

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGANEM



Faculté des Sciences Exactes et d'Informatique
Département de Mathématiques et d'Informatique
Filière Informatique

Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de
Master II en informatique
Spécialité: Systèmes d'Information Géographiques

Thème

**Solution SOLAP pour le suivi des
instruments d'urbanisme**

Présenté par :

- ABSAR Omar.
- DERBOUZ Hanane.

Devant le jury composé de:

- Mr. Mohamed MIDOUN: encadreur
- Mr. Charef ABDALLAH BENSALLOUA: examinateur
- Mr Ahmed SAIDI: président

Année Universitaire 2014/ 2015

Sommaire

Résumé :	5
INTRODUCTION GENERALE.....	6
1. Contexte :.....	6
2. Problématique :.....	6
3. Organisation du rapport :.....	7
I. Introduction du chapitre :.....	8
II. Définition de l'urbanisme :.....	8
III. Les instruments d'urbanisme en Algérie :.....	8
III. 1. Le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (P.D.A.U) :.....	8
III. 1.1. Définition :	8
III. 1.2. Les objectifs du PDAU :.....	9
III. 1.3. Contenu du PDAU :.....	9
III. 2. Le plan d'occupation des sols P O S :.....	10
III. 2.1. Définition :	10
III. 2.2. Les objectifs du POS :.....	10
III. 2.3. Contenu du POS :.....	11
III. 2.4. Révision POS :	12
IV. Conclusion du chapitre :.....	12
I. Introduction du chapitre :.....	13
II. Technologie ou Application SOLAP :.....	13
III. Exemples d'applications SOLAP :.....	13
IV. OLAP (On-line Analytical Processing):.....	17
IV. 1. Composantes OLAP :	18
IV. 2. Architecture OLAP :.....	18
IV. 3. Opérations OLAP : [4,5]	20
IV. 4. Le modèle multidimensionnel :	20
V. Architecture d'un système décisionnel :.....	22
VI. Vocabulaire du monde SOLAP :.....	24
VI. 1. Dimensions spatiales :.....	24
VI. 2. Mesures spatiales :.....	24
VI. 3. Opérateurs spatiaux de navigation :	25
VI. 4. Synchronisation de navigation :	27

VI.	5. La symbologie SOLAP :	27
VI.	6. Données spatiales contextuelles :	28
VI.	7. Légende interactive :	28
VI.	8. Approches pour le développement d'application SOLAP :	28
VI.	8.1. OLAP dominant :	28
VI.	8.2. SIG dominant :	29
VI.	8.3. SOLAP intégré :	29
VII.	Conclusion du chapitre:	30
I.	Introduction du chapitre :	31
II.	La Conception de notre système :	31
III.	Le suivie d'un chantier urbain :	32
IV.	Démarche à suivre dans notre projet :	32
IV.	1. Présentation de la zone d'étude :	32
IV.	2. Source de données :	32
IV.	3. Structuration de la base de données :	33
IV.	4. Données graphiques :	37
IV.	5. Le modèle décisionnel proposé :	38
V.	Conclusion du chapitre :	39
I.	Introduction du chapitre :	40
II.	Développement des applications SIG en JAVA :	40
II.	1. Connexion au serveur OLAP (MS Analysis Services) :	40
II.	2. OLAP4j :	41
II.	3. ArcGIS Runtime SDK pour Java :	41
II.	4. Microsoft SQL Server 2012 :	42
II.	5. Eclipse :	42
III.	Les étapes d'entrepôt de données :	42
III.	1. Création d'entrepôt de données avec « SQL Server management studio »:	43
III.	2. La création des tables :	44
III.	3. Modélisation du Cube de données :	45
III.	4. Les requêtes MDX :	47
IV.	Structure et fonctionnement de l'application :	50
V.	Conclusion du chapitre :	58
	<i>Bibliographie</i> :	60

Liste des figures

Figure 1. Une application de gestion du réseau routier (ProClarity et GeoMedia WebMap) : visualisation de l'état de la chaussée au niveau des segments de route.	14
Figure 2. Une application sur les accidents sur le réseau routier (JMap Spatial OLAP Extension et Oracle 10g) : Visualisation de la fréquence des accidents par découpage territorial (en haut) et selon les types d'accidents (en bas).	15
Figure 3. Une application en santé environnementale (Visual Basic et librairie de SoftMap) : Visualisation des cas de décès de maladies respiratoires.	15
Figure 4. Une application en santé environnementale (ProClarity et KMapx).	16
Figure 5. Une application sur la cohorte d'étudiants (JMap Spatial OLAP) : Visualisation des étudiants par provenance géographique.	16
Figure 6. Cube multidimensionnel à trois perspectives d'analyse	18
Figure 7. Architecture MOLAP	19
Figure 8. Architecture ROLAP	19
Figure 9. Architecture HOLAP	20
Figure 10. Modèle en étoile.	21
Figure 11. Modèle en flocon.	22
Figure 12. Ensemble des composants intervenant dans un système décisionnel	22
Figure 13. Les trois représentations des dimensions spatiales.	24
Figure 14. Opérateur DRILL-DOWN	25
Figure 15. Opérateur DRILL-UP	26
Figure 16. Opérateur DRILL-ACROSS	26
Figure 17. Opérateur PIVOT	27
Figure 18. Extraction des données.	33
Figure 19. Modèle conceptuel de données	34
Figure 20. Modèle multidimensionnelle.	36
Figure 21. Projet réalisé dans ArcGis avec les différentes couches	37
Figure 22. Le modèle décisionnel proposé.	38
Figure 23. Module de connexion OLAP/Application Java (XMLA)	41
Figure 24. Fenêtre de SQL Server management studio	43
Figure 25. Création de la BDD PLANIFICATION	44
Figure 26. Création des tables	45
Figure 27. Modèle multidimensionnel	46
Figure 28. Hiérarchie Ilots	46
Figure 29. Hiérarchie Bati	47
Figure 30. Hiérarchie Phase	47
Figure 31. Résultat de la requête	48
Figure 32. Résultat de la 2 eme requête.	48
Figure 33. Résultat de la 3 eme requête.	49
Figure 34. Fonctionnement de l'application réalisée.	50
Figure 35. Module de gestion de connexions	52
Figure 36. Acquisition des requêtes SQL	53
Figure 37. Table de présentation de résultats SQL	54

Figure 38 . Acquisition des requêtes MDX	55
Figure 39. Visualisation des résultats MDX.....	56
Figure 40. Editeur de requêtes.....	56
Figure 38. Module géographique	57
Figure 39. Aperçu générale de l'application	58

Résumé : Le suivi et le contrôle des instruments d'urbanisme sont devenus une nécessité inévitable avec la progression continue des projets urbains dans notre pays. Cette problématique ne peut plus être traitée par les méthodes traditionnelles, ceci nous conduit à chercher et à développer des nouvelles solutions qui se basent sur les nouvelles technologies et qui veillent à faciliter cette tâche.

L'introduction de la donnée spatiale dans les modèles multidimensionnels a donné naissance au concept du Spatial OLAP (SOLAP). Nous proposons la mise en œuvre d'un système SOLAP qui permet d'adapter les opérateurs d'analyse spatiale au paradigme multidimensionnel, et qui assure l'analyse et le suivi des instruments d'urbanisme.

MOTS-CLÉS : *Instruments d'urbanisme, SOLAP, SIG, Système multidimensionnel.*

Abstract: Monitoring and control of urban planning instruments have become an inevitable necessity with the continued growth of urban projects in our country that this latter can not be treated by traditional methods, which leads us to seek and develop new solutions is based on new technologies to facilitate the task ..

The introduction of spatial data in multidimensional models gave birth to the concept of Spatial OLAP (SOLAP). We propose the implementation of a system that allows SOLAP adapt spatial analysis operators multidimensional paradigm, provides analysis and monitoring of growth by sequential and subsequent updating of the urban fabric.

KEYWORDS: *The planning instruments SOLAP, GIS, multidimensional system.*

INTRODUCTION GENERALE

1. Contexte :

La planification urbaine suppose que l'on ait accès à des données fiables et continuellement mises à jour. Dans les pays en développement, ces données sont rarement disponibles car les moyens traditionnels de collecte de l'information sont chers et trop souvent hors de portée des possibilités financières des principaux responsables de la planification. Ceci est d'autant plus préjudiciable que les taux de croissance des grandes villes sont parfois vertigineux ce qui entraîne des extensions spatiales incontrôlées.

Les applications OLAP constituent des outils performants d'aide à la décision. La fonctionnalité OLAP est caractérisée par l'analyse multidimensionnelle et dynamique de données consolidées qui supportent les activités analytique et navigationnelle d'un utilisateur final.

La modernisation des techniques de planifications urbaines nécessite l'utilisation des outils et des techniques d'informatique pour trouver des solutions aux problèmes actuels et faire face à la progression future de ce domaine. L'utilisation de ces systèmes pour le traitement des informations géographique donne naissance à un nouveau terme, SOLAP (Spatial-OLAP) qui semble être une solution très prometteuse. Puisque au niveau pratique, le SOLAP entraîne toujours l'interrogation interactive des données, en réalisant des analyses spatiales, spatio-temporelles et la prise en compte des données sémantiques qui constitue un problème majeur pour les systèmes SOLAP existants.

2. Problématique :

Depuis l'indépendance du pays en 1962, le processus d'urbanisation a été problématique, l'urbanisme par ses moyens d'élaboration et d'action n'a pas pu agir sur les systèmes urbains de manière à préserver et développer des formes urbaines cohérentes.

La réalisation d'une technique pour le suivi du processus d'urbanisation et les programmes de logement qui peut fournir des informations détaillées sur l'état actuel de chaque programme et faire des analyses fiables pour la prédiction, la planification des états futures et la prévention des problèmes connus pour ce secteur. La chose qui nécessite un accès à des données fiables et continuellement mises à jour. La collecte de ces données par les méthodes traditionnelles coute trop cher du point de vue temps et finance et nécessite des ressources et intervention humaine sur terrain

En parallèle, le taux de croissance des zones urbanisables exige l'implémentation des outils modernes qui répondent aux contraintes de rapidité de traitement, l'analyse multidimensionnelle et prise en charge d'une quantité de données très volumineuse.

La deuxième partie de notre problématique concerne la conception d'un système SOLAP intégré et a trouver des solutions pour intégrer deux systèmes qui fonctionnent complètement indépendamment, un entrepôt des données spatiales qui utilise les techniques OLAP et un système d'information géographique classique, et donne la possibilité de générer et traiter des requêtes spatiales multidimensionnelles ce qui revient à produire une compatibilité entre les modèles de données pour chacun d'eux.

Les modèles SOLAP existants se concentrent généralement sur la composante spatiale de l'information géographique. Ces modèles de données comportent une limite importante, liée à la prise en compte de la composante sémantique de l'information géographique dans les mesures et dans les dimensions. D'un point de vue mesure, les attributs descriptifs des objets géographiques peuvent être utiles au processus décisionnel pour expliquer un phénomène ou caractériser un ensemble de faits. En effet, les objets géographiques peuvent être en relation avec d'autres objets à travers des relations spatiales, et non spatiales. La prise en compte de ces types de relations est, selon nous, fondamentale dans l'analyse multidimensionnelle.

3. Organisation du rapport :

Dans le premier chapitre, nous exposons un état de l'art sur les instruments d'urbanisme.

Dans le chapitre deux nous pressentons le domaine OLAP et spatial OLAP.

Le chapitre trois explique la méthodologie qu'on va suivre lors de la réalisation de notre projet.

Dans le chapitre quatre, nous expliquerons les étapes de réalisation de notre projet ainsi que les différents résultats obtenus.

Nous terminons ce mémoire par une conclusion générale.

I. Introduction du chapitre :

Les instruments d'urbanisme sont des plans d'urbanisme proprement dit, c'est-à-dire ceux qui concernent l'échelle de la partie de la ville ou de l'agglomération. Dans l'environnement juridique algérien d'aujourd'hui ce sont le plan d'occupation de sols (P.O.S) et le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (P.D.A.U) tels que définis par les lois n°91-29-177 et n°91-29-177 du 28 mai 1991.

Dans ce chapitre on va définir l'urbanisme et citer les principaux instruments d'urbanisme qui interviennent dans ce domaine le P.D.A.U et le P.O.S.

II. Définition de l'urbanisme :

« L'urbanisme est à la fois un champ disciplinaire et un champ professionnel recouvrant l'étude du phénomène urbain, l'action d'urbanisation et l'organisation de la ville et de ses territoires. Les personnes qui exercent ce métier sont des urbanistes.

Selon les traditions académiques, cette discipline est associée tantôt à l'architecture, tantôt à la géographie, selon l'aspect mis en avant, l'intervention urbaine ou l'étude théorique » [1].

Donc l'urbanisme est l'art de construire, de transformer, d'aménager les villes au mieux de la commodité suivant les règles de l'esthétique et de l'hygiène.

III. Les instruments d'urbanisme en Algérie :

III. 1. Le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (P.D.A.U) :

III. 1.1. Définition :

« Le PDAU est un instrument de planification spatiale et de gestion urbaine alliant à la fois l'urbanisme et l'aménagement du territoire, c'est aussi un document à caractère technique et réglementaire, servant à la fois, à la planification locale des actions entreprises et à la gestion du territoire de la commune concernée. L'établissement du PDAU d'une commune a pour finalité la mise à la disposition des autorités locales d'instruments de planification spatiale et de gestion urbaine » [14].

Le P.D.A.U. est un instrument de planification urbaine à moyen et à long terme, dans la mesure où il prévoit des urbanisations futures, il représente un document qui fixe les orientations fondamentales de l'aménagement du territoire d'une commune, d'une partie de commune ou d'un ensemble de communes, notamment en ce qui concerne l'extension de la ou des agglomérations intéressées et il fixe aussi les périmètres du P.O.S à réaliser.

III. 1.2. Les objectifs du PDAU :

Les principaux objectifs du P.D.A.U. sont:

- ✓ La rationalisation de l'utilisation des espaces urbains et périurbains.
- ✓ La mise en place d'une urbanisation protectrice et préventive protectrice des périmètres sensibles, des sites (naturels ou culturels) et des paysages, et préventive des risques naturels pour les établissements humains (inondations, glissements de terrain...).
- ✓ La réalisation de l'intérêt général : Par la programmation des équipements collectifs et des infrastructures et l'identification des terrains nécessaires à leur localisation.
- ✓ La prévision de l'urbanisation future et de ses règles.
- ✓ Il divise l'espace urbain en entités et secteurs qui doivent évoluer d'une façon différente.
- ✓ Apprécier les incidences de l'aménagement sur le long terme.
- ✓ Il définit les termes de références du plan d'occupation des sols.
- ✓ Préserve les activités agricoles [13,14].

III. 1.3. Contenu du PDAU :

a) *Rapport d'orientation* : dont lequel sont décrites les grandes lignes du diagnostic, le projet communal et le parti d'aménagement, desquels découle la variante de développement retenue [12].

b) *Règlement* : qui se rapporte :

- ✓ Les secteurs urbanisé, urbanisable, d'urbanisation future et non urbanisable.
- ✓ Les périmètres d'intervention des plans d'occupation des sols avec les termes des références y afférents.
- ✓ La localisation et la nature des grands équipements, des services et activités.

Il définit en outre des dispositions particulières applicables à certaines parties du territoire telles que le littoral, les sites à caractère naturel ou culturel les terres agricoles à potentialités élevées ou bonnes [12].

c) *Documents graphiques* : la partie graphique du PDAU, se compose de :

- ✓ Un plan de l'état actuel du territoire communal
- ✓ Un plan d'aménagement indiquant les secteurs d'urbanisation, les parties particulières du territoire et les périmètres des futurs P.O.S.
- ✓ Un plan des contraintes et des servitudes légales
- ✓ Les périmètres d'intervention des POS

- ✓ Un plan d'équipement indiquant la voirie, les réseaux d'eau et d'assainissement, les équipements collectifs programmés et tout ouvrage d'intérêt général et d'utilité publique prévu sur le territoire communal.

L'échelle d'établissement de ces documents est généralement le 1/20 000, mais elle dépend en fait de l'étendue du territoire de l'aire d'étude ; elle peut être le 1/50 000` pour les grandes aires d'étude intercommunales [12].

III. 2. Le plan d'occupation des sols P O S :

III. 2.1. Définition :

Contrairement au PDAU qui est un plan directeur le POS est un plan de détail. Il se situe au dernier niveau de la recherche de planification urbaine. Il constitue un document essentiel de la réglementation d'urbanisme. Il est issu des orientations et prescriptions du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme. Il définit les droits d'usage des sols et de construction à la parcelle. Le POS est un document d'urbanisme établi conformément aux dispositions législatives et réglementaires visant la production, ou la transformation du sol urbain et du cadre bâti dans le respect des dispositions du PDAU [1].

Le POS est l'instrument d'urbanisme le plus proche des préoccupations de l'architecte et de l'urbain designer, par son échelle, mais aussi par sa nature, il complète le PDAU, leur nombre est fixé en fonction des périmètres des pos établis par le PDAU.

III. 2.2. Les objectifs du POS :

- ✓ POS est un outil juridique
- ✓ Il fixe de façon détaillée pour le ou les secteurs concernés, la forme urbaine, l'organisation, les droits de construction et d'utilisation des sols
- ✓ Il définit la quantité minimale, et maximale de construction autorisée et les types de constructions autorisés et leurs usages,
- ✓ Il détermine les règles concernant l'aspect des constructions.
- ✓ Il délimite l'espace public, les espaces verts, les emplacements réservés aux ouvrages publics et installations d'intérêt général les tracés et les caractéristiques des voies de circulation.
- ✓ Il précise les quartiers, rues, monuments et sites à protéger à rénover et à restaurer.
- ✓ Il localise les terrains agricoles à préserver et à protéger.
- ✓ Il définit les servitudes et contraintes.
- ✓ Il assure et précise la qualité architecturale et urbaine [3,12].

III. 2.3. Contenu du POS :

a) *Rapport d'orientation* : qui présente :

- ✓ l'analyse de la situation existante.
- ✓ la partie d'aménagement proposé.
- ✓ Le programme arrêté.
- ✓ Les contraintes et servitudes [12].

b) *Règlement* : qui contient:

- ✓ la note de présentation qui justifie la compatibilité des dispositions du POS avec celles du PDAU ainsi que le programme retenu en fonction des perspectives de développement
- ✓ Les règles qui fixe pour chaque zone homogène et en tenant compte des particularités, la nature et la destination des constructions, autorisées ou celles interdites, les droits de construire attachés à la propriété du sol exprimés par le COS et le CES et toutes les servitudes éventuelles [12].

Ce règlement précise en outre les conditions de l'occupation des sols liées aux :

- Accès et voiries.
- Dessertes par les réseaux.
- Caractéristiques des terrains.
- Implantations des constructions par rapport aux emprises publiques et aux limites séparatives ou les unes par rapport aux autres.
- Hauteurs des constructions.
- Aspects extérieurs.
- Stationnements.
- Espaces libres et plantations [12].

c) *Documents graphiques* : comprenant :

- ✓ Un plan de situation.
- ✓ Un plan topographique.
- ✓ Une carte précisant les contraintes géotechniques de constructibilité accompagnée d'un rapport technique.
- ✓ Un plan de l'état de fait faisant ressortir le cadre bâti, les VRD et les servitudes.
- ✓ Un plan d'aménagement général déterminant les zones réglementaires homogènes, l'implantation des équipements et ouvrages d'intérêt général et d'utilité publique.
- ✓ Le tracé des VRD en mettant en évidence ceux à la charge de l'état et ceux à la charge des collectivités locales et des lotisseurs.

- ✓ Un plan de compositions urbaine contenant notamment les formes urbaines et architecturales souhaitées pour les secteurs considérés (organisation spatiale, axonométrie, volumétrie, formes architecturales).

A l'exception du plan de situation, tous les plans cités au point 2 sont établis obligatoirement à l'échelle 1/500 lorsque le POS concerne des secteurs urbanisés [12].

