

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

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
Pour l'Obtention du Diplôme de Master en Informatique
Option : **Systemes d'Information Géographique**

THEME :

Développement d'un outil SIG interactif de
visualisation 3D dans une approche collaborative lié
aux smart cities

Etudiant(e)s : **Benabdi Hanane**

Boudjahfa wissam

Encadrant(e) : Midoun Mohamed

Résumé :

La smart city est une ville utilisant les technologies de l'information et de la communication afin d'améliorer la qualité de ses services. Ce concept émergent, qui désigne un type de développement urbain apte à faire face aux besoins des institutions, des entreprises et des citoyens, tant sur le plan économique, social, qu'environnemental.

Les SIG's 3D permettent la modélisation des Smart Cities en trois dimensions, ils aident à la gestion et à la planification de ces villes grâce à des fonctionnalités et à des méthodes analytiques.

En conséquence à l'évolution rapide des technologies de l'information et de la communication, il apparaît nécessaire d'étendre ces services géolocalisés dans un environnement web dans un but de partage et de collaboration pour l'aide à la décision.

Dans ce présent projet, nous proposons de développer un outil SIG pour la modélisation de villes intelligentes en 3D. En somme, nous proposons une plateforme web collaborative qui sera un moyen de partage et de gouvernance collaborative à travers des fonctionnalités d'analyses spatiales et de visualisation 3D.

Abstract

The smart city is a city using information and communications technology to improve the quality of its services. This emerging concept, which refers to a type of urban development able to meet the needs of institutions, businesses and citizens, both economically, socially, and environmentally.

GIS's 3D modeling enable Smart Cities in three dimensions, they help in the management and planning of these cities with features and analytical methods.

Therefore the rapid evolution of information and communication technologies, it appears necessary to extend these location-based services in a web environment in a shared purpose and collaboration for decision support.

In the present project, we propose to develop a GIS tool for modeling of smart cities in 3D. In short, we propose a collaborative web platform that will be shared means and collaborative governance through the features of spatial analysis and 3D visualization.

Dédicace :

Je dédie ce mémoire à :

Nos mères, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Nos pères, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

Nos sœurs Sarah et Soria et nos frères Abdelkader et Lakhder qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité ainsi que Mohamed et Hicham et ma petite nièce Sérine.

Mes amis qui ont été toujours là pour moi Wissam, Hanane, Abdellah, Walid, Youcef, Samih, , belkacem, Tahar, Amine, Amina MDJ, Sofiane, Houria, Timoucha, Fatima, Anouar, Yacine, Kamel, Habib, Hasnia, Hanane bsn, Moatez, Amoun, tata khadidja ainsi que les autres

Mon encadreur qui doit voir dans ce travail la fierté d'un savoir bien acquis.

Hanane et Wissam

Sommaire

Introduction générale :	1
I.Introduction :.....	2
I.1. Définition :	2
I.2. Bénéfice d'une smart city.....	2
I.3. Les aspects de la smart city	3
I.4. Les domaines de compétence.....	3
I.3. Exemples de villes intelligentes :.....	4
I.5. Définition de la smart city collaborative :.....	5
I.5.1. Caractéristique de la collaboration :.....	6
I.5.2. Le travail collaboratif :.....	6
I.5.5. La plate-forme collaborative :	7
I.6. Conclusion :.....	7
I. Introduction.....	8
II. Qu'est ce qu'un SIG	8
III. Les fonctionnalités d'un SIG :	8
IV. C'est quoi la 3D	8
V. Les logiciels de modélisation 3D :	9
VI. Qu'est ce qu'un SIG 3D	11
VII. Les fonctionnalités d'un SIG 3D	11
VIII. Type de données utilisées	12
VIII.1. Données 2D :	12
VIII 2. Données Raster :	12
VIII.3. Données vecteur :	13
VIII.4. Données Lidar :	13
IX. Sources de données SIG 3D :.....	13
X. Les méthodes d'acquisition des données:	14

