Query Language for Spatial Data Warehouses* », *Geoinformation and Cartography*, (2010)
- [14] - C. BAUZER-MEDEIROS, O. CARLES, F. DEVUYST, B. HUGUENEY, M. JOLIVEAU, G. JOMIER, M. MANOUVRIER, Y. NAIJA, G. SCEMAMA, L. STEAN, « *Vers un entrepôt de données pour le trafic routier* », *EDA*, (2006)
- [15] - F. PIROTTI, A. GUARNIERI, A. VETTORE, « *Collaborative Web-GIS Design : A Case Study for Road Risk Analysis and Monitoring* », *T. GIS*, Vol. 15, N° 2 (2018) 213 - 226 p.
- [16] - S. BIMONTE, Intégration de l'information géographique dans les entrepôts de données et l'analyse en ligne : de la modélisation à la visualisation. PhD thesis, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, (2007)
- [17] - H. WACHE, T. VÖGELE, U. VISSER, H. STUCKENSCHMIDT, G. SCHUSTER, H. NEUMANN et S. HÜBNER, Ontology-based integration of information a survey of existing approaches. In H. Stuckenschmidt (Ed.), *IJCAI-01 Workshop : Ontologies and Information Sharing*, (2016) 108 - 117 p.
- [18] - B. HUGUENEY, Représentations symboliques de longues séries temporelles. Thèse de doctorat, Univ. Paris 6, (2003)
- [19] - KHALISSA DERBAL AMIEUR et al., De la Conception d'un Entrepôt de Données Spatiales à un Outil Geo-Décisionnel pour une Meilleure Analyse du Risque Routier, Algérie
- [20] - M. MIQUEL, Y. BEDARD, A. BRISEBOIS, « Conception d'entrepôt de données géospatiales à partir de sources hétérogènes. Exemple d'application en foresterie. », *Ingénierie des Systèmes d'information*, (2002a)
- [21] - K. ROYER, L. BELLATRECHE, A. LE-MOUEL, G. SCHMITT, « Un Entrepôt de Données pour la Gestion des Véhicules Electriques : Retour d'Expérience », *EDA*, (2012) 118 - 127 p.