III. 2.4. Révision POS :

Le POS peut être révisé dans les conditions suivantes :

- ✓ si le projet urbain ou les constructions prévues n'ont été réalisés qu'au 1/3 seulement du volume des constructions à l'échéance projetée,
- ✓ si le cadre bâti existant est en ruine ou dans un état de vétusté nécessitant son renouvellement
- ✓ si le cadre bâti a subi des détériorations importantes par des phénomènes naturels,
- ✓ si passé un délai de cinq (5) ans après son approbation, la majorité des propriétaires des constructions qui totalisent au moins la moitié des droits à construire définis par le POS en cours de validité, la demande,
- ✓ si la nécessité de créer un projet national le requiert

Les révisions du POS sont approuvées dans les mêmes conditions et formes que celles prévues pour l'élaboration [3,14].

IV. Conclusion du chapitre :

Tant que la planification urbaine traite des phénomènes complexe, il sera très utile d'utiliser des applications spécialisés pour le suivi des chantiers, pour cela, et suite au projet d'aménagement de 1 million logements qui a été lancé par monsieur le président on veut proposer une solution SOLAP pour suivre l'avancement de ce projet au niveau de la wilaya de Mostaganem. Dans ce chapitre on a parlé des instruments d'urbanisme et on a pu avoir une idée générale sur leurs fonctionnements dans le chapitre suivant on va vous expliquer c'est quoi un SOLAP et quelles sont leur fonctionnalités.

I. Introduction du chapitre :

SOLAP est un type de logiciel qui permet la navigation rapide et facile dans les bases de données spatiales et qui offre plusieurs niveaux de granularité d'information, plusieurs thèmes, plusieurs époques et plusieurs modes d'affichage synchronisés ou non : cartes, tableaux et diagrammes

Dans ce chapitre on va démontrer les différents concepts de SOLAP.

II. Technologie ou Application SOLAP :

La technologie SOLAP supporte la structure multidimensionnelle telle qu'utilisée en informatique décisionnelle, ce qui lui confère un immense avantage sur les logiciels de déploiement d'application cartographique sur le Web, même lorsque ceux-ci offrent des opérations appelées forage, car ces derniers sont basés sur une structure transactionnelle. La technologie SOLAP offre aussi de nouvelles fonctions d'aide à la décision non disponibles dans les systèmes d'information géographique (SIG) traditionnels ni dans les outils OLAP.

Il faut distinguer les applications SOLAP des technologies SOLAP. Une technologie SOLAP est une technologie générique construite spécialement pour offrir des fonctions SOLAP de base ou plus avancées sans nécessiter d'efforts de programmation. Le premier produit commercial SOLAP est le résultat des travaux de **M. Yvan Bédard** et son équipe et est commercialisé sous le nom de JMap Spatial OLAP Extension.

Une application SOLAP est une application métier qui fournit à l'utilisateur un certain nombre de fonctionnalités de type SOLAP et qui peut être construite soit avec la technologie SOLAP, soit avec des combinaisons de technologies non-SOLAP (ex. SIG et OLAP) et du code de programmation maison, ou soit avec d'autres technologies (ex. bibliothèques en Java).

III. Exemples d'applications SOLAP :

Les exemples d'applications qu'on vient de citer sont des applications réalisées par l'équipe de **M. Yvan Bédard** de l'université canadienne LAVAL.

Exemple 1 :

Une application fut développée pour aider les gestionnaires à distribuer les budgets de maintenance du réseau routier en se basant sur les périodes budgétaires, les conditions routières, la classification des routes, le flux de circulation, etc.

En plus de croiser, visualiser et explorer les informations requises, le cube permet de simuler la dégradation de la chaussée et de calculer les coûts de différents types de maintenance. La figure 1 présente cette application qui fut développée avec l’outil OLAP ProClarity, SQL-Server Analysis Services de Microsoft et l’API de GeoMedia WebMap avec une interface commune développée en Visual Basic [9].

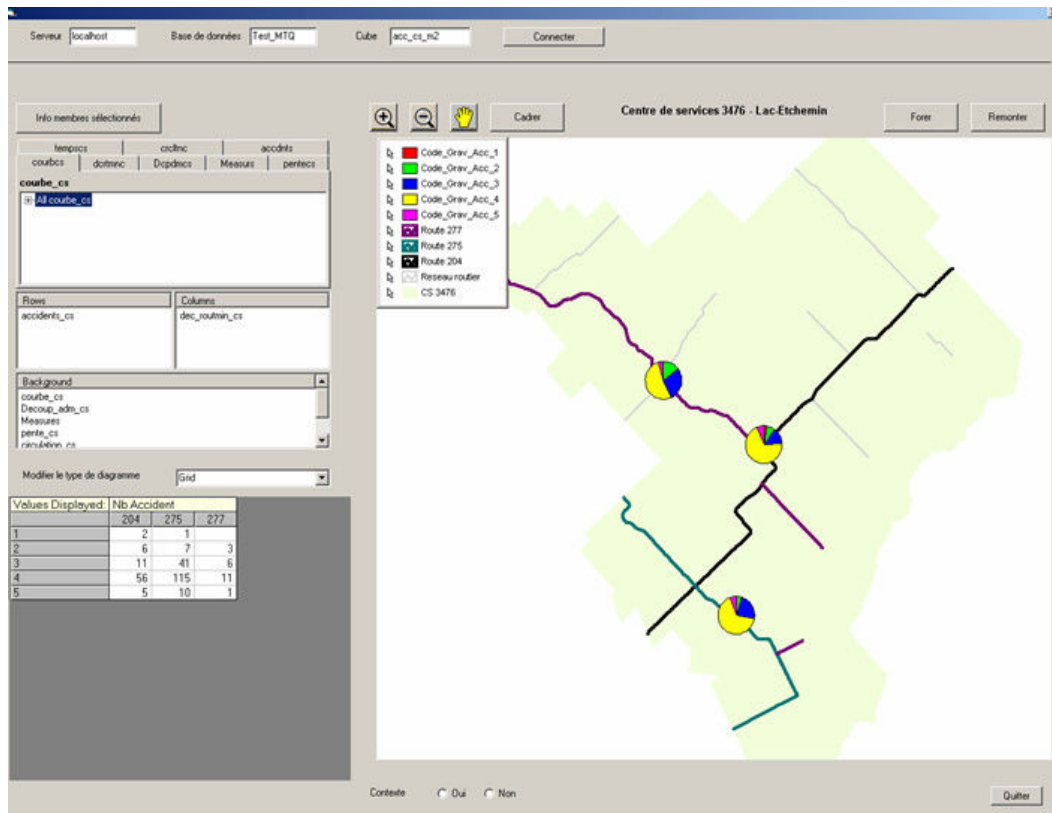


Figure 1. Une application de gestion du réseau routier (ProClarity et GeoMedia WebMap) : visualisation de l’état de la chaussée au niveau des segments de route.

Exemple 2 :

Une autre application en transport permet d'analyser les données relatives aux différents types d'accidents en fonction de leur position sur le réseau routier et des caractéristiques de celui-ci, le tout en fonction de différentes périodes. La figure 2 illustre cette application cette fois-ci déployée avec une technologie SOLAP, soit JMap Spatial OLAP Extension et Oracle 10g. Contrairement aux autres solutions, celle-ci ne nécessitait pas de développement d'interface à l'utilisateur supplémentaire puisque cette technologie SOLAP inclut l'interface [9].

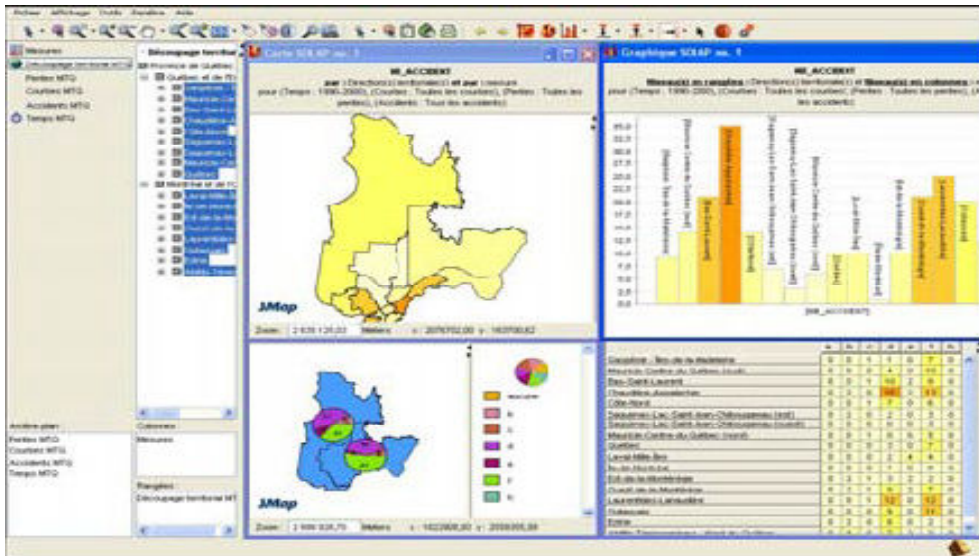


Figure 2. Une application sur les accidents sur le réseau routier (JMap Spatial OLAP Extension et Oracle 10g) : Visualisation de la fréquence des accidents par découpage territorial (en haut) et selon les types d'accidents (en bas).

Exemple 3 :

Une application en santé environnementale permet d'explorer les relations entre les états de santé et les phénomènes environnementaux, comme l'incidence des maladies respiratoires en fonction de la qualité de l'air pour rapidement valider ou invalider une hypothèse. La figure 3 présente cette application développée par programmation en Visual Basic, MS Access et la librairie du logiciel de visualisation cartographique SoftMap et la même application pour la figure 4 développée avec ProClarity, SQL-Server Analysis Services de Microsoft et KMapX et une interface commune développée en VBScript[9].

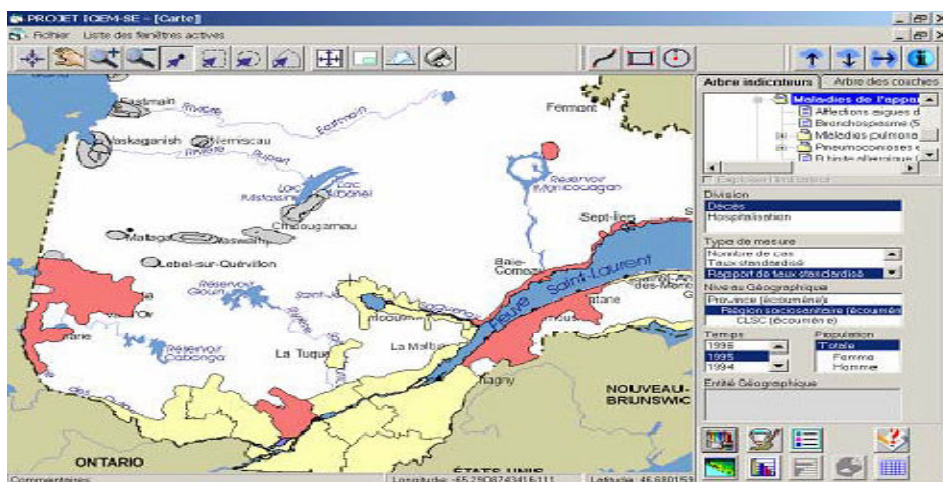


Figure 3. Une application en santé environnementale (Visual Basic et librairie de SoftMap) : Visualisation des cas de décès de maladies respiratoires.

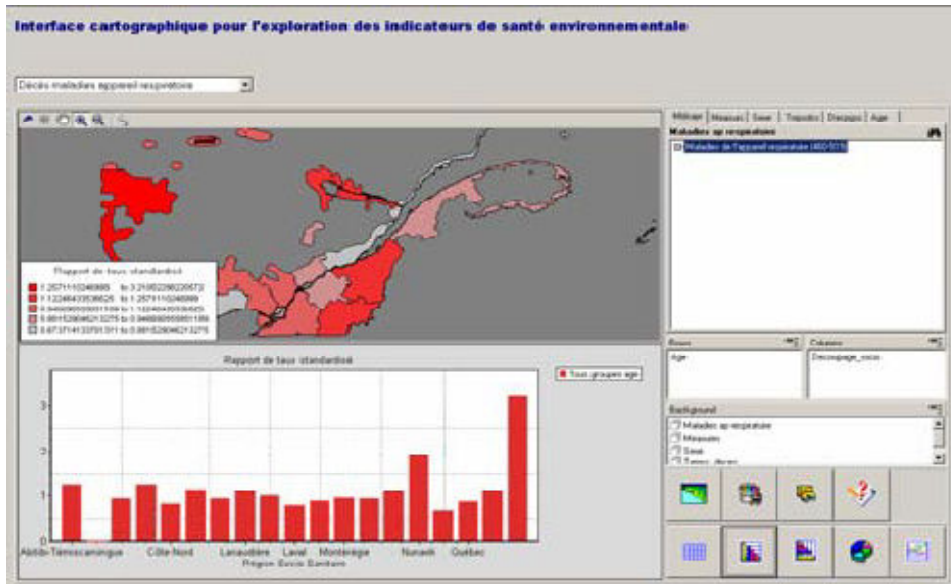


Figure 4. Une application en santé environnementale (ProClarity et KMapx).
 Visualisation des cas de décès des maladies respiratoires.

Exemple 4 :

Une application sur la cohorte d'étudiants inscrits ces 15 dernières années à l'Université de Laval permet une analyse par programmes d'étude, provenances géographiques, institutions de provenance, etc. afin de mieux planifier les prochains efforts de recrutement. La figure 5 illustre cette application déployée avec la technologie JMAP Spatial OLAP Extension et Oracle 10g [9].

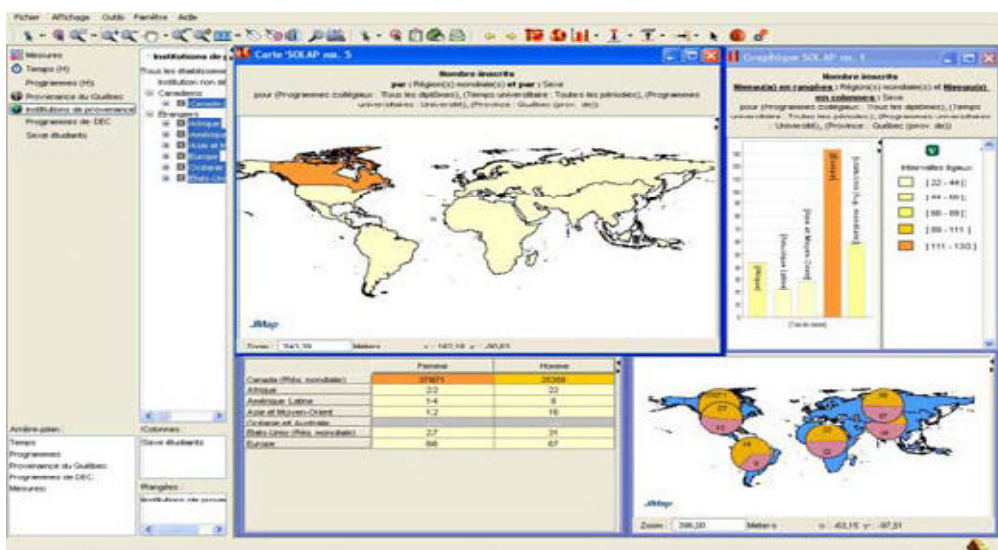


Figure 5. Une application sur la cohorte d'étudiants (JMap Spatial OLAP) : Visualisation des étudiants par provenance géographique.

Plusieurs autres domaines d'applications peuvent être étudiés, tel l'urbanisme, l'économie...etc.

Récemment, des applications en SOLAP 3D sur la gestion des forêts et les fouilles archéologiques mettent à profit l'aspect tridimensionnel de l'espace, c'est-à-dire les volumes. Dans l'application en archéologie, il est possible de naviguer dans les différentes unités stratigraphiques fouillées afin de comparer les lots de fouille entre eux en fonction de leur couleur, de leur granulométrie, de leur consistance, de leur position géographique et stratigraphique et du type d'artéfacts (ex. céramique) trouvés dans le lot.

Dans les sections suivantes on va essayer de définir le vocabulaire du monde SOLAP mais avant de faire ceci on va donner un aperçu générale sur le monde OLAP ainsi les modèles multidimensionnel et le système décisionnel.

IV. OLAP (On-line Analytical Processing):

« Il s'agit d'une catégorie de logiciels axés sur l'exploration et l'analyse rapide des données selon une approche multidimensionnelle à plusieurs niveaux d'agrégation ». Grâce à l'OLAP, les utilisateurs peuvent créer des représentations multidimensionnelles (appelées « *hypercube* » ou « *cubes OLAP* ») selon les critères qu'ils définissent afin de simuler des situations.

La technologie OLAP s'appuie sur un vocabulaire simple qui décrit les différents concepts utilisés pour l'analyse et l'aide à la décision. Par exemple pour décrire l'évolution du nombre d'accident dans une wilaya donné, il faut spécifier un certain nombre de paramètres Ces derniers seront détaillés par la suite :

1/ Dimension : Une dimension peut être définie comme un thème, ou un axe (attributs), selon lequel les données seront analysées. Ex. Temps, Découpage administratif ...

2/ Mesure : Une mesure est un élément de donnée sur lequel portent les analyses, en fonction des différentes dimensions. Ex. Le nombre d'accidents.

3/ Fait : Un fait représente la valeur d'une mesure, mesurée ou calculée, selon un membre de chacune des dimensions. Ex. 20 accidents par mois dans une wilaya.

4/ Cube : Un ensemble de mesures organisées selon un ensemble de dimensions. Ex. Un cube d'accidents par wilaya qui comprend les dimensions Temps, découpage administratif et la mesure nombre d'accident.

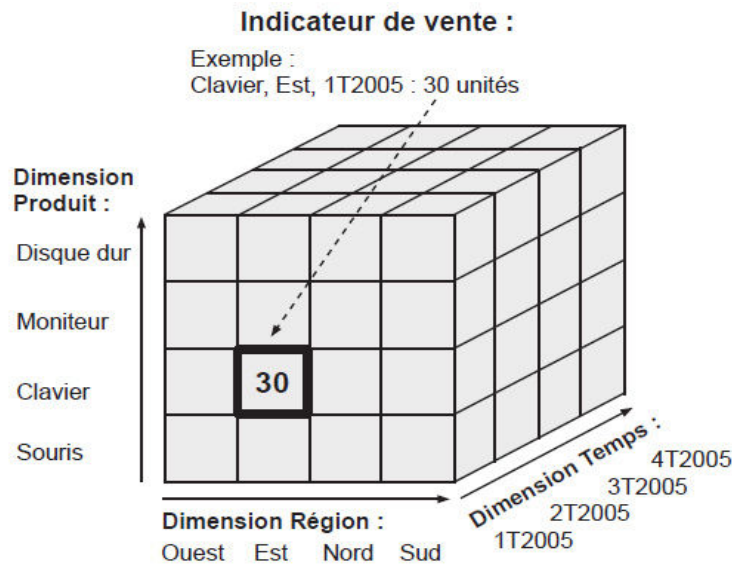


Figure 6. Cube multidimensionnel à trois perspectives d'analyse

IV. 1. Composantes OLAP :

L'architecture OLAP se compose en trois services :

1/ *Base de données* : Elle doit supporter les données agrégées ou résumées qui proviennent d'un entrepôt de données possédant une structure multidimensionnelle (SGDB)

2/ *Serveur OLAP* : Il gère la structure multidimensionnelle dans le SGBD et offre une bonne gestion l'accès aux données de la part des usagers.

3/ *Module client* : Il Permet aux usagers de manipuler et d'afficher les données sous forme de graphiques statistiques et de tableaux.

IV. 2. Architecture OLAP :

Selon le type de base de données accédé, plusieurs configurations sont possibles : multidimensionnelles, relationnelle ou hybride.

a) *L'architecture MOLAP* : (OLAP Multidimensionnel) Dans cette architecture, les données détaillées de base ainsi que les données agrégées de l'entrepôt sont stockées dans une base de données multidimensionnelle qui utilise une structure propriétaire au logiciel utilisé [4].