X.1. La photogrammétrie :	14
X.2. Les modèles numériques d'élévation (MNE) :.....	14
X.3. La vectorisation :	15
XI. Les modèles de représentation SIG3D :.....	15
XI.1. Créer des classes d'entités 3D :	15
XI.2. L'extrusion :	15
XI.3. Modèle Raster :	16
XI.4. Modèle Vecteur :	16
XII. L'analyse dans les SIGs 3D :.....	16
XIII. La visualisation 3D dans les SIG	17
XII.2 Les SIG web et mobile.....	19
XII.2.1. Qu'est-ce qu'un SIG web	19
XII.2.2. Les logiciels de publication web et mobile :.....	20
XII.2.3. Les formats 3D sur le web et sur support mobile.....	20
XII.2.4. Outils de visualisation web 3D	21
XIII. Conclusion.....	22
I. Introduction	38
II. Processus de déroulement.....	38
II.1 Architecture fonctionnelle	38
II.2 Architecture du système.....	39
III. Conclusion.....	55
Conclusion générale	56
Bibliographie	57

Introduction générale :

Urbanisation croissante, défis environnementaux, territoires fragmentés, crise sociale, évolution des modes de vie, attractivité économique et résidentielle, enjeux de gouvernance, complexité du projet urbain et de son jeu d'acteurs : autant de défis que les villes doivent aujourd'hui relever. Face à cette réalité urbaine plurielle, il importe de trouver des moyens adaptés de concevoir la ville et le développement territorial. Une meilleure prise en compte des usages, la création de réelles modalités de concertation deviennent prioritaires.

Les nouveaux processus à imaginer se doivent ainsi de répondre à un enjeu majeur : refonder des lieux urbains à vivre et inventer une ville créative et durable, recentrée sur le citoyen. Ceci peut être réalisé avec l'utilisation d'une plateforme mobile collaborative, représentant un SIG 3D, pour modéliser l'ensemble des domaines d'application incarnés dans une ville intelligente. Depuis de nombreuses années, de nombreux travaux tentent de modéliser la ville en trois dimensions. Ces outils sont aujourd'hui arrivés à maturité et sont disponibles sur le marché. Les SIG 3D sont autant des outils de conception que d'évaluation et de suivi de projet.

Aujourd'hui de plus en plus de localités conçoivent des plans d'aménagement paysagers, des maquettes ou des SIG en 3D pour valoriser leurs patrimoines, pour évaluer les projets d'architecture proposés et améliorer le processus décisionnel. C'est pourquoi nous proposons dans notre projet le développement d'un outil prototype de smart city à l'aide des SIG 3D qui permettrait à tous les acteurs de la ville de disposer de logiciels de visualisation et de calcul 3D, mais aussi de supervision, et d'aide à la décision.

I. Introduction

D'ici 2050, 70 % de la population du monde vivront en ville, comment en ces conditions assurer la mobilité des citoyens, leur confort, leur sécurité, l'accès à l'énergie à l'eau en rendant les villes plus intelligentes cela suppose un pilotage plus fin en temps réel des différents réseaux mais aussi plus de coordination plus de communication plus d'intégration et bien sûr l'implication des citoyens dans la gestion durable de sa vie dont déjà des initiatives existent qui rendent la ville plus intelligente plus efficace plus agréable à vivre.

I.1. Définition :

Une Smart city [3] : ou ville intelligente est un nouveau concept qui décrit une ville qui amène une nouvelle génération de technologies et d'informatisations tels que la publication des données des espaces géographiques sur internet afin de faciliter la planification, la construction et l'aménagement de la cité.

On ne peut pas parler d'une cité intelligente sans parler de ces six principales caractéristiques : Gouvernance, Habitat, Eco-citoyen, Mobilité, Environnement et Economie.

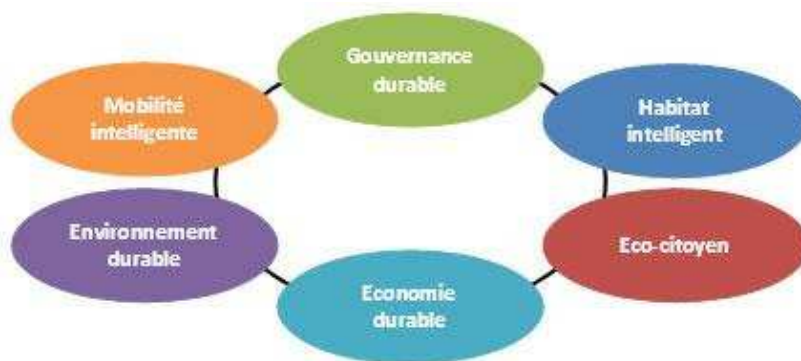


Figure 1. les aspects d'une smart city

I.2. Bénéfice d'une smart city [7] :

Quand on parle de villes intelligentes on entend parler par cela de villes qui fournissent une vie simple mieux adaptée englobant :

- Un service convenant à tous les citoyens.
- Un gouvernement amélioré.
- Un bon cadre de vie.
- Des infrastructures plus intelligentes et encore bien plus smart.

- Une industrie moderne avec un peuple amicale.
- Une économie innovatrice et dynamique.

I.3. Les aspects de la smart city [1] :

Le concept Smart City se réfère à un nouveau paradigme pour la planification et la gestion urbaine, basé sur l'utilisation intensive des TIC (technologie d'information et communication), visant à obtenir de meilleures villes dans une perspective qui englobe plusieurs aspects comme :

Smart economy: lorsqu'on dit économie intelligente on parle de e-commerce et de e-business autrement dit à l'aide des technologies d'information et de la communication il y aura de nouveaux éléments avec une augmentation de la productivité ainsi qu'avoir la possibilité d'interconnexion mondiale et internationale avec des flux physique et virtuelle de service de connaissance.

Smart gouvernance: quand on dit gouvernance on entend par les organismes publics, privées, civils et la communauté de telle sorte que la ville fonctionne en tant qu'un seul organisme (La participation à la prise de décision, services publics et sociaux, une gouvernance transparente, stratégies politiques et points de vue).

Smart living: ici nous parlons d'une part de la vie parfaite désirée par les citoyens qui dépend de leurs comportement et de leurs consommation et d'autre part d'une vie sécurisé où on a des équipements culturels, et des logements de bonne qualité ainsi qu'une bonne scolarisation tous ceci pour mener à une vie parfaite dans une ville intelligente.

Smart environnement: on ne peut parler d'environnement intelligent sans parler des ressources durable et de la protection de l'environnement ceci est fait en diminuant le taux de la pollution par la gestion des déchets, l'amélioration la qualité de l'eau et en minimisant l'utilisation des énergies.

Smart people: il n'y a pas une ville intelligente s'il n'y a pas des citoyens compétents, flexibles avec un esprit ouvert qui ont accès à une bonne éducation et une bonne formation, qui améliorent la créativité, favorisent l'innovation et participent dans la vie publique.

Smart mobility: les moyens de transport sont une partie importante de la ville donc on a besoin d'intégrer des systèmes de logistique interconnectés, durables et sûres (accessibilité locale, disponibilité d'infrastructure ICT).

I.4. Les domaines de compétence: [12] Les 6 grands domaines de compétences des smart cités sont:

La gestion des énergies :

- ✓ Déploiement des réseaux intelligents (SmartGrids).
- ✓ Systèmes avancés de gestion du réseau en temps réel.
- ✓ Automatisation, flexibilité des équipements, gestion des actifs.

- ✓ Mesure et gestion interactive de l'effacement.
- ✓ Intégration des énergies renouvelable.

Gestion de la mobilité :

- ✓ Infrastructures de recharge, pilotage de la charge, services de gestion pour véhicule électrique.
- ✓ Gestion auto-adaptive du trafic.
- ✓ Transports publics, gestion de la multi-modalité.
- ✓ Péages urbains.
- ✓ Système de gestion intégrée de la mobilité et information voyageurs en temps réel.

La gestion de l'eau :

- ✓ Réseaux intelligents.
- ✓ Gestion de la distribution.
- ✓ Détection des fuites.
- ✓ Qualité de l'eau.
- ✓ Systèmes de contrôle et de sécurité.
- ✓ Gestion des évènements naturels.

Gestion des services publics :

- ✓ Gestion des évènements graves.
- ✓ Sécurité publique et vidéosurveillance.
- ✓ Système de gestion de l'éclairage public.
- ✓ Information aux citoyens.

Gestion des bâtiments et logements :

- ✓ Systèmes intégrés de gestion du bâtiment (énergie, sécurité, ...).
- ✓ Contrôle des consommations et tableaux de bord (énergie et CO2).
- ✓ Pilotage intelligent des logements.
- ✓ Connexion au SmartGrids.

Gestion intégré

- ✓ Système de gestion intégrée de la mobilité
- ✓ Systèmes d'information et de gestion de l'énergie et du CO2
- ✓ Services interactifs et expertise météo

I.5. Exemples de villes intelligentes : [11] Les expérimentations concernant la ville intelligente ne sont pas le monopole d'un pays ou d'une culture. Elles se déroulent un peu partout comme :

Montpellier (France) : contre le gaspillage de l'eau

Montpellier a par ailleurs développé des détecteurs de fuites d'eau qui, reliés à une application, permettent d'informer les habitants en temps réel sur une éventuelle fuite à leur domicile. Mais les capteurs servent surtout à surveiller le réseau de canalisation dans sa globalité, afin d'éviter la surconsommation dans la ville.