Figure 7. Architecture MOLAP.

b) *L'architecture ROLAP* : (OLAP Relationnel) Les données détaillées de base ainsi que les données agrégées de l'entrepôt sont stockées sous forme de tables dans une base de données relationnelle. Cette dernière doit être structurée selon un modèle particulier en étoile ou en flocon ou encore en constellation ... etc. [4]

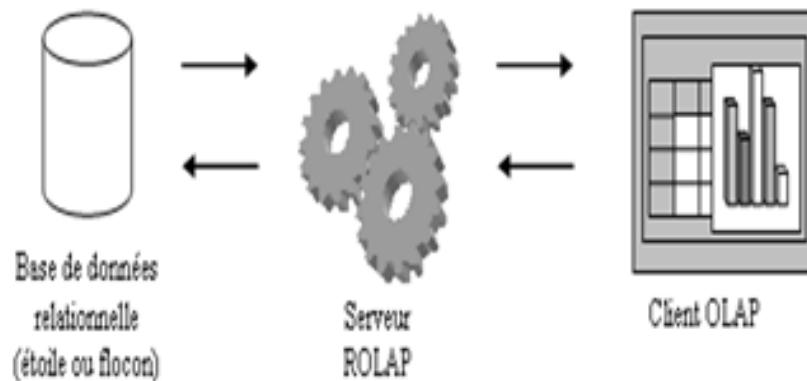


Figure 8. Architecture ROLAP

c) *L'architecture HOLAP* : (OLAP Hybride) C'est une Architecture qui croise les architectures MOLAP et ROLAP. Les données détaillées de base de l'entrepôt sont stockées dans une base de données relationnelle et les données agrégées sont stockées dans une base de données multidimensionnelle [4].

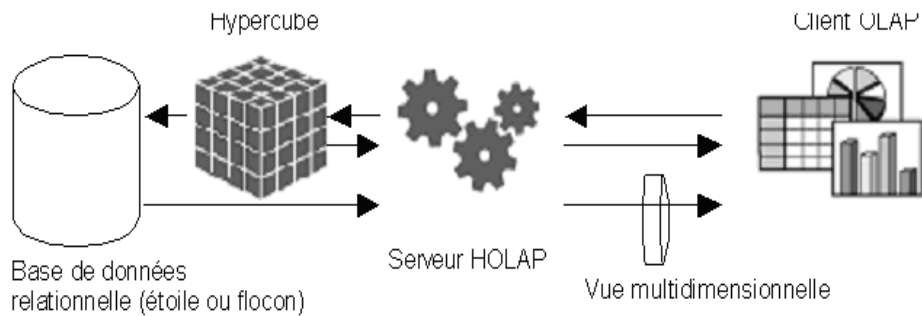


Figure 9. Architecture HOLAP

IV. 3. Opérations OLAP : [4,5]

1. Pivoter (pivot, swap) : Permet d'inter changer deux dimensions. Par exemple, visualiser le nombre d'accident par mois ensuite par région.
2. Forer (drill-down) : Permet de descendre dans la hiérarchie de la dimension. Par exemple : visualiser le nombre d'accidents par mois au lieu de par année.
3. Remonter (drill-up, roll-up) : Permet de remonter dans la hiérarchie de la dimension. Par exemple : visualiser le nombre d'accidents par année au lieu de par mois.
4. Forer latéralement (drill-across) : Permet de passer d'une mesure à l'autre. Par exemple, visualiser le coût des travaux au lieu du nombre d'accidents.
5. Slice: sélectionner des données en appliquant un critère de sélection à une dimension.
6. Dice: sélectionner des données en appliquant une sélection à plusieurs dimensions.

IV. 4. Le modèle multidimensionnel :

« Le modèle multidimensionnel est la combinaison de tables de dimensions et de faits. Le fait est le sujet de l'analyse. Il est formé de mesures, généralement numériques, renseignées de manière continue. Ces mesures permettent de résumer un grand nombre d'enregistrements des données sources en quelques-uns. Le fait est analysé selon des perspectives, nommées dimensions. Chacune contient une structure hiérarchique ; la dimension « temps », par exemple, pourrait être divisée en années, trimestres, mois, semaines, jours... [6].

On distingue trois types de modèle multidimensionnel :

1/ Modèle en étoile :

Le schéma en étoile tire son nom de sa configuration:

- Objet central, nommé table des faits.
- Connecté à un certain nombre d'objets de manière radiale, les tables de dimension.

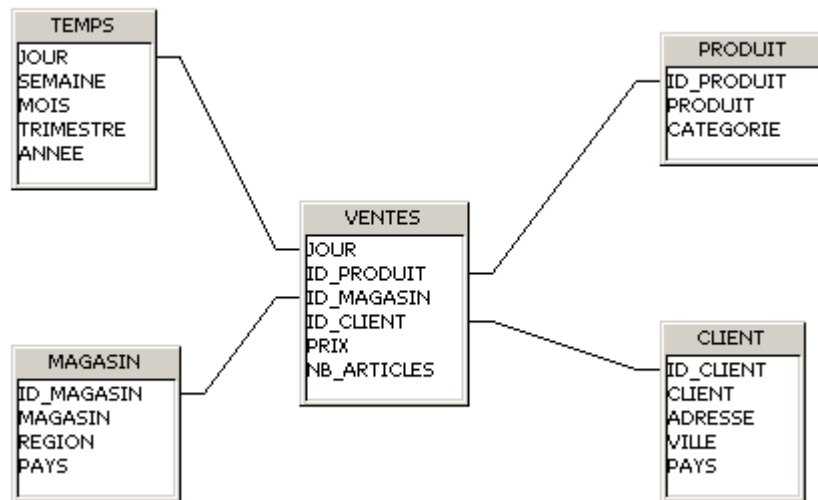


Figure 10. Modèle en étoile.

La table des faits, comme son nom l'indique, contient les faits.

Les tables de dimensions contiennent les attributs définissant chacun des membres des dimensions. Elles sont dénormalisées.

2/ Modèle en flocon :

- Le schéma en flocon est dérivé du schéma en étoile où les tables de dimension sont normalisées (la table des faits reste inchangée).
- Avec ce schéma, chacune des dimensions est décomposée selon sa ou ses hiérarchie(s).

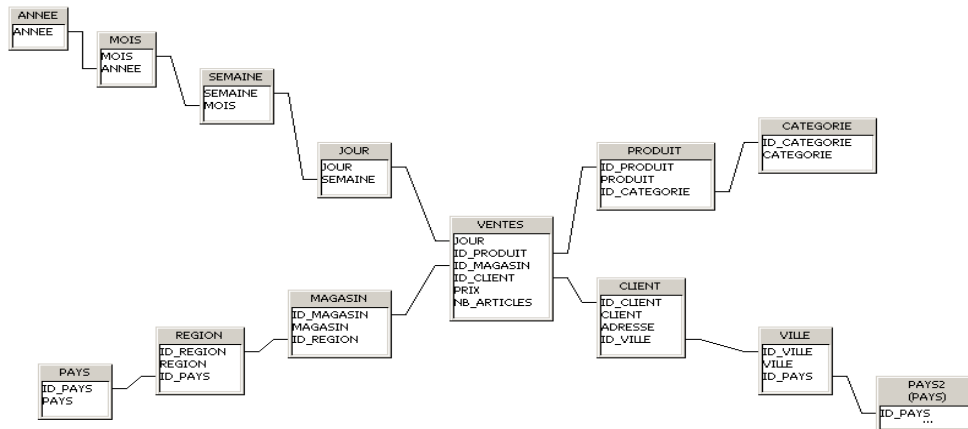


Figure 11. Modèle en flocon.

3/ *Modèle Mixte :*

Il s'agit d'une structure qui résulte de la meilleure combinaison des deux types de modèles précédents.

Seules quelques dimensions seront normalisées, souvent il s'agit des plus grandes tables et celles contenant le plus de redondance.

V. Architecture d'un système décisionnel :

Les différents éléments nécessaires (illustrés par la figure 12) sont détaillés pour la mise en place d'une solution d'aide à la décision, depuis l'extraction des données jusqu'à leur restitution sous forme agrégée, synthétisée et normalisée.

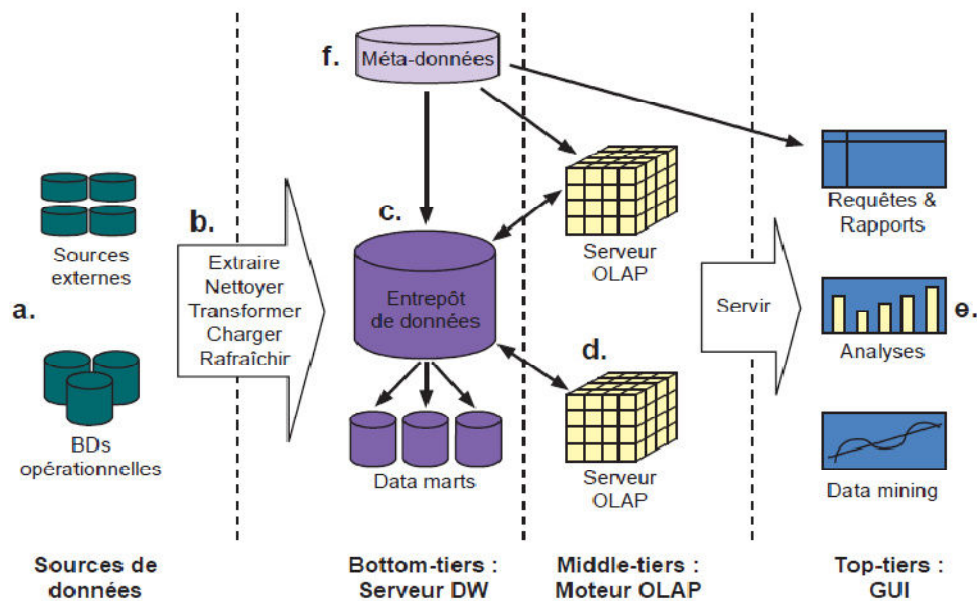


Figure 12. Ensemble des composants intervenant dans un système décisionnel

Sources de données :

Afin d'alimenter les entrepôts, les informations doivent être identifiées et extraites de leurs emplacements originels. Il s'agit majoritairement de données internes à l'entreprise, ce peut être aussi des sources externes, récupérées via des services distants, des *web services*, par exemple [10].

Outils d'extraction, transformation et chargement :

Plus connus sous le terme anglo-saxon *ExtractTransformLoad*(ETL), ces outils sont fondamentaux pour la construction des entrepôts de données. Ils extraient les données des systèmes hétérogènes sources, les normalisent et les rendent cohérentes entre elles, pour qu'elles puissent être utilisées ensemble. Les données sont fournies dans un format permettant leur stockage immédiat dans les entrepôts, et ultérieurement exploitables, sans recalculs par les décideurs et les analystes [10].

Entrepôt de données :

L'entrepôt de données « est une base de données architecturée pour des requêtes et des analyses, plutôt que pour le traitement transactionnel des données », et les résultats de ces requêtes doivent être obtenus rapidement.

L'entrepôt est organisé sur le modèle multidimensionnel évoqué précédemment. Il y a néanmoins deux types de stockage :

- L'entrepôt (*data warehouse*), qui concentre toutes les données ;
- Le marché de données (*data mart*) focalise sur une partie du métier, par exemple, les relations clients [10].

Traitement analytique en ligne OLAP :

On peut dire que c'est un type d'application informatique orienté vers l'analyse des informations selon plusieurs axes, dans le but d'obtenir des rapports de synthèse. Les applications de type *OLAP* sont couramment utilisées en système décisionnel, dans le but d'aider les responsables à avoir une vue transversale de l'activité d'une entreprise et de prendre des décisions.

Métadonnées :

Les métadonnées, présentes à tous les niveaux, permettent de connaître les données, qu'elles soient brutes ou transformées. Elles décrivent le schéma de l'entrepôt, ainsi que l'ensemble des règles, des définitions, des transformations et des processus qui sont appliqués à chacune des données [10].

Outils de visualisation :

Les outils de restitution sont la partie visible offerte aux utilisateurs. Par leur biais, les analystes sont à même de manipuler les données contenues dans les entrepôts et les marchés de données. Les intérêts de ces outils sont l'édition de rapports et la facilité de manipulation.

En effet, la structure entière du système décisionnel est pensée pour fournir les résultats aux requêtes des utilisateurs, dans un temps acceptable (de l'ordre de quelques secondes), et sans connaissance particulière dans le domaine de l'informatique. Généralement, les outils offrent des facilités de manipulation, permettant une prise en main rapide, intuitive et conviviale [10].

Après avoir fait un tour d'horizon sur le monde OLAP, les modèles multidimensionnels et les différents composants d'un système décisionnel on va décrire dans la partie suivante le vocabulaire du monde SOLAP.

VI. Vocabulaire du monde SOLAP :**VI. 1. Dimensions spatiales :**

Un système SOLAP permet de gérer trois types de dimension spatiale :

- Descriptive : les références spatiales sont textuelles (nom du lieu, par exemple).
- Géométrique : une géométrie est associée aux membres de tous les niveaux des hiérarchies d'une dimension.
- Mixte : combinaison des deux, autorisant à la fois les références textuelles et géométriques.

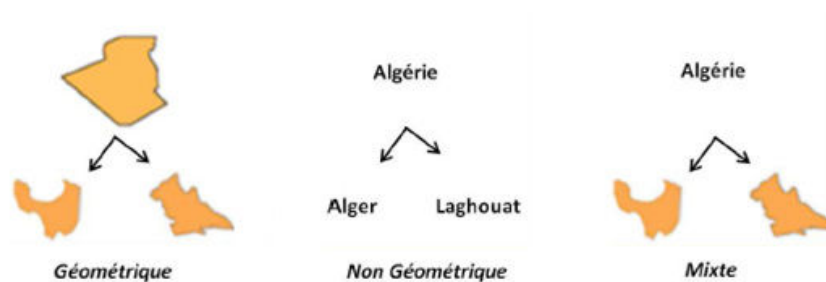


Figure 13. Les trois représentations des dimensions spatiales.

VI. 2. Mesures spatiales :

Dans un contexte multidimensionnel spatial, il n'y a pas que les dimensions qui possèdent une composante géométrique, mais aussi les mesures. Par conséquent, en plus des mesures conventionnelles supportées dans les systèmes OLAP, il existe 3 types de mesures spatiales :

- Le pointeur spatial est le type de mesure spatiale le plus connu. C'est la méthode utilisée par les technologies SIG pour gérer la composante géométrique des objets spatiaux.
- Le second type de mesure spatiale est la transposition au monde spatial de la mesure conventionnelle de l'OLAP. Elle permet de dériver des valeurs à l'aide d'un opérateur métrique ou topologique d'analyse spatiale dont le résultat sera ensuite stocké dans le cube de données.
- la dernière mesure spatiale consiste à générer des données géométriques sous la forme d'un ou plusieurs objets spatiaux obtenus par la combinaison de dimensions spatiales géométriques.

VI. 3. Opérateurs spatiaux de navigation :

Les outils SOLAP possèdent des opérateurs de navigation pour explorer via la carte l'ensemble des données spatiales. Dans une interface de client SOLAP, les variantes des opérateurs OLAP sont utilisées pour profiter de la structure de données multidimensionnelle spatiale et des différents niveaux de détail des données spatiales. Les opérateurs sont: DRILL-DOWN, ROLL-UP (ou drill-up), DRILL-ACROSS, SWAP (or pivot), SLICE and DICE.

Pour manipuler les données contenues dans le géométrique ou mélanger les dimensions spatiales, les trois opérateurs de forage peuvent être appelés : le forage spatial descendant (roll-down), le forage spatial de remontage (roll-up) et le forage spatial latéral (drill accros).

- L'opérateur de forage spatial (DRILL-DOWN) permet à l'utilisateur de naviguer d'un niveau général à un niveau plus détaillé à l'intérieur d'une dimension spatiale géométrique (ex. Cartographier les régions sous-jacentes composant un pays).

-

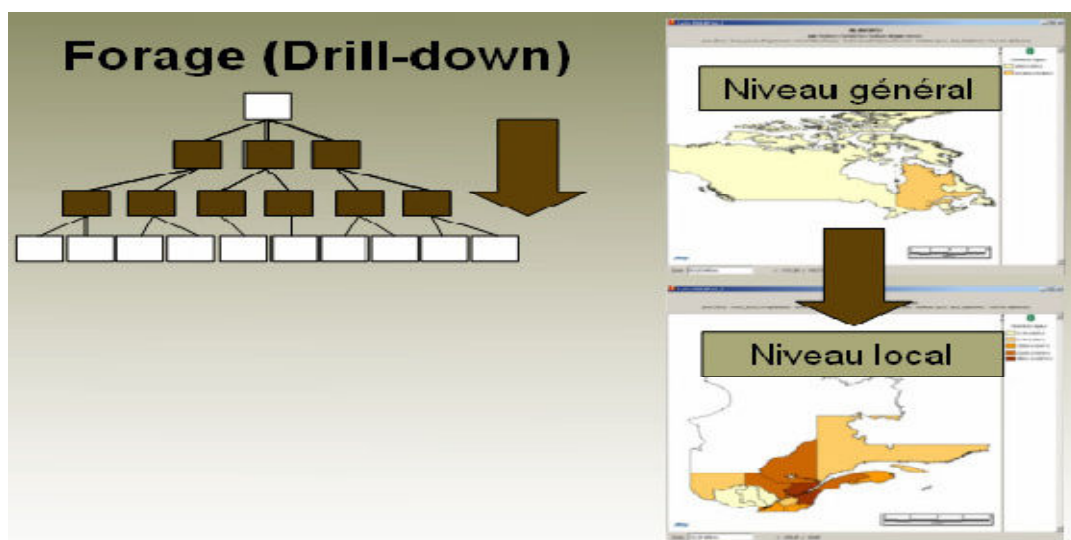


Figure 14. Opérateur DRILL-DOWN

- L'opération de remontage (DRILL-UP) permet la navigation inverse, c'est-à-dire de remonter d'un niveau détaillé des données vers un niveau le plus général (ex. Cartographier les données nationales sus-jacentes à une région).

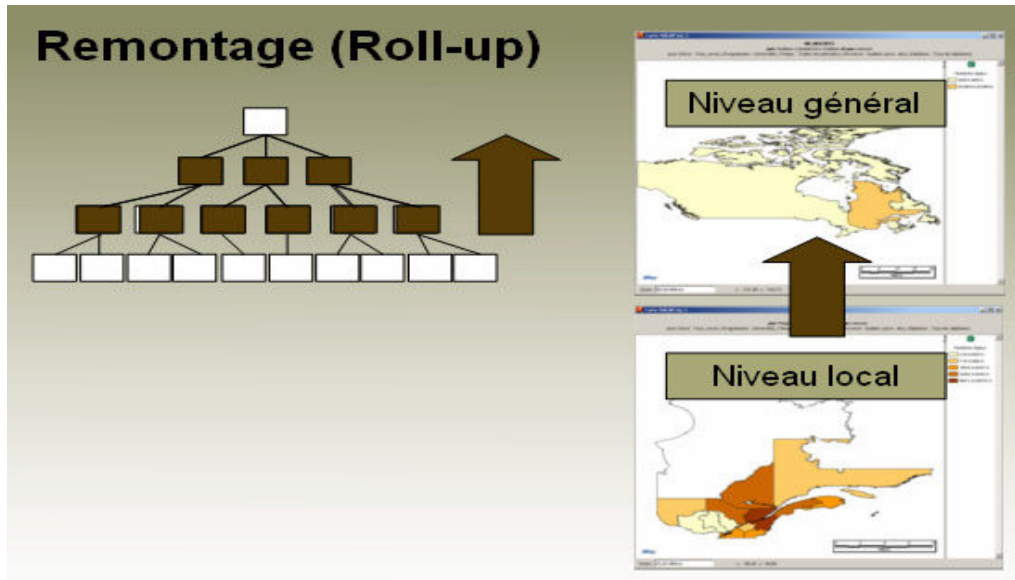


Figure 15. Opérateur DRILL-UP

- L'opérateur de forage latéral permet de visualiser les différents membres du même niveau de détail d'une dimension spatiale (ex. cartographier pour mieux comparer les mesures de la région sud par rapport à celles de la région nord). Ces opérateurs sont utilisés directement sur la carte.