Barcelone (Espagne) : une infrastructure de pointe

Barcelone est considérée comme l'une des plus grandes << smart city >> au monde. En ce qui concerne les transports, elle est particulièrement active. Après avoir analysé les trajets effectués quotidiennement par les habitants, la commune a décidé de repenser entièrement le système de bus. Il est désormais possible d'effectuer 95% des trajets avec une simple correspondance. Les arrêts de bus comprennent des écrans interactifs fonctionnant à l'énergie solaire, et alertent les usagers du prochain passage de bus. Aussi, Barcelone a développé une application sur Smartphone permettant d'aider les conducteurs à repérer les parkings alentours et d'un système de partage de vélos.

Pour ce qui est du tri, la ville est dotée d'un système automatisé de collecte pneumatique des déchets. Les ordures sont collectées par le biais de tuyaux souterrains, et non plus par des camions. Enfin, la capitale catalane utilise l'énergie solaire pour chauffer l'eau depuis près de dix ans déjà.

Vienne (Autriche) : mutualisation des idées citoyennes

A Vienne, les urbanistes ont compris que l'intelligence d'une ville ne peut se passer de celle de ses habitants. C'est pourquoi ils ont organisé un << Smart Citizens Lab >>, rassemblement qui permet d'informer les citoyens sur les projets responsables de la ville, tels que la création de << Repair Cafés >> ou encore les initiatives solidaires comme le partage automobile.

Vienne a également développé des programmes de << capteurs citoyens >> : les automobilistes sont équipés de capteurs qui aident à réguler la circulation mais aussi, entre autres, la qualité de l'air. Toutes les données récoltées sont ensuite rendues publiques. La ville dispose d'ailleurs d'un grand nombre d'applications basées sur ses données mutualisées. Parmi les plus étonnantes, << Toilet Rating >>, une application permettant de localiser et de noter les toilettes publiques.

Dubaï (Emirats Arabes Unis):

Cette ville à lancer le projet de smart city en reposant sur 6 aspects importants, elle souhaite rendre plus intelligents les conditions de vie, les moyens de transport, la société, l'économie, la gouvernance et l'environnement comme exemple des forces de police équipées de voitures connectées et de services connectés pour une meilleure surveillance de la ville et application de la loi.

I.6. Définition de la smart city collaborative : Une cité intelligente collaborative est une ville moderne, informatisée, technologique et durable dont ces habitants peuvent être interconnectés entre eux offrant de nouvelles idées pour améliorer les potentiels écologique, économique et sociaux

I.6.1. Caractéristique de la collaboration :

La collaboration est un travail qui se fait par l'association de plusieurs membres (personne, organisation) pour accomplir des objectifs partagés, cette dernière à plusieurs caractéristiques parmi lesquelles nous citons :

- L'existence des buts communs partagés ou décidés conjointement, pour obtenir un avantage compétitif.
- L'implication des preneurs de décisions.
- La confiance mutuelle entre les organisations.
- La planification et l'exécution conjointe des activités.
- Le partage de l'information mais aussi des risques des récompenses et des responsabilités.

I.6.2. Le travail collaboratif :

C'est une fonction qui est faite par un groupe de personne qui s'aident entre eux en partageant le même intérêt afin d'accomplir leurs buts communs.

I.6.3. Le groupe du travail collaboratif [6]:

On peut avoir trois différents principes définissant les outils du travail collaboratif qui se présentent comme suit :

- **Le « self-service »** : chaque personne ayant l'autorisation pour créer un espace de travail par groupe pour des buts précis.
- **Le « prêt à l'emploi »** : les usagers peuvent accéder aux groupes des tâches communes après la création d'espace de collaboration.
- **L'« accessibilité universelle »** : Les utilisateurs ne rencontrent pas des problèmes de comptabilité avec les systèmes qu'ils utilisent pendant leur travaille ensemble sur un navigateur web.

I.6.4. Activité du travail collaboratif :

Dans cette partie on va regrouper les fonctions et activités qui mènent à l'amélioration du travail collectif et à l'avancement du projet en quatre catégories :

- 1/ Organiser : définir les tâches et les objectifs entre collectifs en les synchronisant.
- 2/ communiquer : l'importance et la nécessité du transfert d'information et d'échange de points de vue entre collectifs.
- 3/ Partager : diffusion des informations et des données communes pour produire un résultat finale.
- 4/ Produire : avoir un résultat visé (fixe) à un objectif défini afin de juger et d'évaluer le travail accompli ce qui assurera le dynamisme.

I.6.5. La plate-forme collaborative :

Une plate-forme de travail collaboratif est un espace de travail virtuel. C'est un site qui centralise tous les outils liés à la conduite d'un projet et les met à la disposition des acteurs. Elle intègre des outils informatiques, des logiciels, des méthodes de travail en groupe pour améliorer la communication, la production et la coordination. L'objectif du travail collaboratif est de faciliter la communication entre les individus dans le cadre du travail, tout en mesurant leur impact sur le comportement des groupes.

L'utilisation d'une plate-forme de travail collaboratif permet d'obtenir des plannings bien suivis, des données à jour, des messages signalant des nouvelles informations disponibles, l'historique de toutes les étapes du projet, l'identification précise de tous les intervenants, une communication fiable entre les membres.

Cet outil est simple à mettre en œuvre et utiliser en permettant : la personnalisation le développement des projets, évolutivité continue, l'ouverture complète sur l'extérieur et la gestion de l'application sans connaissance informatique.

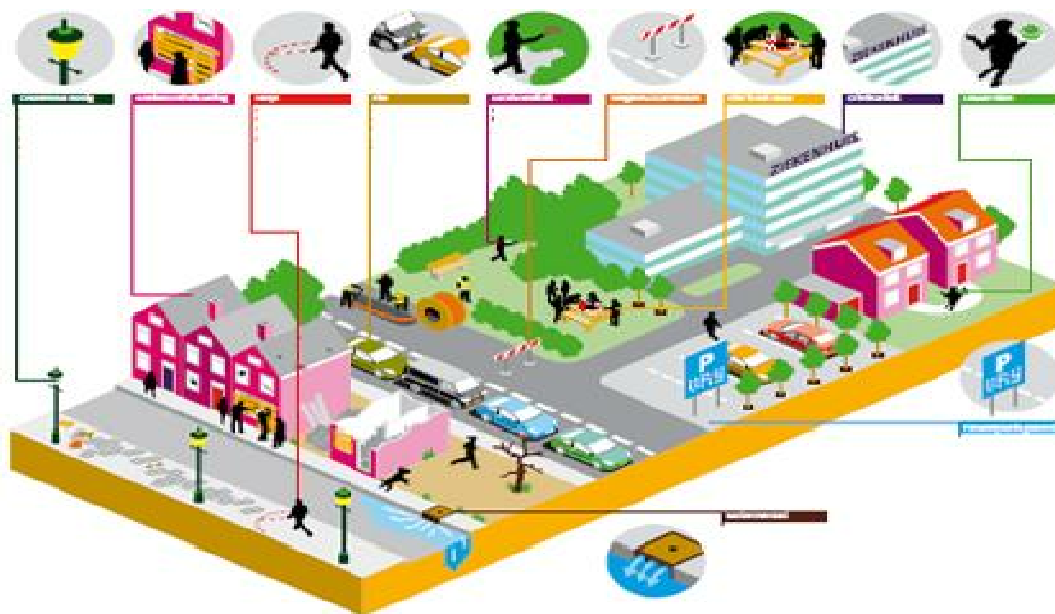


Figure.2.l'aspect collaboratif

II. Conclusion

Tout citoyen veut avoir une vie parfaite dans une ville répondant à tous ces besoins, pouvant y déplacer aisément. Mais cela n'est réalisable que dans une smart cité qui avec ses caractéristiques résout tout problème pouvant lui rencontrer, ce rêve ne peut être réussi qu'on développant une plateforme web à l'aide de l'association des technologies SIG, 3D et SIG nomade dont nous allons nous familiariser avec dans la partie suivante.

I. Introduction

La technologie déclarée SIG, nous permet d'accéder à n'importe quel service et ou site de recherche facilement avec un meilleur rendement (informations et temps) en rapportant une analyse et visualisation bien défini des phénomènes extraits en temps réel on prend en considération les choix et les décisions convenables au territoire et au patrimoine de la collectivité.

II. Qu'est ce qu'un SIG [8]?

Le SIG est un système informatique permettant de recueillir, stocker, traiter, analyser, gérer et présenter des données géoréférencées afin de produire des cartes et des plans. Ces usages couvrent les activités géomatique de traitement et diffusion de l'information géographique, il comprend des données spatiales (objets géométriques, entité) et des données attributaire (descriptive) qui ont une relation dynamique.