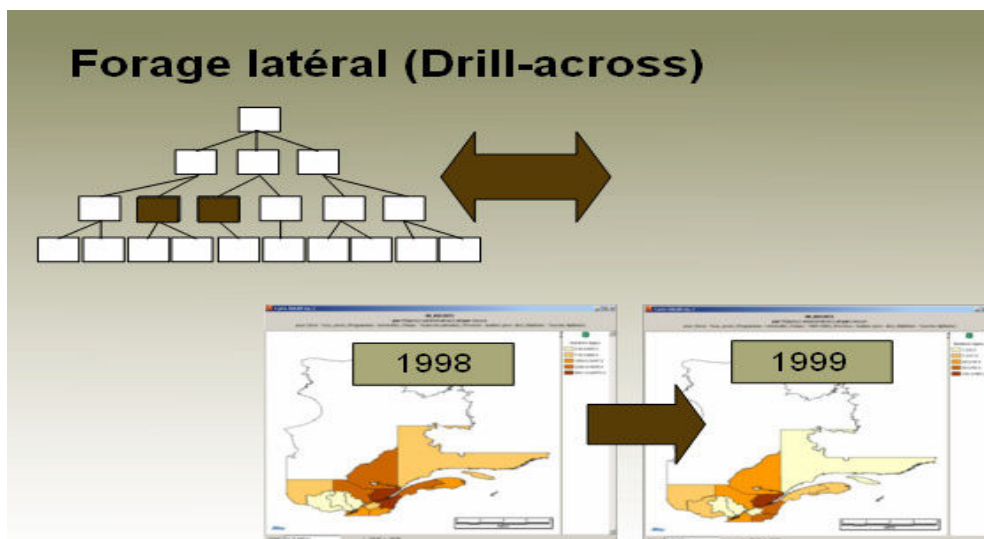


Figure 16. Opérateur DRILL-ACROSS

- Le pivot : Une opération utile sur des données multidimensionnelles est le pivot. Appliqué sur une carte, le pivot peut permettre de changer l'orientation des dimensions montrées pour produire un type différent de carte. Cependant, des règles précises sont nécessaires pour produire le pivot de la carte qui correspond aux dimensions active de sélections. Par exemple, une multicarte temporelle basée sur trois ans d'intérêt peut être pivoté comme une carte avec des diagrammes basés sur des années.

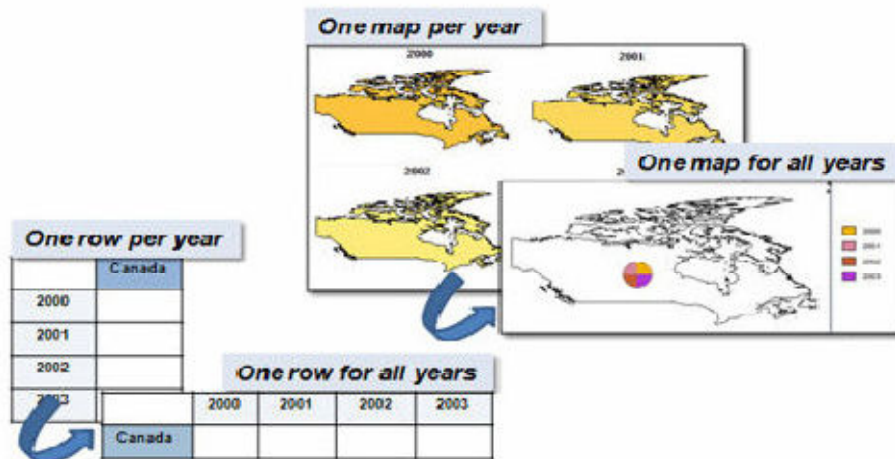


Figure 17. Opérateur PIVOT

VI. 4. Synchronisation de navigation :

L'outil SOLAP doit tenir compte de la synchronisation d'opérations d'un affichage à un autre. Il est important qu'une sélection dans un type d'affichage doit être efficace pour tous les autres types. Par exemple, la visualisation d'analyse temporelle rend facile la comparaison de données sur des cartes multi-temporelles ou sur la carte statistique.

VI. 5. La symbologie SOLAP :

La symbologie qui est utilisée pour représenter les mesures différentes dans les types divers de vues peut être définie par l'administrateur du système. Un outil SOLAP doit offrir à l'administrateur de la symbologie une flexibilité graphique qui tient compte de la définition des différents types de catégories de données, de cartes thématiques, ainsi que l'utilisation de variables visuelles diverses. Les utilisateurs peuvent aussi créer leur propre symbologie afin d'être appliqué à leur propre collection d'analyse.

VI. 6. Données spatiales contextuelles :

Un des avantages d'utiliser des cartes consiste dans l'utilisation d'informations contextuelles afin d'aider les utilisateurs à se localiser. Ces informations contextuelles sont essentielles pour l'analyse dans beaucoup de situations. Les types différents d'informations sur le secteur délimitant le phénomène étudié sont souvent aussi importants dans la construction de la connaissance que le phénomène lui-même.

VI. 7. Légende interactive :

Dernièrement, de la même façon, la légende répond à cette interactivité SOLAP et tient compte dynamiquement des opérations spatiales de forage. Ainsi, on peut voir la légende interactive comme une vue graphique spécifique à la sémantique des données analysées.

VI. 8. Approches pour le développement d'application SOLAP :

Il existe trois familles de solutions technologiques pour le développement et l'implantation d'une application SOLAP, basées sur les technologies utilisées et les fonctionnalités disponibles.

VI. 8.1. OLAP dominant :

Application développée autour d'un serveur OLAP. Les fonctions OLAP sont dominantes et les fonctions SIG sont minimales. Ex. zoom, déplacement, sélection, gestion des couches actives.

Avantages :

- ✓ Supporte l'exploration et la visualisation OLAP.
- ✓ Utilise les capacités d'un serveur OLAP.
- ✓ Adéquat pour des besoins d'exploration et de visualisation cartographiques simples.

Inconvénients :

- ✓ Nécessite des analyses complexes pour fournir une interface, à l'utilisateur, élégante et efficace.
- ✓ Requiert des mois de programmation (Les alliances récentes entre les fournisseurs OLAP et SIG simplifient grandement ces développements).
- ✓ Nombre limité de dimensions spatiales et d'analyses.
- ✓ Interactions limitées.
- ✓ S'intègre mal au processus complexe de mise à jour des données spatiales.

L'application de santé environnementale (figure 5) développée avec ProClarity et le logiciel KMapX, ainsi que l'application sur la gestion du réseau routier (figure 3) développée avec ProClarity et GeoMedia WebMap d'Intergraph font partie de la catégorie des OLAP dominant. Quoiqu'intéressantes, ces applications auraient nécessité beaucoup plus de programmation pour atteindre les niveaux de fonctionnalité et de flexibilité offerts par les solutions intégrées.

VI. 8.2. SIG dominant :

Applications développées autour d'un SIG et d'un SGBD. Fonctions SIG prédominantes et fonctions OLAP minimales. Ex. Forage et remontage sur un tableau.

Avantages :

- ✓ Supporte la cartographie thématique propre aux SIG.
- ✓ Utilise des capacités d'analyses spatiales.
- ✓ Adéquat lorsque les cartes ont une importance principale et que les tableaux et graphiques restent simples.

Inconvénients :

- ✓ Nécessite des analyses complexes pour fournir une interface, à l'utilisateur, élégante et efficace.
- ✓ Requiert des mois de programmation (Les alliances récentes entre les fournisseurs OLAP et SIG simplifient grandement ces développements).
- ✓ Interactions limitées.

L'application de santé environnementale (figures 5) développées par programmation Visual Basic à partir du SGBD MS Access et du logiciel de visualisation cartographique SoftMap fait partie de la famille des SIG dominant. Cette application va exigée davantage d'efforts de programmation que les solutions OLAP dominant précédentes étant donné l'absence de serveur OLAP pour la gestion des données multidimensionnelles.

VI. 8.3. SOLAP intégré :

Haut niveau de fonctionnalités pour les vues et données spatiales et non-spatiales.

Intégration sophistiquée et synchronisée des fonctions OLAP et SIG.

Avantage :

- ✓ Interface à l'utilisateur plus efficace.
- ✓ Fonctions plus riches (Ex. exploration synchronisée des cartes, tableaux et graphiques).
- ✓ S'intègre bien au processus complexes de mises à jour des données spatiales.
- ✓ Requiert ou non des SIG ou OLAP (peut exploiter directement les données).

Inconvénients :

- ✓ Nécessite des analyses complexes pour fournir une interface à l'utilisateur efficace.
- ✓ Requiert passablement de développement.

VII. Conclusion du chapitre:

Nous avons présenté dans ce chapitre le domaine OLAP et spatial OLAP (SOLAP). Nous avons décrit les différents composants d'OLAP et son rôle dans le système décisionnel, on a vu aussi les modèles multidimensionnels et finalement on a décrit le vocabulaire du monde SOALP, ce qu'il nous faut par la suite une méthodologie de travail.

I. Introduction du chapitre :

La réalisation d'un projet SOLAP pour un domaine assez complexe comme le domaine urbain nécessite une bonne démarche à suivre, et une méthodologie de travail bien précise. Dans ce chapitre on va expliquer la méthode qu'on va suivre pour réaliser notre application, ainsi la description de la zone de notre étude et de proposer un modèle décisionnel pour notre projet.

II. La Conception de notre système :

Concernant notre projet nous allons nous intéresser à une partie de la planification qui est le suivi de la réalisation des Bâtiments pour essayer d'intervenir au niveau décisionnel qui va décider de la politique publique à suivre.

Pour cela nous allons utiliser les fonctionnalités d'un SOLAP pour apporter notre aide à la décision, et pouvoir déterminer et prédire le taux d'avancement concernant chaque bâtiment, et permettre de déterminer et prédire les chantiers qui sont dans les normes, et ceux en retard cela va aider à décider des démarches à suivre pour chaque cas. Pour accomplir notre but il faut comprendre les étapes du suivi de la réalisation des bâtiments, qui passe par 5 phases, où chaque phase représente un pourcentage du total d'avancement (100%), les phases sont comme suit :

a/ Phase Infrastructure : Elle comporte 3 coefficients (Regard, Stabilité, Terrassement), en validons ces trois coefficients, la phase est dite achevée, et on passe à la phase suivante, elle représente 30% du total d'avancement.

b/ Phase Superstructure : Elle comporte 3 Coefficients (Regard superstructure, Stabilité superstructure, Dosage béton), la phase est achevée en validons ces 3 coefficients, cette phase représente 30% du total d'avancement.

c/ Phase Maçonnerie : Elle comporte 2 coefficients (Verticalité, Découpage), Elle représente 15% du total d'avancement.

d/ Phase Enduit : Elle comporte 3 coefficients (Enduit, Etanchéité, Revêtement du sol), elle représente 15% du total d'avancement.

e/ Phase Finition : Elle comporte 2 coefficients (Peinture, Pose vitre), la dernière phase représente 10% du total d'avancement.

Pour pouvoir entamer la réalisation d'une phase, il faut que la précédente, soit terminée, et notons que chaque phase a une période de réalisation précise, quelle doit être respectée, pour permettre cela, un rapport d'avancement est établi périodiquement pour suivre la réalisation des paramètres de chaque phase, ceci va aider à décider si oui, ou non la phase est achevée, et constaté ou prédire le taux d'avancement de chaque étape du suivi, ceci va permettre de bien suivre la réalisation et le bon déroulement des chantiers.

III. Le suivie d'un chantier urbain :

Le suivie de chantier se fait au cours d'exécution de P.O.S, et on distingue 2 types de suivi selon les niveaux de la pyramide de la décision :

- Le suivie de niveau opérationnel (bureau d'étude, CTC, CTH) qui se fait quotidiennement et cherche d'atteindre le plus petit détail élaborés dans le plan (la matière utilisée, la profondeur de forage pour avoir le bon sol, la verticalité et la stabilité des constructions...etc.)
- Le suivie de niveau stratégique qui a un programme à réaliser, suivant un calendrier il doit avoir un certain avancement de réalisation de projet, il cherche aussi d'avoir une ville cohérente suivant les instruments de la planification et d'avoir des solutions urbaine durable dans la ville.

IV. Démarche à suivre dans notre projet :

Notre travail a pour but d'apporter l'aide aux décideurs, qui sont chargés de décider des politiques à suivre pour élaborer la bonne planification. Pour cela il est très important de savoir l'état actuel de l'avancement, et même de le prédire, ceci nous a poussé à appliquer les méthodes spécifiques de SOLAP qui permettent de réaliser et d'accomplir ce but.

On poursuit maintenant avec les étapes suivies pour la réalisation de notre projet

IV. 1. Présentation de la zone d'étude :

Dans le cadre de l'application d'une politique publique dans le cadre du développement urbain durable pour l'extension de la ville de Mostaganem vers le Sud-est, le projet de la nouvelle ville dans la zone de EL H'chem se montre comme un énorme projet urbain qui a besoin d'un outil pour apporter une aide à la décision au niveau décisionnel pour le bon suivi, et la réalisation d'un tel projet.

Pour ce projet, il est divisé en 03 Zones qui vont comporter des îlots (89 îlot), chaque îlot va être composé de parcelles (143 parcelles), qui vont contenir les bâtiments à réaliser (349 bâtiments).

IV. 2. Source de données :

La première étape à faire avant de commencer la réalisation de tout projet est de définir la source de données puis l'extraction, le traitement et le formatage des données sous des formes adaptables et compatibles avec notre application.

Les données utilisées dans notre travail concernant la réalisation d'une nouvelle zone urbaine représentent les limites du POS, les zones de végétations, d'aménagement, d'assainissement, les parcelles et les Ilots, ils sont extraits à partir d'une géodatabase.

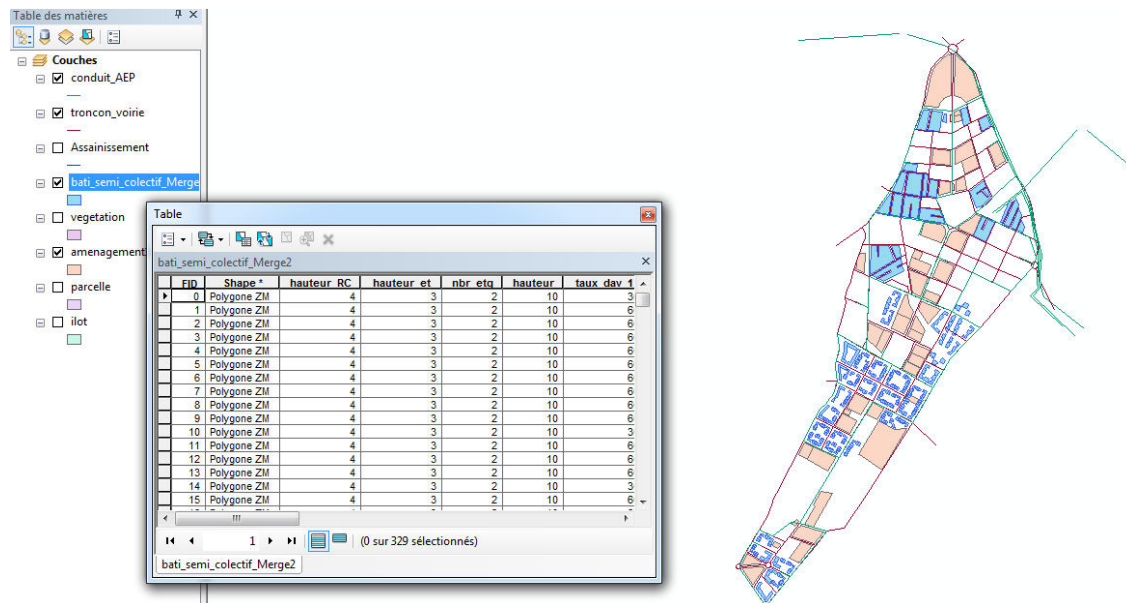


Figure 18. Extraction des données

Elle contient des données de forme attributaires et géographiques comme montre la figure au dessus. Ces données attributaires sont utilisées pour construire la base de données dans le SQL server qui servira après dans la modélisation de notre système multidimensionnel.

IV. 3. Structuration de la base de données :

Le modèle conceptuel des données (MCD) a pour but d'écrire de façon formelle les données qui seront utilisées par le système d'information. Il s'agit donc d'une représentation des données, facilement compréhensible, permettant de décrire le système d'information à l'aide d'entités.

Notre projet va être structuré sur une base de données, qui est construite sur modèle conceptuel de données (MCD), comme illustré dans la figure suivante :

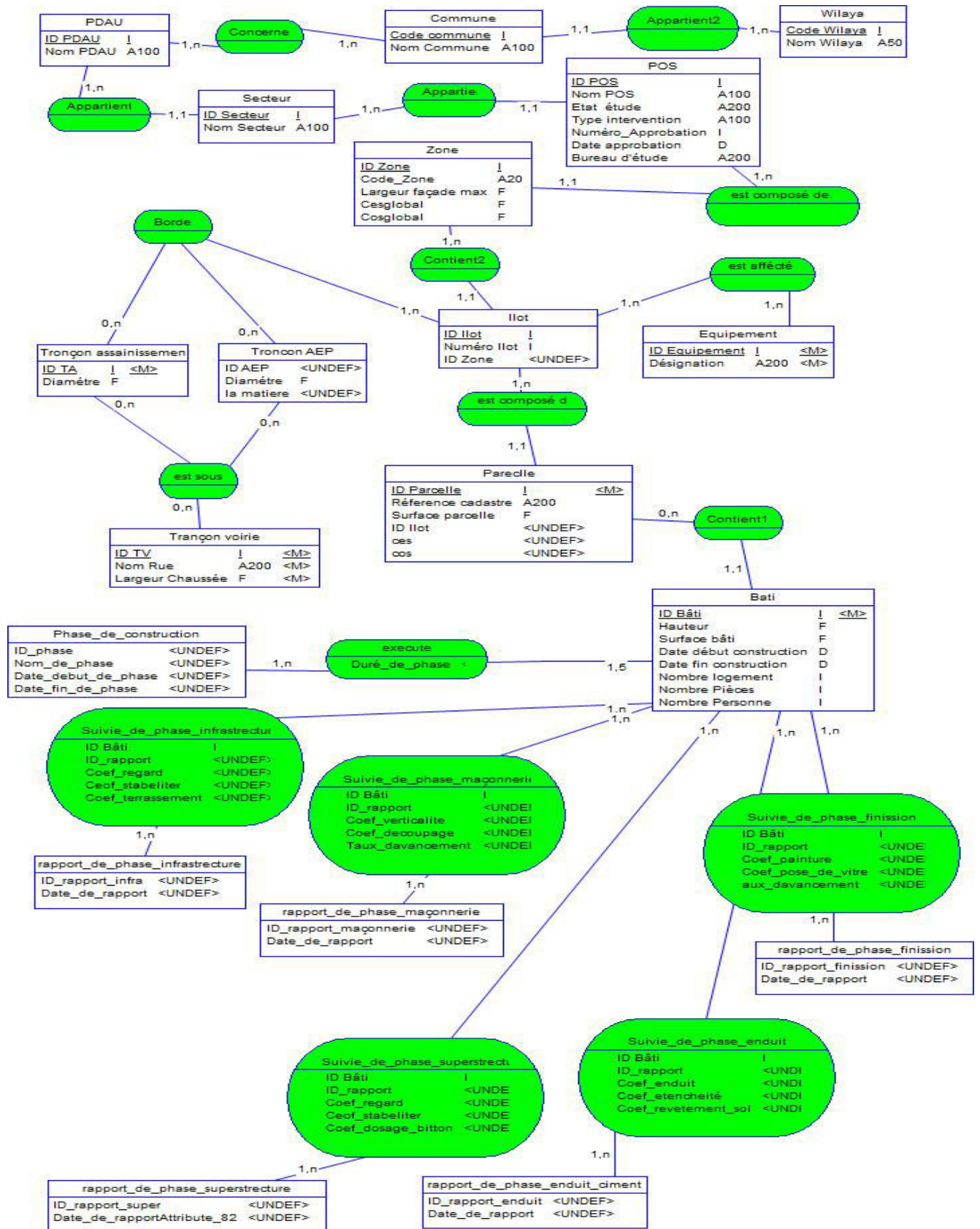


Figure 19. Modèle conceptuel de données

A partir de ce modèle, nous avons établie un modèle pour le suivi qui contient les tableaux suivants :

POS : (ID_POS, Nom_POS, Date_Aprobation).