III. Les fonctionnalités d'un SIG :

On distingue plusieurs fonctionnalités comme :

- L'acquisition et construction d'un référentiel (Collecte).
- L'organisation des bases de données (Structuration, Stockage et Archivage).
- La consultation et mise à jour des informations (Gestion).
- intégration, combinaison, quantification et simulation pour la bonne compréhension (Analyse).
- La restitution et communication pour porté à connaissance (Diffusion, Décision).

IV. C'est quoi la 3D ?[13]

Les définitions attribuées à la 3D se basent soit sur la dimension de l'objet soit sur celle de l'univers, selon ESRI une forme 3D se définit comme suit :

« Une forme tridimensionnel est un point, ligne ou polygone qui stocke les coordonnées X, Y et Z dans le cadre de sa géométrie.

Le point à un ensemble de coordonnées Z mais la ligne et le polygone ont les coordonnées Z pour chaque sommet.»

Le regroupement des informations visuelles en 3 dimensions donnent à l'image un effet de profondeur ce qu'on appelle le relief avec des techniques associées à cette technologie.

La 3D c'est l'abréviation du trois dimensions : longueur, largeur et profondeur.

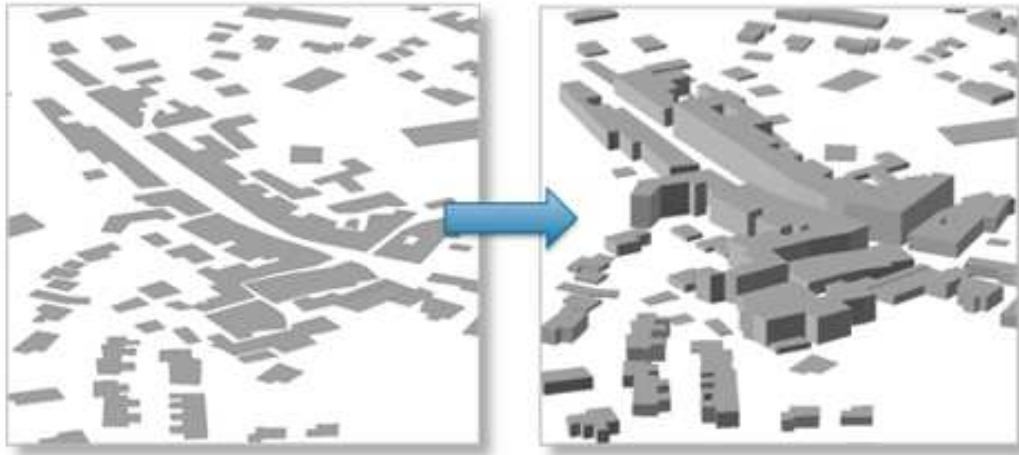


Figure1. Les données en 3 dimensions

V. Les logiciels de modélisation 3D :

Dans le domaine des solutions logicielles propriétaires, la concurrence est rude. Seules les versions majeures tirent leur épingle du jeu grâce à des structures et des politiques de développement très agressives. Voici quelques exemples de logiciels propriétaires et open source :

1. Blender (en 2002- Ton Roosendaal): c'est un logiciel open-source d'excellente qualité. Il supporte tout le pipeline 3D : modélisation gestuelle animation rendu composition et le traçage de mouvement et même la création des jeux vidéo Il fonctionne sous Linux, Windows, Mac OS.
2. Sketchup Make (en 2006): c'est une version gratuite, très utilisé pour les dessins d'architectures ou d'aménagement, très facile à utiliser grâce à son interface intuitive qui donne l'impression de dessiner au crayon.
3. Free CAD (en 2002): un logiciel gratuit, destiné surtout pour les concepteurs d'engins mécanique et autres objets industriel, fonctionnel sous Linux, Windows, Mac OS et BSD.
4. Wings 3D : c'est un logiciel de modélisation avec un haut niveau de subdivisions et facile d'utilisation.
5. Home plan pro : est une application de CAO qui permet de réaliser des plans d'architecte. Il est payant, il assure des réponses rapides à des questions qui se posent.
6. 3DCrafter (2013) : est une modélisation 3D et outil d'animation en temps réel qui intègre une approche intuitive de glisser-déposer à la modélisation 3D. Il est disponible en 3 versions différentes et un logiciel open-source.
7. Envisionner Express : est un programme facile à utiliser c'est un logiciel de visualisation et de décoration en concepts de maison et plans d'étage.
8. 3DSMax (3DMax): c'est un logiciel de référence dans le domaine d'infographie 3D permettant la modélisation et l'animation 3D, conçu pour une architecture modulaire,

compatible avec multiple extensions et les scripts sont écrits dans un langage propriétaire (Max script).