Zone : (ID_Zone, Superficie_Zone, CES_G, COS_G).

Ilot: (ID_Ilot, Superficie_Ilot).

Parcelle : (ID_Parcelle, Superficie_Parcelle, CES, COS).

Bâti : (ID_Bati, Hauteur_Bati, Surface_Bati, Date_Debut_Construction, Date_Fin_Construction, Nombre_Logement, Nnombre_Pieces, Nom_Bati).

Rapport : (ID_Rapport, Date_Rapport).

Phase ; (ID_Phase, Nom_Phase, Date_Debut, Date_Fin).

Ceci nous à permit de construire un modèle multidimensionnelle, en flocon qui contient les tableaux en dessous, comme il est montré dans la figure suivante :

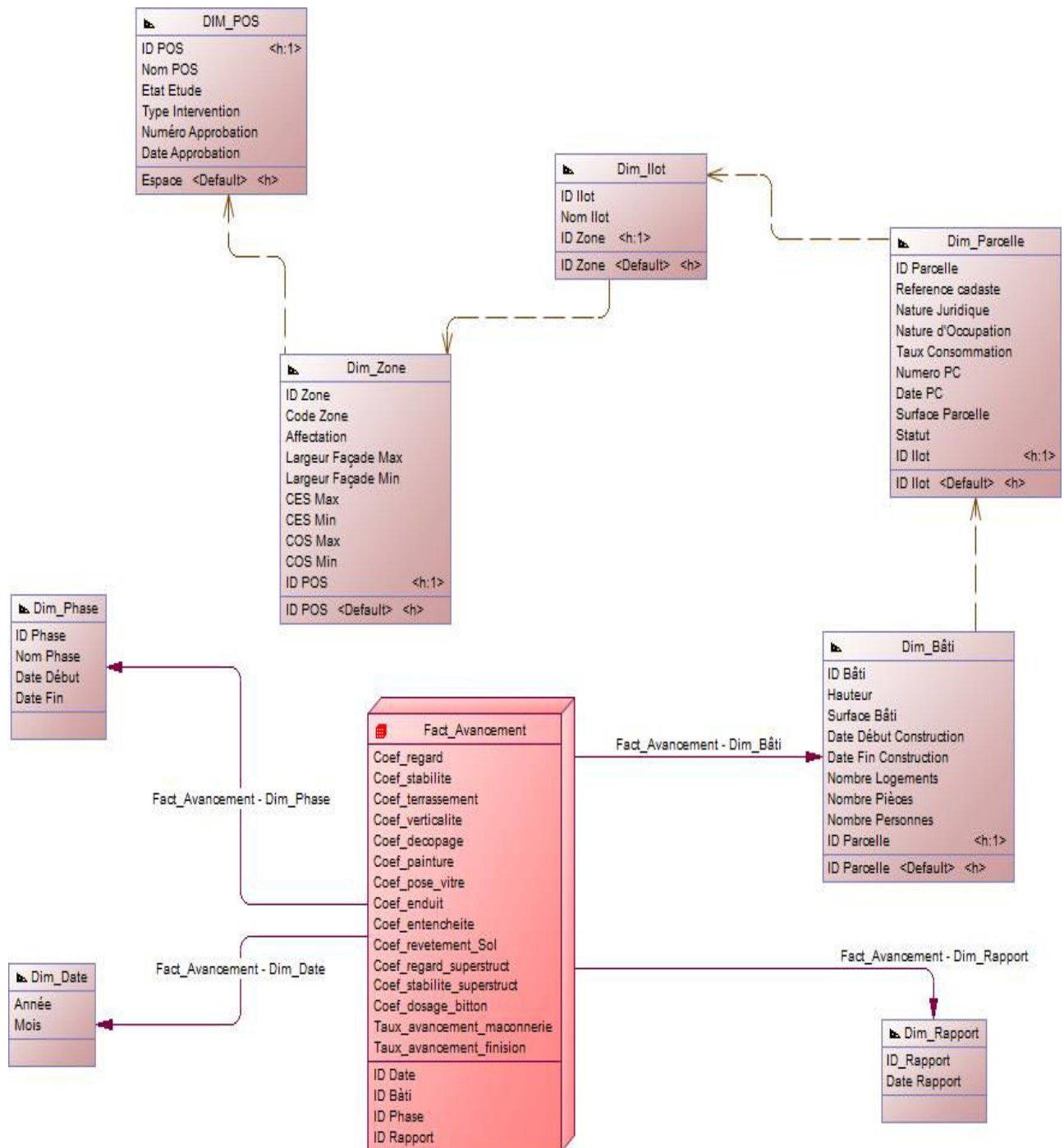


Figure 20. Modèle multidimensionnelle

Une fois notre modèle construit, nous sommes passés par une sélection, un nettoyage, et un traitement de ces données, nous avons procédé par la suite à la création de notre entrepôt de données, l'intégration de nos données sélectionnées, nettoyées, et traitées, pour cela nous avons utilisé des outils permettant de réaliser cette tâche (Microsoft SQL Server 2012).

IV. 4. Données graphiques :

Pour notre projet, le deuxième type de données utilisé est les données contenu dans le projet de suivi réalisé dans ArcGis, qui contient les différentes couches utilisé dans la réalisation de ce projet (couche bâti, Ilot, parcelle, zone, etc.), comme montré dans la figure suivante :

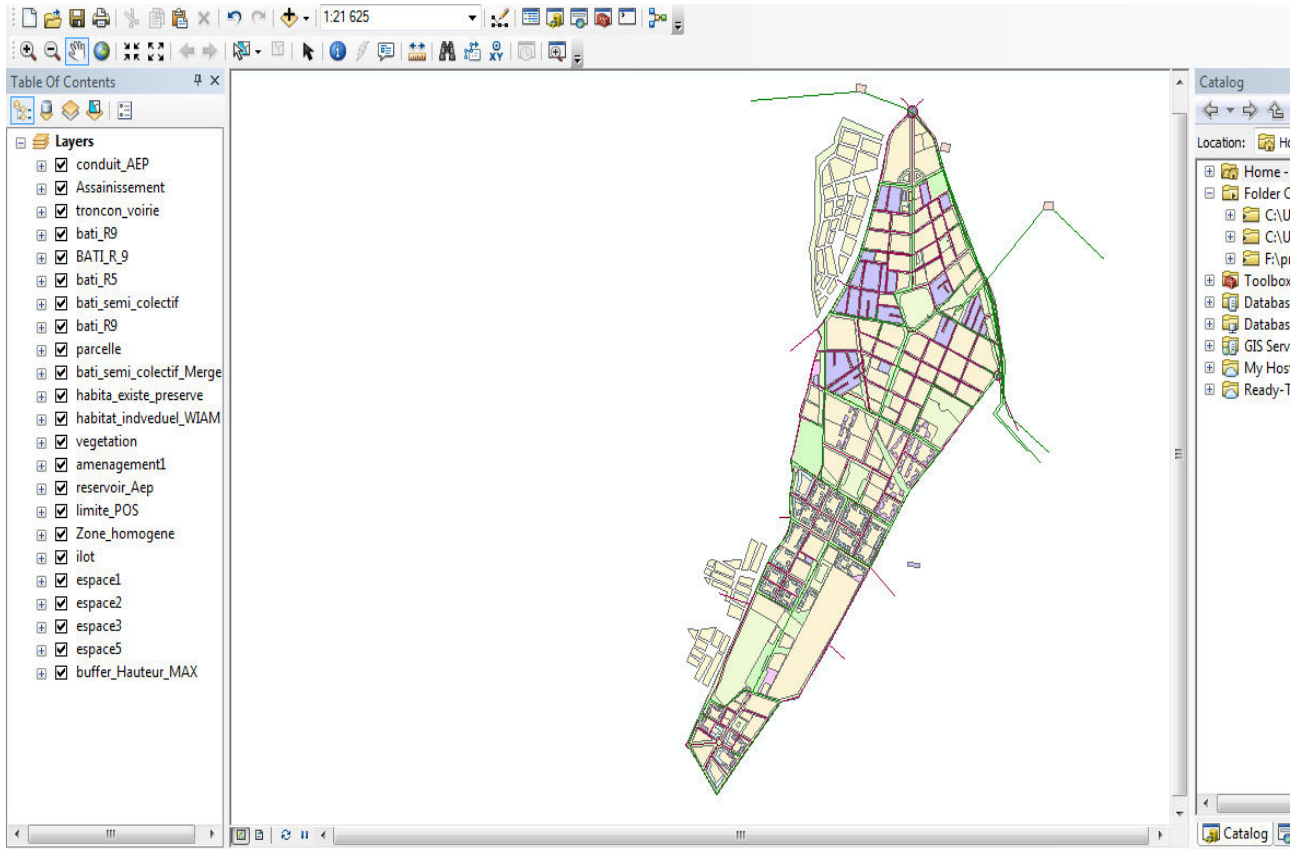


Figure 21 .Projet réalisé dans ArcGis avec les différentes couches

Ces données graphiques sont sous format des fichiers « shape », Il contient toute l'information liée à la géométrie des objets décrits, qui peuvent être :

- des points
- des lignes
- des polygones

En plus des tables pour les données attributaires utilisés dans la première étapes pour l'extraction et la création de la base de données transactionnelle

IV. 5. Le modèle décisionnel proposé :

Après avoir donné un aperçu général sur la conception de notre système on a pu définir un modèle décisionnel qui va nous aider à développer notre application tel que la première partie est réservé pour la création de notre base de données et la deuxième pour la création d'un moteur SOLAP.

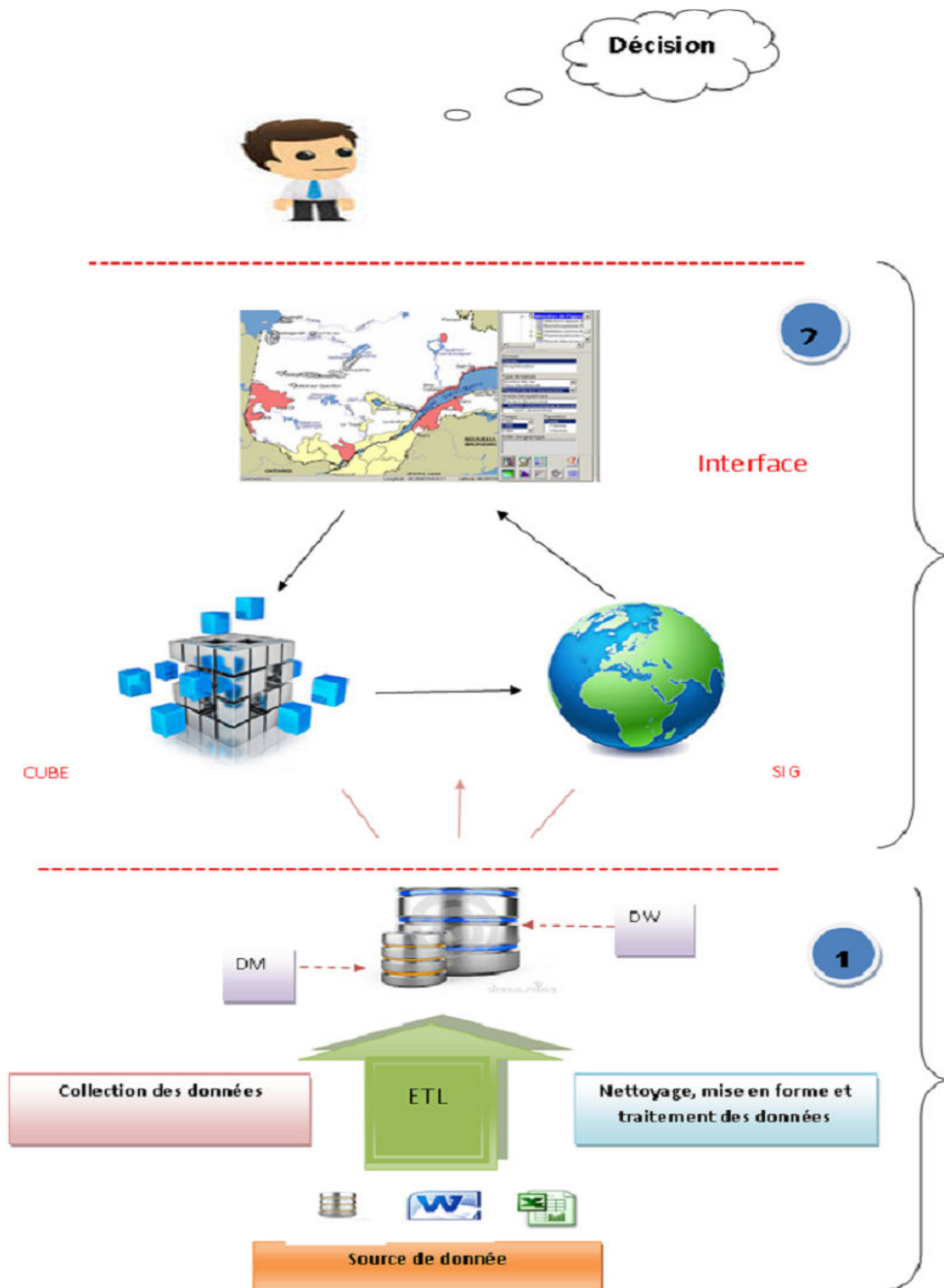


Figure 22. Le modèle décisionnel proposé

Ce schéma montre clairement les différentes étapes par niveau qui doivent être présentes dans un système décisionnel et résume ce que nous avons montré précédemment, de la source de données à la prise de décision passant par l'extraction, le traitement, la création du système multidimensionnel et finalement une interface qui donne à l'utilisateur la possibilité de consulter et interroger ce système tout en assurant une simplicité de présentation et une flexibilité de transmission d'informations.

Notre travail consiste exactement à faire la conception et la réalisation d'un SOLAP intégré qui combine entre les performances de l'analyse multidimensionnelle OLAP et la clarté et simplicité de la représentation de l'information d'un SIG. Ce modèle est utilisé pour le suivi des différentes mesures citées précédemment d'un projet d'urbanisme par une analyse OLAP (SQL Server Analysis Services), puis la représentation de ces résultats sur un système d'information géographique c.à.d. sous une forme graphique, autrement dit, on cherche à interpréter ces résultats d'analyse sur une carte géographique.

V. Conclusion du chapitre :

Dans ce chapitre nous avons expliqué la méthode que nous allons suivre pour réaliser notre projet. Dans le chapitre suivant nous allons suivre cette méthode pour répondre au besoin primordial dans le domaine urbain, c'est le suivi d'un chantier urbain.

I. Introduction du chapitre :

Après avoir fait un tour d'horizon sur les ingrédients nécessaires à la conception de notre système, à l'aide des éléments définis et expliqué dans les chapitres précédents, qui nous ont permis de mieux comprendre notre système d'aide à la décision, comment construire un modèle qui tentera, de répondre aux objectifs que nous nous sommes fixés, dans ce chapitre nous allons détailler notre application qui répond à nos besoins : nous allons présenter les outils utilisées et la plateforme utilisée: pour la création de notre entrepôt de données, modélisation de notre cube, comment choisir, et appliqué les méthodes de solap, et essayi d'interprété les résultats.

Notre travail est constitué de deux parties, d'une part appliquer les principes des systèmes d'information géographiques afin d'extraire les informations utiles à une bonne modélisation, et d'une autre part appliquer les techniques de l'OLAP pour l'analyse et le suivi d'un chantier urbain.

II. Développement des applications SIG en JAVA :

II. 1. Connexion au serveur OLAP (MS Analysis Services) :

La connexion entre le client (application java) et le serveur OLAP (Microsoft SQL server Analysis Services) utilise un protocole de communication XML/A via un serveur http (IIS de Microsoft).

Configurer l'accès HTTP à Analysis Services sur Internet Information Services (IIS) :

Cette partie explique comment configurer un point de terminaison HTTP pour accéder à une instance Analysis Services de SQL server. Cette approche constitue une alternative à la connexion à Analysis Services lorsque une solution OLAP nécessite les capacités suivantes :

- Un accès client via une connexion Internet ou extranet.
- Une application cliente qui s'exécute dans un environnement réseau qui permet des connexions HTTP mais pas TCP/IP.
- Des méthodes d'authentification autres que la sécurité intégrée de Windows sont requises. IIS prend en charge les connexions anonymes et l'authentification de base.
- Des applications clientes qui ne peuvent pas utiliser les bibliothèques clientes Analysis Services (par exemple, une application Java dans notre cas). Si vous ne pouvez pas utiliser les bibliothèques clientes Analysis Services pour accéder aux données, vous pouvez utiliser SOAP et XML/A sur une connexion HTTP directe à une instance Analysis Services.

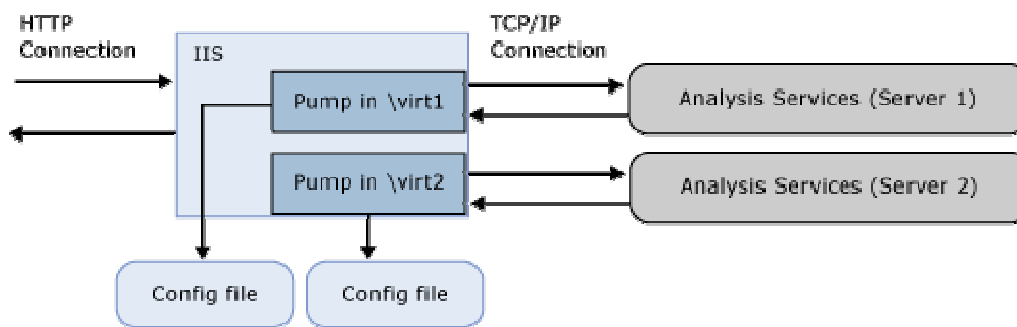


Figure 23 . Module de connexion OLAP/Application Java (XMLA)

II. 2. OLAP4j :

L'API, connu sous le nom `olap4j`, est l'équivalent OLAP de Java Database Connectivity (JDBC) pour les données relationnelles. Plus précisément, `olap4j` étend classes de base de JDBC spécifications 3 et 4 afin d'apporter des sources de données OLAP pour la plate-forme Java. Les connexions peuvent être obtenues par le gestionnaire de connexion JDBC.

L'API utilise des instructions, qui sont fournis par les connexions. Les requêtes, formulées en utilisant le langage MDX, peuvent être envoyés textuellement à la connexion. L'API de `olap4j` comprend également un système capable de représenter toute grammaire de requête MDX spécifique au serveur comme un modèle d'objet métier de type.

Résultats de requêtes multidimensionnelles sont représentés par un objet `Cellset` formatable pour une meilleure représentation des résultats

II. 3. ArcGIS Runtime SDK pour Java :

Le SDK ArcGIS Runtime pour Java fournit un ensemble d'outils de développement qui vous permettent de créer des applications ciblées de carte 2D pour répartition sur les plates-formes Windows et Linux. Le SDK (Software Development Kit) vous permet d'intégrer des cartes, localisateurs, et des modèles de géotraitement en ligne et locales pour créer des applications riches et des SIG a haute fonctionnalités s qui tirent pleinement parti de la plate-forme Java Desktop

Ce que le SDK nous donne :

- ✓ Un riche API Java SE fournie par une suite de fichiers jar.
- ✓ Un plug-in pour Eclipse, y compris les modèles de projets pour créer facilement de nouvelles applications.
- ✓ Un ensemble de composants d'exécution. Déployez uniquement les composants dont vous avez besoin l'aide du Générateur de déploiement.