9. Autodesk Inventor : une application pour créer prototypes numériques 3D utilisés dans la conception, la visualisation et la simulation de produits développé par la société des logiciels basés Etats Unis le noyau de modélisation est leur propriétaire géométrique (Shape Manager).

10. Cinema 4D : ce logiciel est créé par la société allemande Maxon et a été nommé FastRay jusqu'à 1991, il facilite la modélisation, le texturage, l'animation et le rendu d'objets 3D avec des fonctions interactives et non destructive à l'aide de ces modules intégrés tels que Body Paint 3D, Advanced Render, Dynamics...etc.

11. City GML :

Son développement a été proposé par l'OGC afin d'améliorer une solution de gestion des patrimoines par les SIG et ceci pour représenter, gérer et stocker les données liées aux villes (solution urbaine) ce logiciel représente un encodage GML avec une modélisation UML ayant les caractéristiques suivantes :

- * La modélisation thématique (recouvrement urbains vaste).
- * Modularité du modèle (il y a des modules UML séparés qui packagent les modélisations thématique).
- * La gestion de la multi-échelle (utilise le concept LOD « level of detail » il y a 4 niveaux de détail).
- * Référence externe (référencement de l'objet à des BDs externes).
- * Capacité d'extension (utilisation des extensions ADE « Application Domain Extension » et GeoBim « en cours de développement »)

Critère	DXF	SHP	VRML	X3D	KML	Collada	IFC	CityGML	3D PDF
Géométrie	++	+	++	++	+	++	++	+	++
Topologie	-	-	0	0	-	+	+	+	-
Texture	-	-	++	++	0	++	-	+	+
Lod	-	-	+	+	-	-	-	+	-
Objets	0	+	+	+	-	-	+	+	+
Sémantique	+	+	0	0	0	0	++	++	+
Attributs	-	+	0	0	0	-	+	+	+
Support XML	-	-	-	+	-	-	+	+	-
Web	-	-	+	++	++	+	-	+	0
Géo-Réf	+	+	-	+	+	-	-	+	+
Diffusion	++	++	++	0	++	+	0	+	++

Figure 2. Comparaison entre les formats 3D

VI. Qu'est ce qu'un SIG 3D [16]:

Un SIG 3D doit être capable de modéliser, représenter, gérer, manipuler, analyser et soutenir la décision reposant sur l'information liée avec un phénomène à trois dimensions.

Un SIG 3D est un SIG qui utilise les données 3D, c'est un prolongement du 2D.

Depuis quelques années, on a pensé à ajouter une 3^{ème} dimension qui est le « Z » afin d'améliorer la visualisation et la représentation du monde réel.

Avec la 3D, on comprend mieux certains phénomènes qui sont plus au moins complexe, car l'impact visuel est très important parce que notre cerveau raisonne plus facilement et rapidement en 3D.

Un autre aspect de la 3D est la communication c'est-à-dire la compréhension du phénomène et l'exposition des idées. Il facilite la concertation et la collaboration entre différents acteurs d'un projet.

De plus que la visualisation et l'interprétation, on a besoin quand même de concevoir, gérer, analyser et stocker l'information 3D pour la diffuser auprès d'un large public. Pour cela, le SIG 3D fournit des outils d'aide à la décision, la planification et à la gestion et des fonctionnalités d'analyse par exemple le calcul d'un profil topographique ...

Le SIG 3D est présent dans plusieurs domaines, tel que l'aménagement et l'urbanisme, communication, la gestion des équipements techniques, analyses scientifiques et bien plus encore.

VII. Les fonctionnalités d'un SIG 3D [2]:

Le SIG à un rôle très important dans la réalisation des solutions aux divers problèmes géologique, géographique,...etc. à l'aide de ces diverses fonctionnalités qui se résume comme suit :

- Construire, manipuler, gérer et présenter des primitives géométriques de type point, ligne, polygone et volume à l'aide de l'une ou de plusieurs structures géométriques 3D.
- Gérer le stockage des modèles géométriques 3D au sein d'un SGBD.
- Offrir une interface graphique à l'utilisateur permettant d'attribuer des variables graphiques telles qu'une couleur, une épaisseur ou une texture aux primitives géométriques.
- Gérer la sémantique des objets spatiaux 3D par la gestion de leurs propriétés descriptives.
- Réaliser l'analyse spatiale métrique et topologique 3D.