- ✓ Une application de visualisation de l'échantillon interactif qui vous permet de visualiser les capacités du SDK et de voir code de l'application que vous pouvez utiliser pour créer vos propres applications.
- ✓ Une bibliothèque d'outils open-source qui comprend un ensemble de composants pour aider au développement rapide d'applications. La bibliothèque d'outils comprend les commandes suivantes:
 - Légende
 - La barre d'échelle
 - Navigator, y compris rotation de la carte
 - Superpositions de gérer l'affichage des pop-ups, dessiner des graphiques, sélectionnant graphiques, et plus
 - Curseur de temps pour voir les couches temporelles courant
 - Composants d'édition d'entité, y compris un éditeur dispositif de fixation
 - Carte générale
 - Étendue signets
 - Contrôles de visibilité des calques

II. 4. Microsoft SQL Server 2012 :

Microsoft SQL Server est une application utilisée pour créer des bases de données informatiques pour la famille des systèmes d'exploitation de Microsoft Windows. Il fournit un environnement utilisé pour produire des bases de données accessibles à partir des postes de travail, du web ou d'autres média tels qu'un assistant numérique personnel. **SQL Server 2012**, la plate-forme de gestion et d'analyse des données la plus complète.

II. 5. Eclipse :

Eclipse est un projet, décliné et organisé en un ensemble de sous-projets de développements logiciels, de la Fondation Eclipse, visant à développer un environnement de production de logiciels libres qui soit extensible, universel et polyvalent, en s'appuyant principalement sur Java.

III. Les étapes d'entrepôt de données :

Nous décrivons dans cette section les étapes de création de notre projet de réalisation d'un système SOLAP dédié au suivi des instruments d'urbanisme.

Dans cette première étape, nous allons expliquer les phases de création et administration de notre base de données et des différentes tables (dimensions), ainsi que leurs champs dans le moindre détail grâce au SQL Server Management Studio, installé avec SQL Server R2. Il permet de réaliser, avec grande facilité, la plupart des tâches communes aux bases de données,

de la création de la base jusqu'à la modification de données. Quelques clics suffisent et nul besoin de taper la moindre requête.

III. 1. Création d'entrepôt de données avec « SQL Server management studio »

Avant de pouvoir réaliser une quelconque opération, il nous faut tout d'abord accéder à SQL Server Management Studio. Maintenant commençons par la création de la base de données.

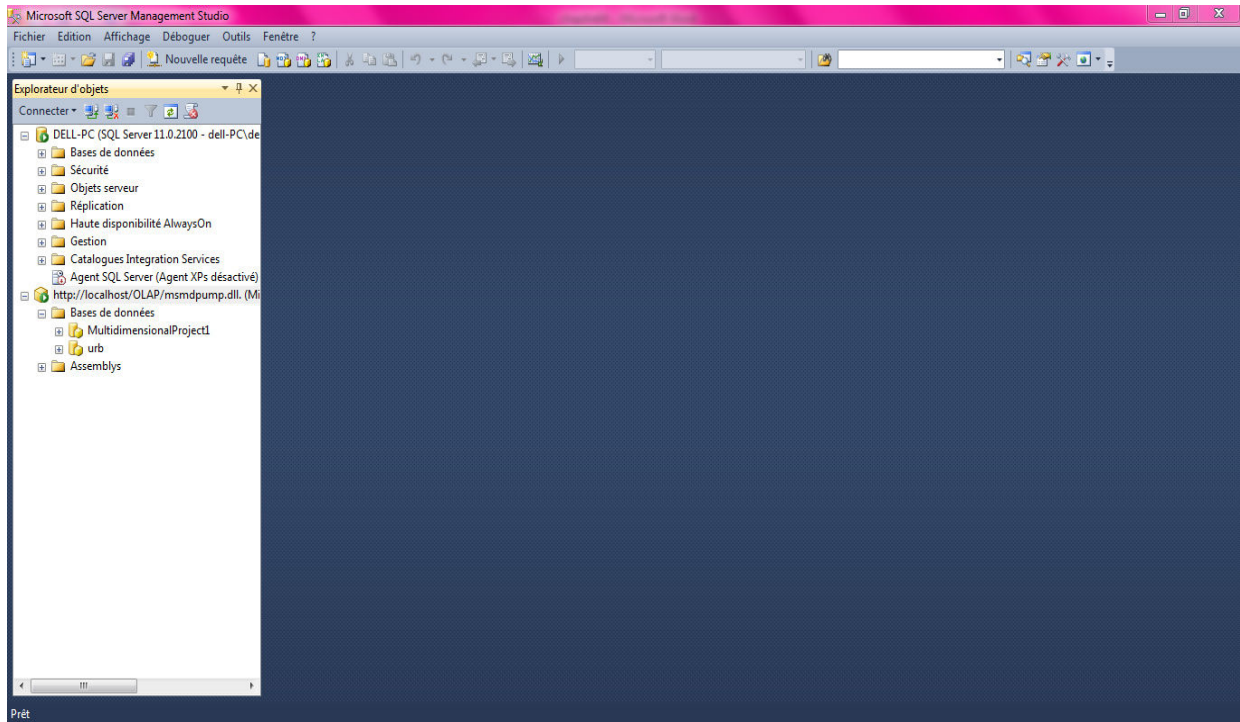


Figure 24 .Fenêtre de SQL Server management studio

Dans la page d'accueil, un formulaire composé d'un champ de texte, d'une liste et d'un bouton nous permet de spécifier le nom de la base, que nous avons nommé « **planification** », ainsi que le type d'interclassement (si aucun n'est spécifié, le type "par défaut" sera utilisé).

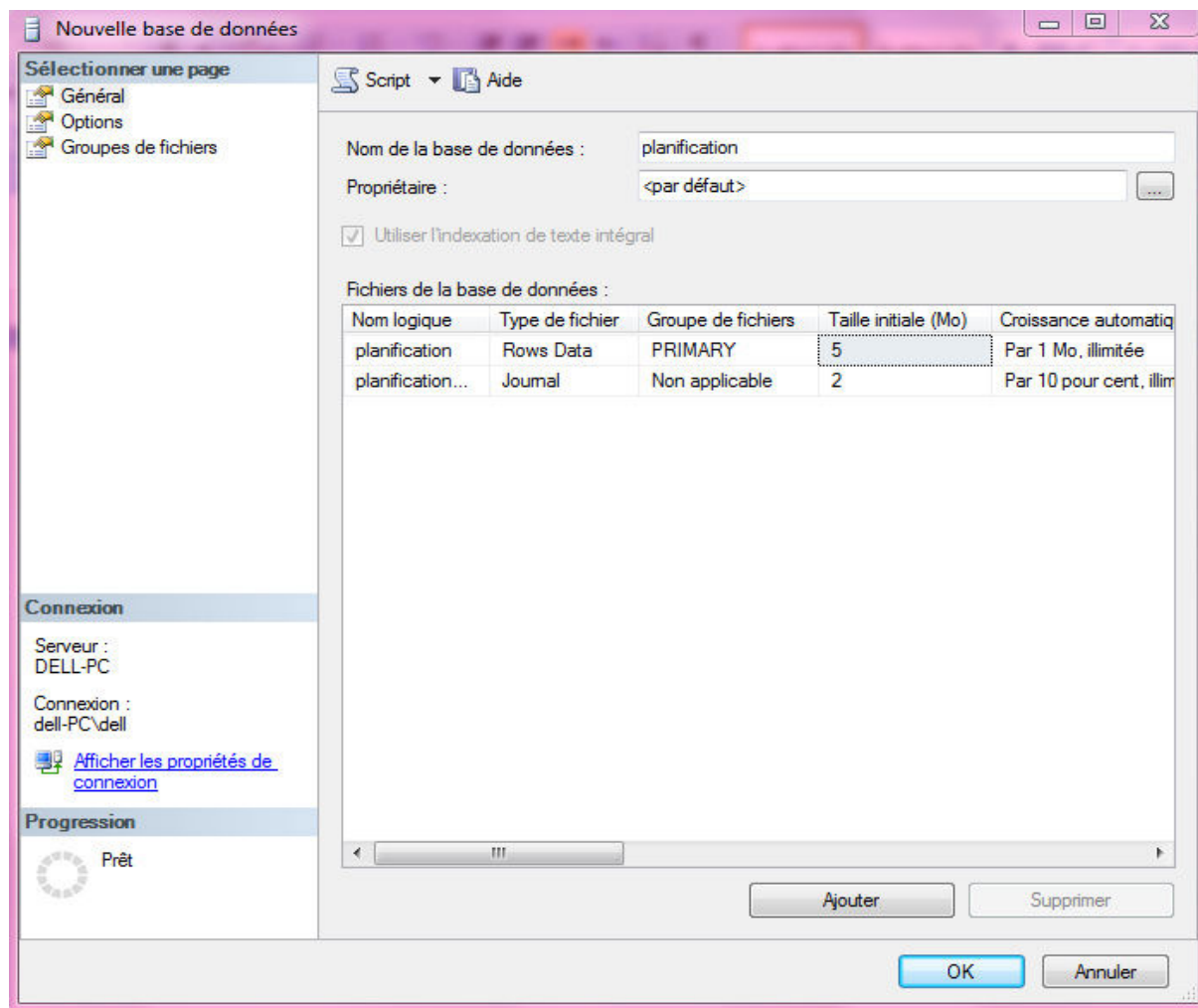


Figure 25 .Création de la BDD PLANIFICATION

Après validation, on accède à une autre section où nous pouvons créer les tables de notre base.

III. 2. La création des tables :

La création de tables est tout aussi simple. Il suffit d'aller dans la base de données « **planification** » créée auparavant, cliquer sur le sous dossier Table, et choisir nouvelle table. Une nouvelle fenêtre s'affiche dans laquelle il faudra saisir le nom de la table en premier et les champs suivis de leurs types :

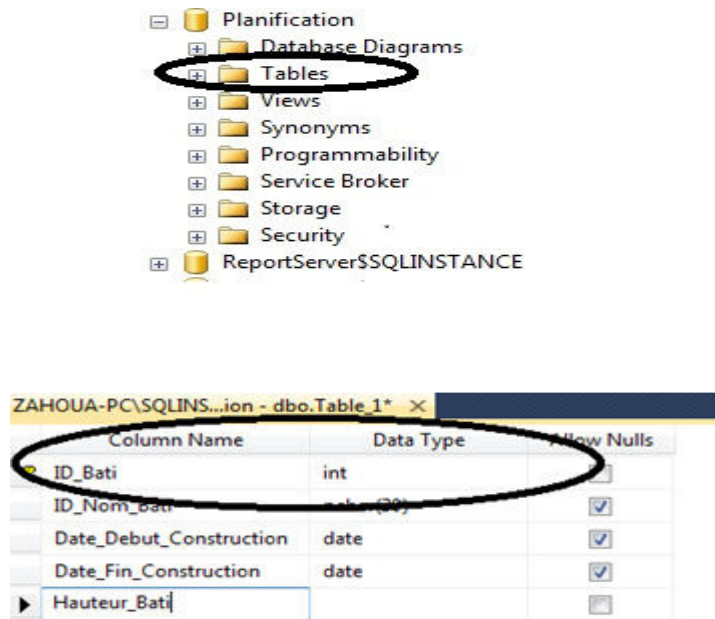


Figure 26 .Création des tables

Après la construction de toutes les tables de notre projet, il ne reste qu'à les remplir en insérant des enregistrements.

Pour solliciter les données de plusieurs tables on doit créer des jointures sur « **SQL Server Visual Studio** ». Pour cela, on doit se connecter à la base de données, en suite cliquer avec le bouton droit de la souris sur le dossier schémas de base de données et choisir nouveau schéma de base de données, puis Importer les tables de notre base de données pour établir les jointures entre les tables de dimensions et enfin saisir les clés secondaire pour toutes les tables de dimensions avec la table de fait du milieu pour avoir le modèle en flocon de notre base de données. Ce dernier servira pour la structuration de notre cube de données.

III. 3. Modélisation du Cube de données :

Pour la modélisation de notre cube nous allons utiliser comme outil analysis services Microsoft, il va contenir les dimensions et la table de fait créée précédemment, on va introduire les 4 dimensions suivantes : Bâti, Phase, Rapport, Date, qui sont en relation avec la table de fait, ce qui permis de faire une analyse sur le taux d'avancement en fonction de la date, du rapport élaboré, de la phase de construction, et du bâti choisie, de ce point on a commencé à modéliser notre cube ou nous avons obtenu un modèle en étoile en fonction des dimensions et des mesures choisie, notre but et le suivi des chantiers urbain donc on à besoin de savoir l'état d'avancement de chaque bâti dans n'importe quel phase de construction ce qui nous a amené à identifier comme mesures les coefficients de chaque phase ce qui nous permettra de savoir à quel taux d'avancement est chaque bâti.

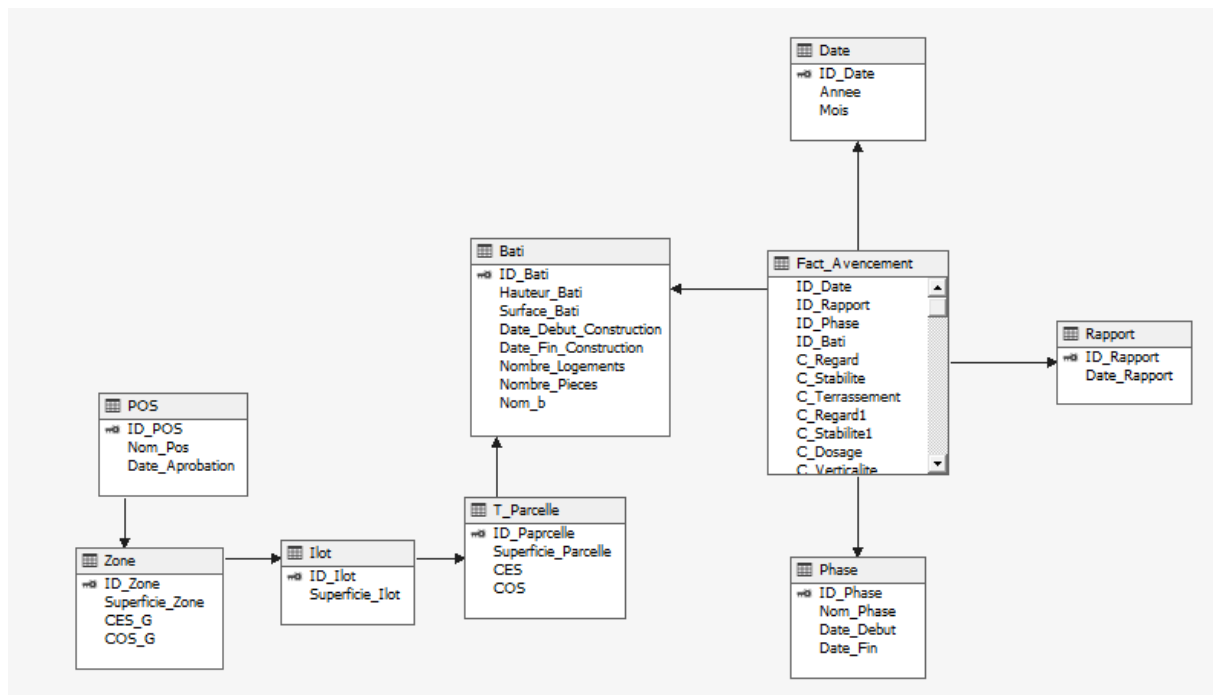


Figure 27 . Modèle multidimensionnel

La modélisation en flocon étant une variante de la modélisation en étoile, Il faut savoir que la modélisation en flocon existe pour des raisons de performances. En effet, des dimensions un grand nombre de lignes peuvent poser des problèmes de lenteur lors de l'exploitation des données.

Le principe de la modélisation en flocon est de créer des hiérarchies de dimensions, de telle manière à avoir moins de lignes par dimensions. qui permet une analyse et une visualisation des données plus fines, pouvant utiliser plusieurs niveaux de granularité.

Exemples de modélisation des dimensions et leurs hiérarchies :

Ilots : hiérarchies par Surfaces.

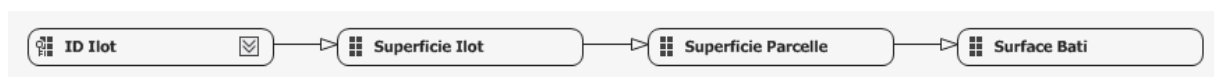


Figure 28 . Hiérarchie Ilots

Bâtiment (Bati) : hiérarchies par nombre de pièces et de logements

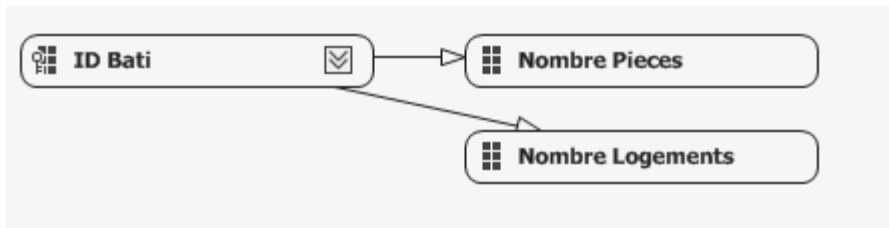


Figure 29 . Hiérarchie Bati

Phase :

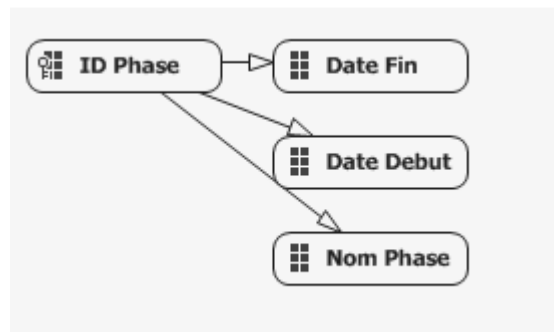


Figure 30 . Hiérarchie Phase

III. 4. Les requêtes MDX :

Le langage MDX remplace le langage SQL dans les bases de données relationnelles. Bien qu'il soit différent, il y a de fortes ressemblances avec le langage SQL.

Dans ce qui va suivre on va montrer quelques exemples des requêtes MDX et leurs résultats

Exemple 1 :

```
SELECT [Measures].[C Peinture] ON COLUMNS,[Bati].[ID Bati].members ON ROWS FROM [Urbanisme]
```

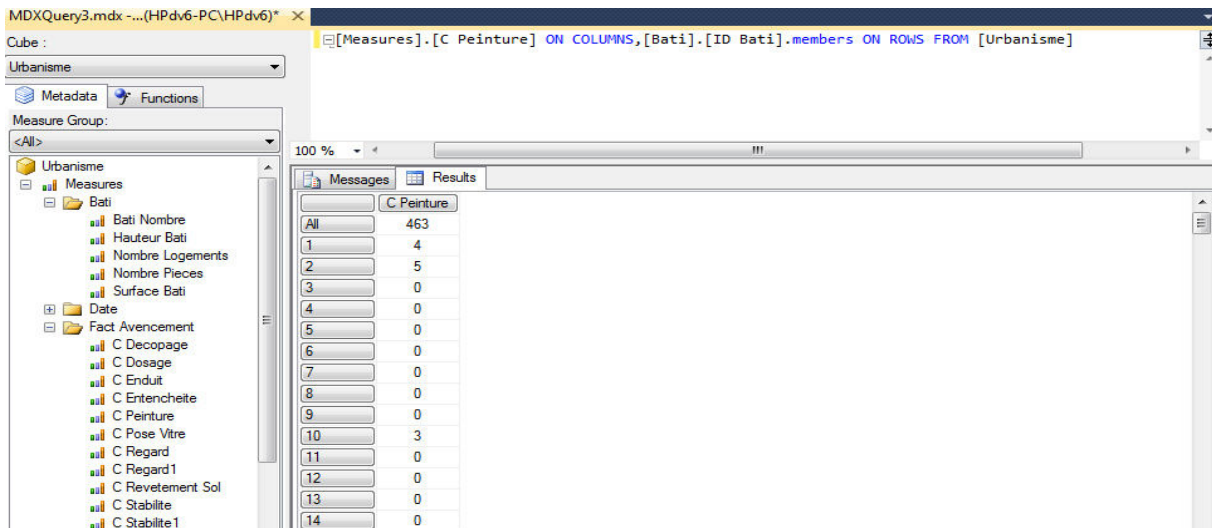


Figure 31 . Résultat de la requête

Exemple 2 :

Les différents taux d’avancements pour chaque bâtiment dans la phase « 1 »,

`SELECT` {[Measures].[Tx Av Infrastructure],[Measures].[Tx Av Maconnerie],[Measures].[Tx Av Superstructure],[Measures].[Tx Av Finission]} `ON COLUMNS`,[Bati].[ID Bati].members `ON ROWS` FROM [Urbanisme] `WHERE` [Phase].[ID Phase].&[1]

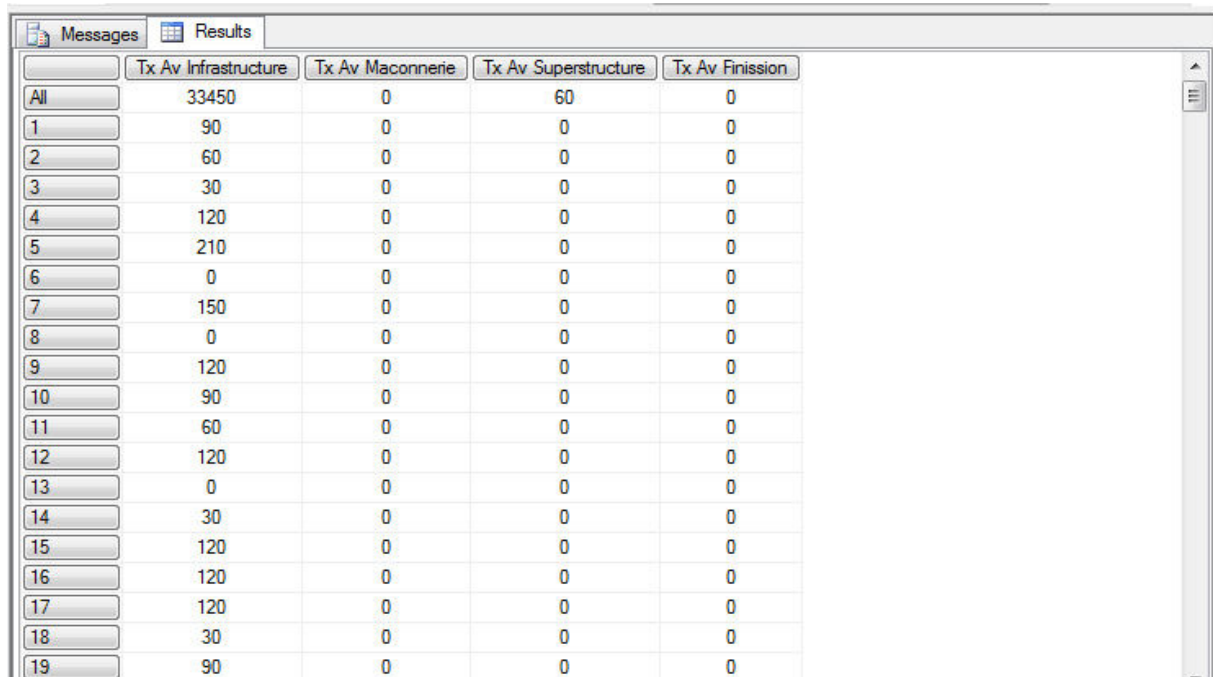


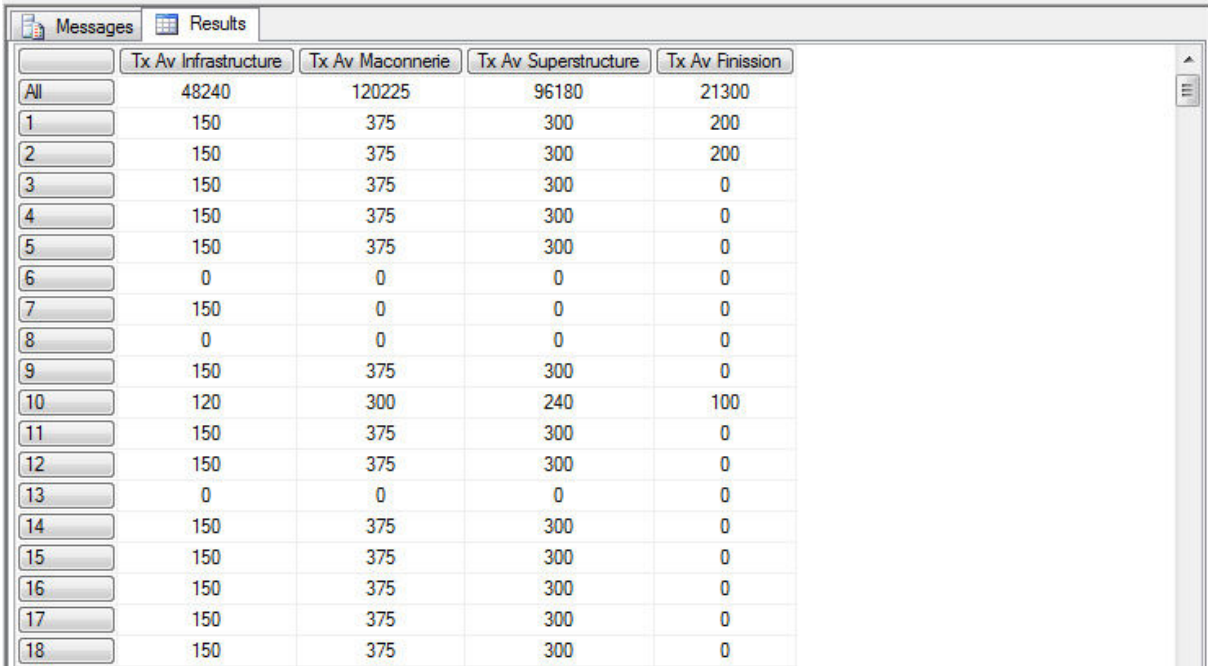
Figure 32. Résultat de la 2 eme requête

On remarque que le taux d'avancement est seulement dans la première étape de construction « infrastructure » et nul pour toutes les autres étapes.

Exemple 3 : la même requête précédente mais avec une condition déférente

```
SELECT {[Measures].[Tx Av Infrastructure],[Measures].[Tx Av Maconnerie],[Measures].[Tx Av Superstructure],[Measures].[Tx Av Finission]}ON COLUMNS,[Bati].[ID Bati].members ON ROWS FROM [Urbanisme] WHERE [Phase].[ID Phase].&[5]
```

Les mêmes différents taux d'avancements pour chaque bâtiment, mais cette fois dans la phase « 5»,



	Tx Av Infrastructure	Tx Av Maconnerie	Tx Av Superstructure	Tx Av Finission
All	48240	120225	96180	21300
1	150	375	300	200
2	150	375	300	200
3	150	375	300	0
4	150	375	300	0
5	150	375	300	0
6	0	0	0	0
7	150	0	0	0
8	0	0	0	0
9	150	375	300	0
10	120	300	240	100
11	150	375	300	0
12	150	375	300	0
13	0	0	0	0
14	150	375	300	0
15	150	375	300	0
16	150	375	300	0
17	150	375	300	0
18	150	375	300	0

Figure 33 . Résultat de la 3 eme requête.

On peut facilement remarquer que le taux d'avancement est presque complet pour les 3 premières étapes, sauf quelque bâtiment ou les travaux sont complètement arrêtés.

IV. Structure et fonctionnement de l'application :

IV.1. Schéma générale de fonctionnement :

Ce schéma présente les différents niveaux que notre application englobe, le sens de circulation des données et rôle de chaque module les relations entre eux.

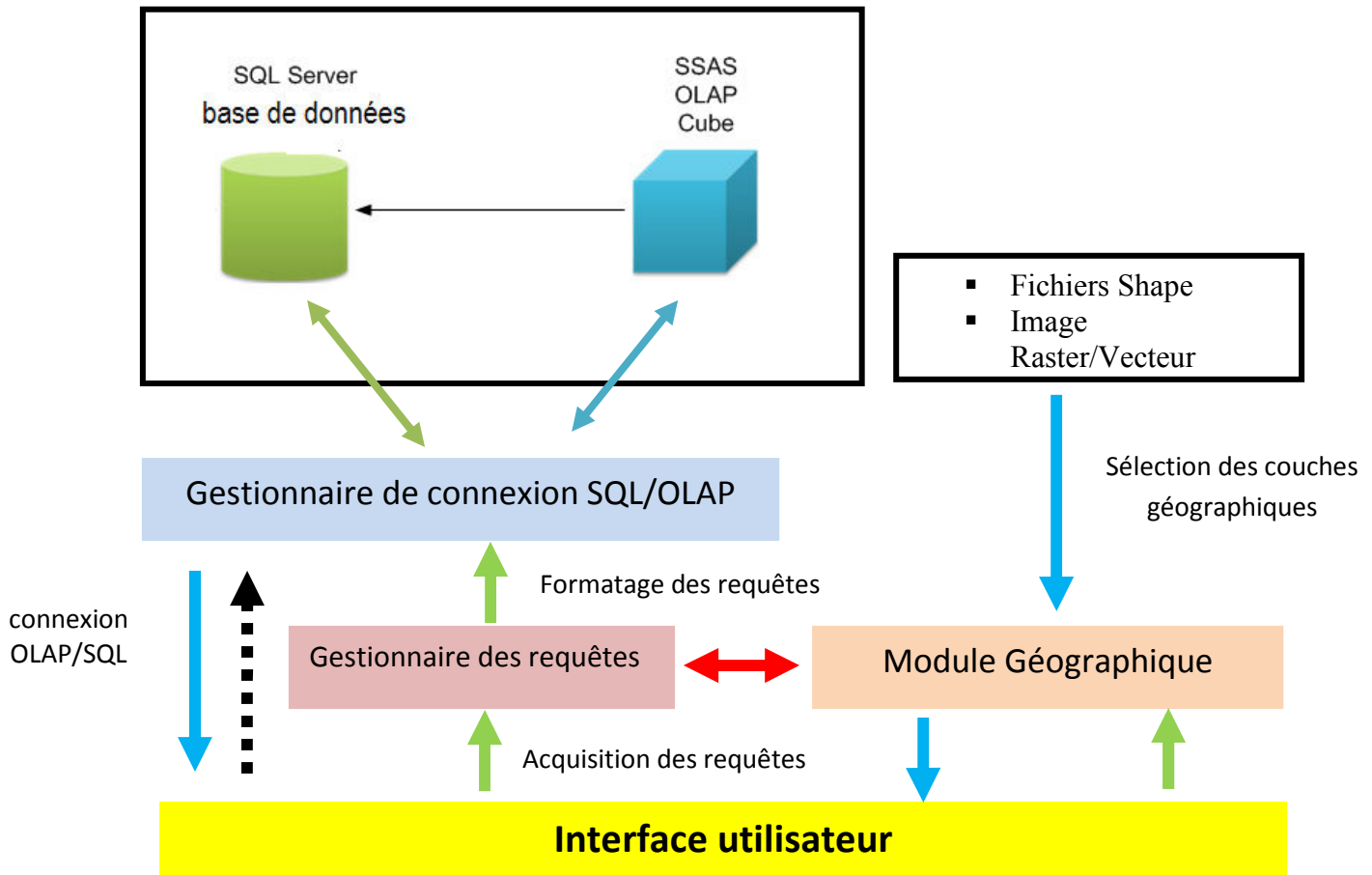


Figure 34 . Fonctionnement de l'application réalisée

Pour présenter le mode de fonctionnement de notre application, l'explication sera selon le sens des données :

A/ Au sens d'émission : (Les flèches verts)

L'utilisateur peut demande deux types de données, attributaire ou spatiales.

La demande des données attributaires se fait par des requêtes SQL pour interroger une base de données transactionnelle, ou bien si cette demande sera pour des fins analytiques alors la requête est dirigée vers le serveur OLAP qui gère l'analyse multidimensionnelle des données via des requêtes de type MDX.

L'acquisition des requêtes soit les SQL ou les MDX se fait via une interface (présentée ultérieurement) qui facilite cette tâche même pour les utilisateurs qui n'ont pas des connaissances informatiques, elle se fait par le choix direct des données voulus, après, ces choix seront formatés sous forme d'une requête SQL/MDX dirigé vers le serveur de données.

Si non, notre application fournit aussi une interface pour formuler des requêtes purement en langage SQL pour les utilisateurs expérimentés.

La demande des données géographique peut être soit directement par des requêtes spatiales (Ajouter ou supprimer des différents types de couches). Soit cette action est synchronisée avec les résultats des requêtes d'analyse multidimensionnelle.

B/ Au sens de réception : (Les flèches bleues)

La réception et la présentation des données attributaires celles provenant des requêtes SQL (pour une base de données transactionnelle) se fait tout simplement dans un tableau ordinaire. Par contre pour présenter les résultats d'une analyse multidimensionnelle (MDX) notre application fournit deux modes :

- Mode détaillé : les résultats sont sous une forme d'une liste (une succession des chaînes de données de même type), qui est un petit peu difficile à comprendre et à traduire.
- Mode tabulaire : un mode qui formate les résultats multidimensionnels sous forme d'un tableau (deux dimensions). Ce mode est efficace dans les cas les plus simples ou le nombre des dimensions des requêtes MDX n'est pas trop élevé

De l'autre côté, les données géographiques seront présentées soit directement d'une manière volontaire par l'utilisateur par des outils que notre application met en œuvre, soit calculées et sélectionnées selon les résultats des requêtes c.à.d. que le choix des couches à présenter se fait de manière à traduire la quantité, le type et la nature des informations demandées

IV.2. Procédures de connexion au serveur base de donnée/ OLAP:

Notre application permet deux types de connexions en même temps, une connexion à une base de données traditionnelle et une autre vers un serveur OLAP, gérées par les drivers JDBC et olap4J respectivement.

Le gestionnaire de connexion est un outil nécessaire et très puissant, qui permet à l'utilisateur une fois connecté d'atteindre tous les bases de données et les cubes dans le serveur

1. **Connexion a un serveur OLAP** : elle s'établie via une Connexion « http », une fois connecté au serveur, le gestionnaire nous montre toutes les bases de données disponibles sur le serveur et les cube des données dans chaque base comme montre la figure :

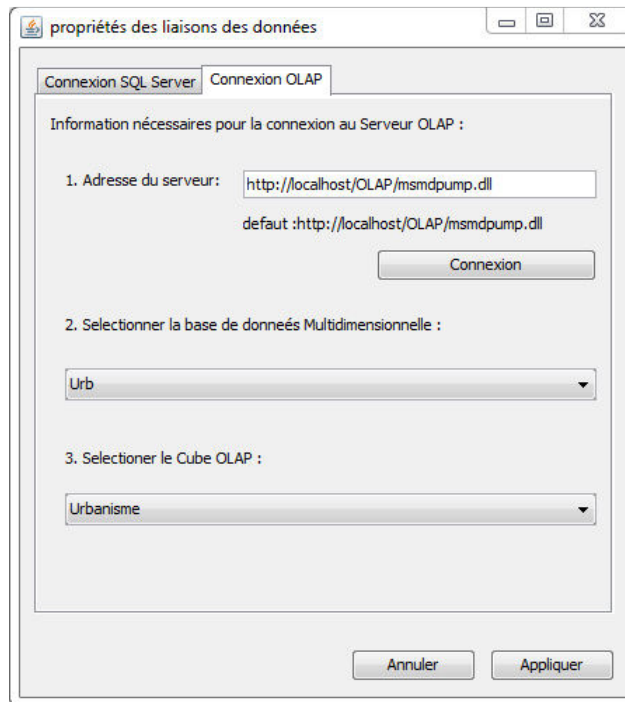


Figure 35. Module de gestion de connexions

2. **Connexion a un serveur SQL** : une fenêtre similaire a celle précédente, ou on précise le nom du serveur, le nom d'utilisateur et le mot de passe, après on choisie la base de données voulue.

IV.3. Acquisition des requêtes SQL :

La figure ci-dessous montre la partie d'acquisition des requêtes SQL, on voie que les tables des données sont sous forme d'une liste glissante, on ajoute la table voulu par le bouton « ajouter » qui s'apparaitre dans le champ en bas. La deuxième liste glissante contient les champs d'informations de la table actuellement sélectionné dans la première liste.

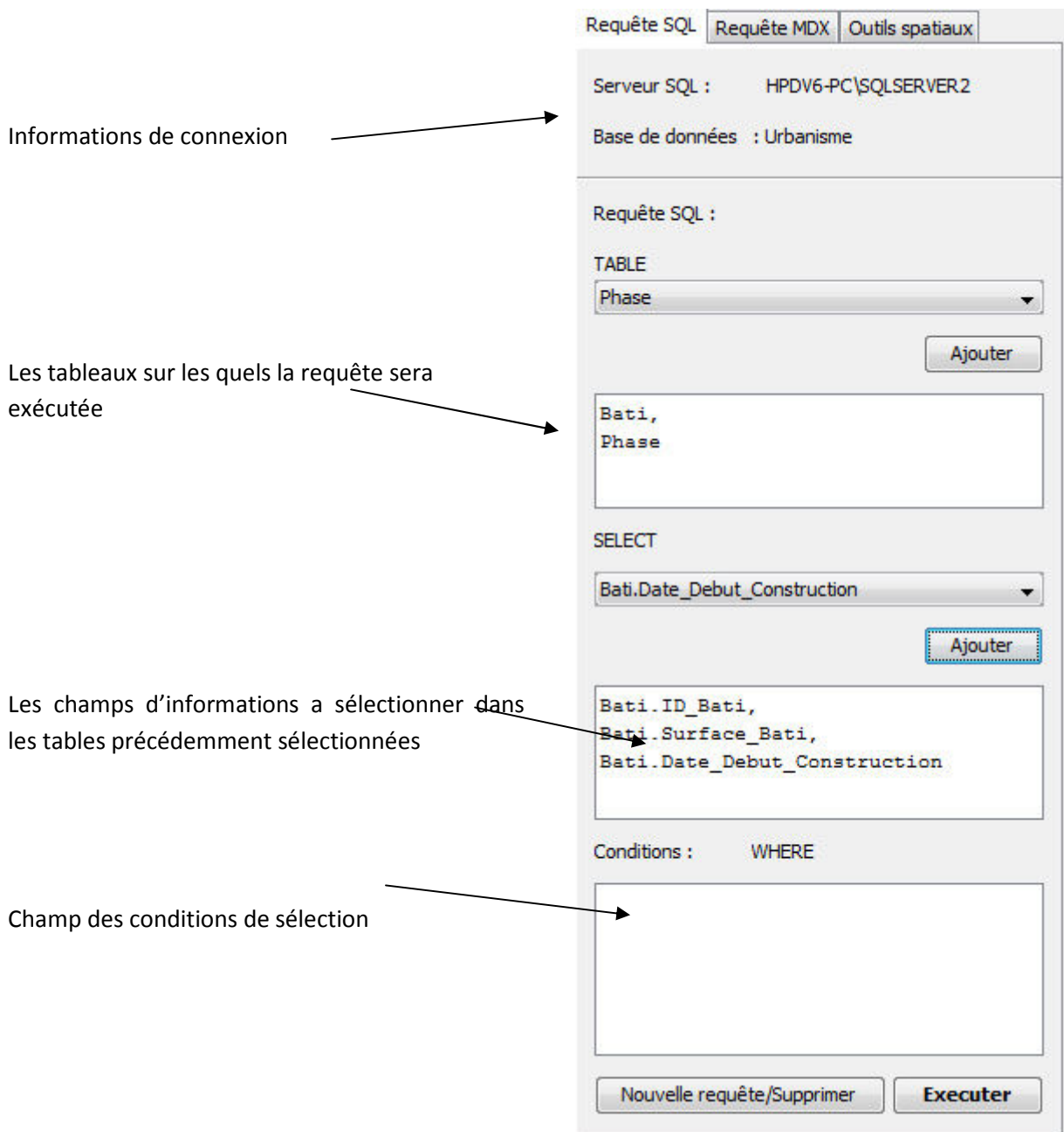


Figure 36. Acquisition des requêtes SQL

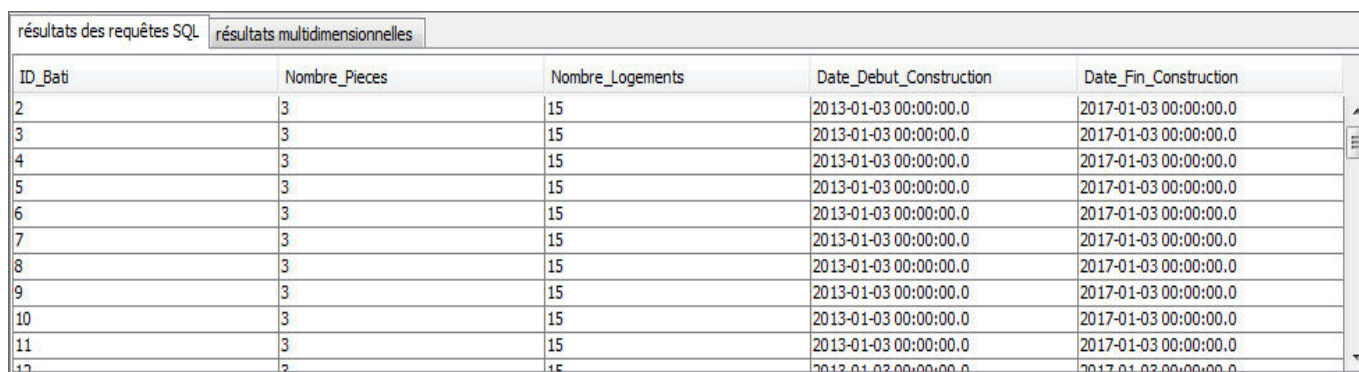
La requête montrée dans cette figure sera après formatée sous la forme suivante :

SELECT Bati.ID_Bati, Bati.Surface_Bati, Bati.Date_Debut_Construction **FROM** Bati, Phase ;

Pour être envoyé vers le serveur de BD.

IV.4. Visualisation des résultats SQL :

Après l'exécution de la requête les résultats sont présentés dans un tableau comme montre la figure suivante :



ID_Bati	Nombre_Pieces	Nombre_Logements	Date_Debut_Construction	Date_Fin_Construction
2	3	15	2013-01-03 00:00:00.0	2017-01-03 00:00:00.0
3	3	15	2013-01-03 00:00:00.0	2017-01-03 00:00:00.0
4	3	15	2013-01-03 00:00:00.0	2017-01-03 00:00:00.0
5	3	15	2013-01-03 00:00:00.0	2017-01-03 00:00:00.0
6	3	15	2013-01-03 00:00:00.0	2017-01-03 00:00:00.0
7	3	15	2013-01-03 00:00:00.0	2017-01-03 00:00:00.0
8	3	15	2013-01-03 00:00:00.0	2017-01-03 00:00:00.0
9	3	15	2013-01-03 00:00:00.0	2017-01-03 00:00:00.0
10	3	15	2013-01-03 00:00:00.0	2017-01-03 00:00:00.0
11	3	15	2013-01-03 00:00:00.0	2017-01-03 00:00:00.0
12	2	15	2013-01-03 00:00:00.0	2017-01-03 00:00:00.0

Figure 37 . Table de présentation de résultats SQL

IV.5. Acquisition des requêtes MDX :

De la même façon que précédemment, les Mesures, les Dimensions et les hiérarchies sont tous présentés dans des listes glissantes pour faciliter la tâche à l'utilisateur

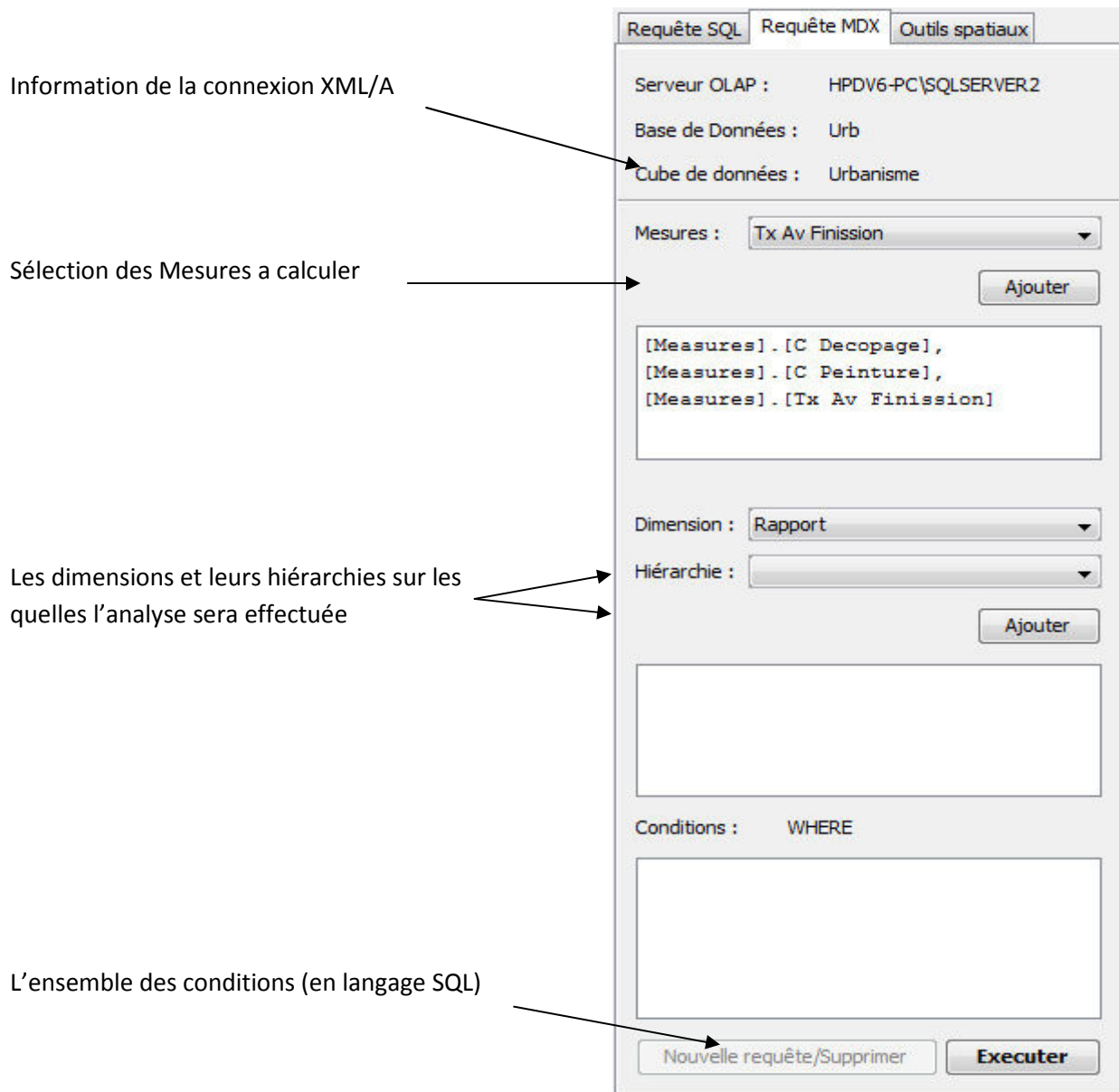


Figure 38 . Acquisition des requêtes MDX

IV.6. Visualisation des résultats MDX:

Pour la représentation des résultats on a utilisée deux modes : tabulaire sous la forme classique d'un tableau à des lignes et colonnes, mais lorsque il s'agit d'une requêtes a plusieurs dimensions, la représentation tabulaire ne sera plus efficace mais seulement sous une forme adaptée pour une meilleure traduction. C'est pour ça on a ajouté le mode de représentation détaillé (montré dans la figure ci-dessous), qui donne les mesures de l'analyse effectuée sous forme d'une liste.

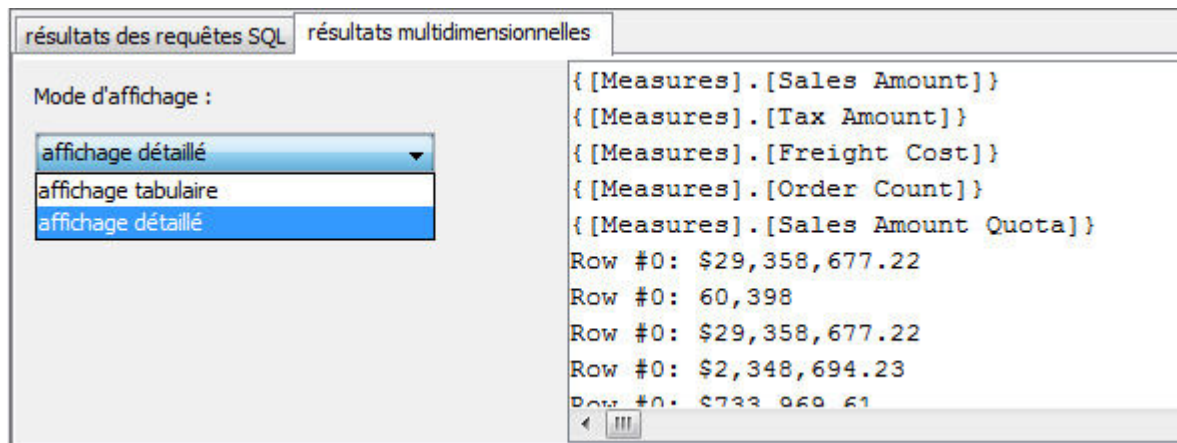


Figure 39. Visualisation des résultats MDX

IV.7. Editeur de requêtes :

Un éditeur qui permet d'ouvrir ou de sauvegarder des requêtes SQL/MDX pour être utilisées ultérieurement.

Il peut être utilisé par un utilisateur expérimenté, lorsque ce dernier se trouve limité par le module simple d'acquisition des requêtes, donc il lui donne la possibilité de réaliser des requêtes personnalisées et plus compliquées.

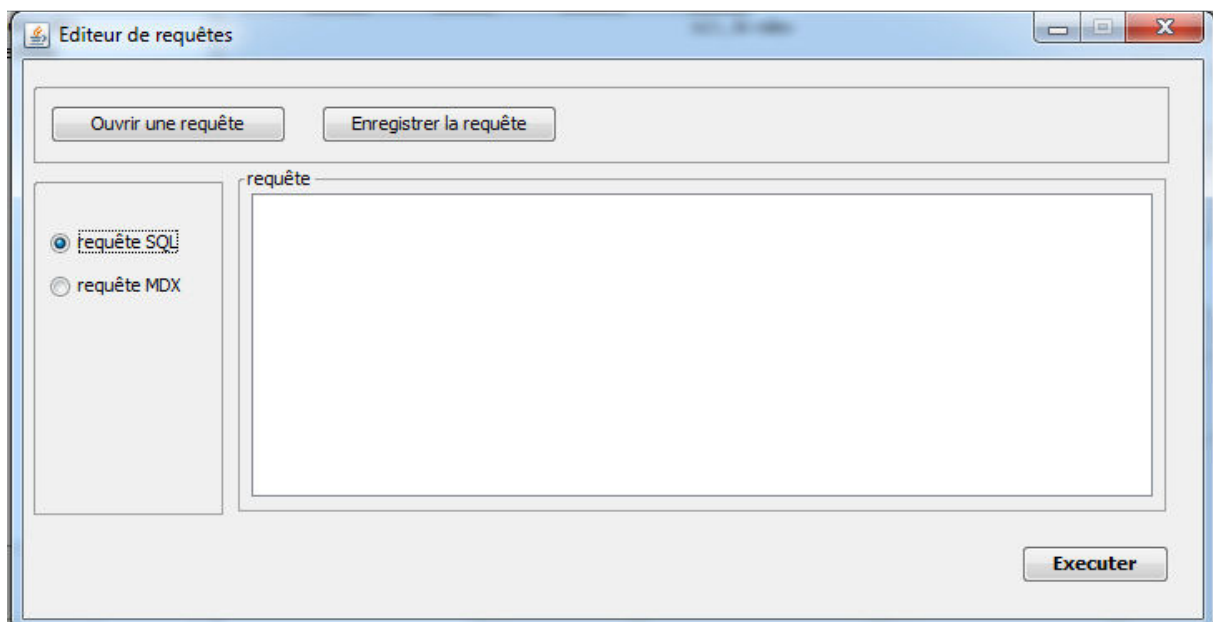


Figure 40. Editeur de requêtes

IV.8. Module géographique :

Ce module est la partie qui est chargée de la présentation graphique, à la droite il y a la cartes géographiques, a la gauche on trouve le gestionnaire des couche, qui nous permet de contrôler les couches à visualiser.

Il est doté aussi d'une barre d'échelle dynamique et un outils pour zoomer, dé zoomer et changer l'orientation de la carte.

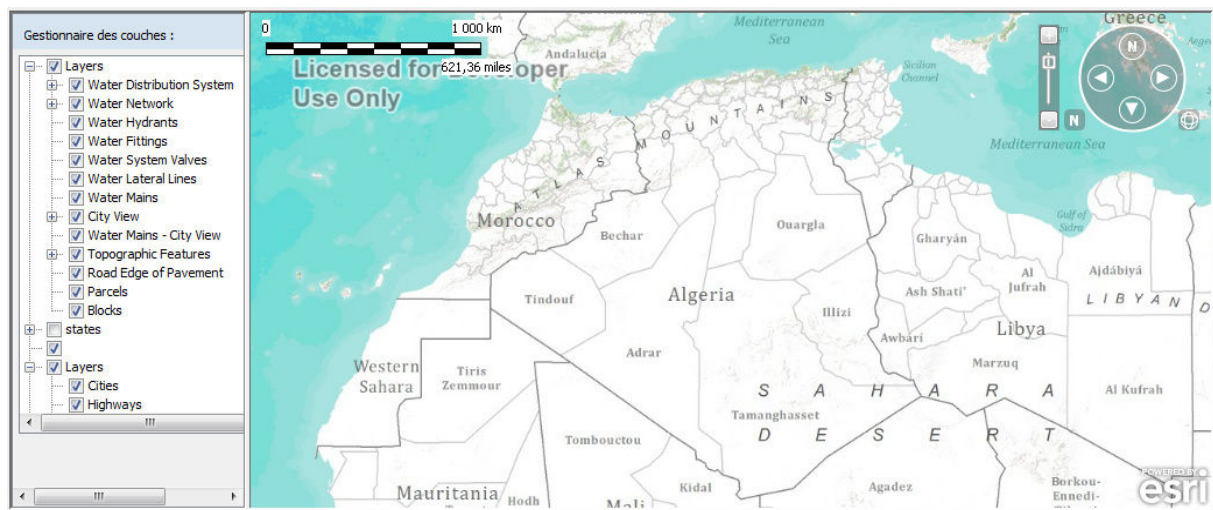


Figure 41. Module géographique

IV.9. Aperçu générale de l'application :

Cette application a été conçue pour être trop simple à comprendre et facile a manipulée. Qui mettre a la disposition de l'utilisateur la possibilité d'atteindre tous ces fonctionnalités par un simple click.

Elle offre aussi un contrôle absolu de tous ces modules :

- ✓ Gestion de connexion
- ✓ Supprimer les requêtes et faire des nouvelles
- ✓ Ajouter des nouvelles couches graphiques
- ✓ Gestion de visualisation des couches
- ✓ Requêtes personnalisées
- ✓ Différents modes de visualisation des résultats



Figure 42. Aperçu générale de l’application

Cette figure montre le résultat d’une requête de la sélection du Bâtiment N° 1, le tableau en bas on trouve les données attributaire sur ce bâtiment et sur la carta on le trouvé sélectionné on couleur rouge

V. Conclusion du chapitre :

Ce chapitre était consacré essentiellement au développement d’une application java crée sous eclipse et basée sur le concept SOLAP fondé sur l’intégration de l’outil OLAP réalisé sous SQL server 2012 et l’outil SIG développé sous Arc Gis.

Précisément, dans ce chapitre, Nous avons découvert les capacités de SQL server 2012 en termes de création d’entrepôt de données, de déploiement de cube.

Par faute du nombre de pages limité, on ne peut aller au détail près de cette implémentation sinon l’application a atteint son objectif majeur qui n’est autre que l’expérimentation des techniques de SOLAP.

COCLUSION GENERALE

L'informatique décisionnelle apporte des solutions nouvelles pour la modélisation, l'interrogation et la visualisation de données dans un objectif d'aide à la décision. Les modèles multidimensionnels ou modèles d'hyper-cube sont des modèles qui permettent de structurer les données pour l'analyse décisionnelle en explicitant la notion de dimension.

L'intégration des données spatiales dans les systèmes OLAP est un enjeu majeur. En effet, l'information géographique est très fréquemment présente implicitement ou explicitement dans les données, mais généralement sous-employée dans le processus décisionnel. Le couplage de systèmes OLAP et de Systèmes d'Informations Géographiques au sein de systèmes OLAP Spatial (SOLAP) est une voie prometteuse.

Nous pensons que la combinaison entre la technologie OLAP et les SIG est intéressante car elle peut déboucher sur une analyse des données plus riches. L'avantage du SOLAP est de fournir une analyse en ligne, une visualisation simple et rapide de l'information, une vision multidimensionnelle des données et une analyse spatiotemporelle sur une carte géographique.

En conclusion, la réalisation de ce travail nous a permis de mieux comprendre le fonctionnement des systèmes d'analyse OLAP, de s'introduire au développement de applications D'information géographique et d'apprendre à manipuler les différents outils de développement disponibles (programmation en JAVA, SQL server et arcGIS).

A la fin il faut noter que même si notre application a été développée pour le suivi des instruments d'urbanisme mais dans sa base de conception on a essayé d'assurer qu'elle sera extensible et peut être intégrée dans d'autre système d'analyse hors que l'urbanisme, puisque elle est dotée d'un gestionnaire de connexion qui donne la possibilité de connecter à des différents bases de données et serveur OLAP, à côté d'une multitude d'outils qui servira à étendre son fonctionnement vers d'autres domaines (éditeur de requêtes SQL/MDX, ajouter des cartes géographiques, images raster, fichiers shape) et une interface de visualisation des résultats d'analyse très performante.

Comme perspectives, ce sera une très grande valorisation de nos efforts, si le fonctionnement de notre application va être étendu dans d'autres domaines avec l'intégration d'autres fonctionnalités.

Bibliographie :

- [1] Nedjai Fatiha – Mémoire Magister, Les instruments d’urbanisme entre propriétaire foncier et application cas d’étude : la ville de batna, (2012).
- [2] TARI Ahmed, apport de l’imagerie satellitaire dans le suivi des instruments d’urbanisme et des programmes d’habitat, univ de chlef, Algerie.(2012)
- [3] Plan Local d’Urbanisme Communautaire - Arrêté par délibération du 6 janvier (2011).
- [4] Thierry Lallemand, Le Géodécisionnel-Les SIG au service du géodécisionnel.(2008)
- [5] Article, l’information géographique et les entrepôts de données par sandro bimonte. insa de lyon, laboratoire d’informatique en Image et Systèmes d’information
- [6] Malinowski E. Zimanyi E, « Representing Spatiality in a Conceptual Multidimensional Model», ACM GISp.(2004).
- [7] K. Derbal, F.Ibtissem, B. Kamel, A. Zaia - De la Conception d’un Entrepôt de Données Spatiales à un Outil Géo-Décisionnel pou une Meilleure Analyse du Risque Routier
- [8] Nassim DENNOUNI - De la Conception d’un Entrepôt de Données Spatiales à un Outil Géo-Décisionnel pour une Meilleure Analyse du Risque Routier, INFODay’s, Chlef, Algérie.(2008).
- [9] Y.Bédard, M. Proulx, S. Rivest - Enrichissement du OLAP pour l’analyse géographique: exemples de réalisations et différentes possibilités technologiques
- [10] Michaël TRANCHANT, Capacités des outils SOLAP en termes de requêtes spatiales, temporelles et spatio-temporelles.(2011).
- [11] Marie-Dominic van damme, Entrepot des données géolocalosées.(2011).

Webographie :

- [12] <http://algerquartiermarine.blogspot.com/2011/07/instrument-durbanisme-en-algerie.html>
- [13] <http://archisouf.3oloum.org/t92-topic>
- [14] http://tipasa-dz.org/index.php?action=formunik&type=sous_menu&idformunik=345
- [15] <http://tranchant.name/2011/11/solap/>

Chapitre

1

Les instruments de l'urbanisme

Chapitre

2

SOLAP

Chapitre

3

La méthodologie de travail

Chapitre

4

Implémentation