- Diffuser des modèles 3D en particulier sur le Web à l'aide par exemple de techniques modernes comme les services Web.
- Être interopérable et adopter les différents standards offerts notamment par les principaux organismes de standardisation comme l'ISO et l'OGC.

VIII. Type de données utilisées :[13]

Afin d'établir la conception, visualisation, gestion, l'analyse, le partage et la diffusion des données 3D, on doit disposer un modèle de données complet qui peut être de différents sources comme :

- Données 2D
- Données Raster
- Données Vecteur
- Données Lidar

VIII.1. Données 2D :

On combinant les données 2D avec l'information concernant les altitudes ou les hauteurs comme l'emprise des bâtiments on peut par la suite les transformer en 3D, ils sont de type Multipatch qui est un modèle de stockage de géométrie.

VIII 2. Données Raster :

C'est une surface représentée à l'aide d'un maillage régulier de cellule, cette dernière contient l'altitude moyenne. Ces jeux de données peuvent être stockés selon 3 formats :

Un format GRID

Un format d'image standard (jpeg, png,..)

Un format fichier ou entreprise

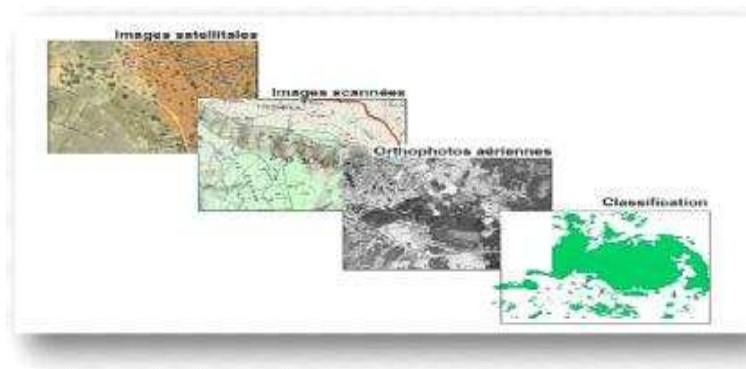


Figure3.les données Raster

VIII.3. Données vecteur :

Le format vectoriel gère les points, les lignes et les polygones, pour la modélisation du modèle terrain ou TIN qui peuvent être convertis en format Raster.

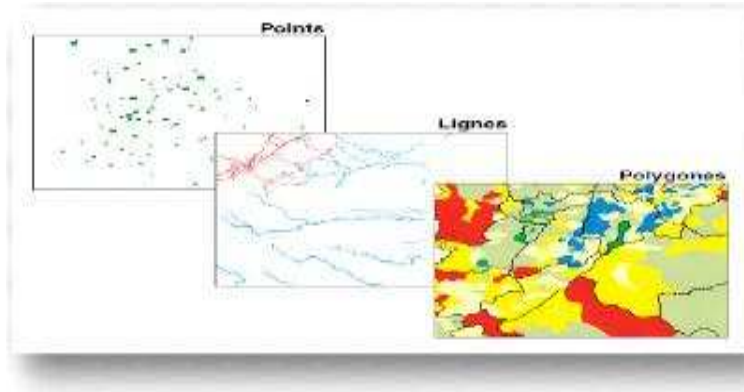


Figure4. Les données vecteur

VIII.4. Données Lidar :

Le lidar « light detection and ranging » est un laser aéroporté. C'est une nouvelle technologie émergente du domaine de la télédétection capable de produire rapidement une impressionnante densité de points 3D géoréférencés.

Ce sont les données 3D dont le volume est très important, ce sont des informations géométriques ou de classification.



Figure5. Le procédé Lidar

IX. Sources de données SIG 3D : Il existe plusieurs sources de données comme :

- La photographie aérienne.

- Imagerie satellitaire (télédétection).
- La rastérisation des données.
- Modèle numérique de terrain (MNT).
- Plan ou carte scannée.
- L'importation des données numériques raster.
- La numérisation.
- La vectorisation automatique des données raster.
- La photo interprétation sur écran (PIAO).
- Modèle vectoriel de relief (TIN).
- GPS.

X. Les méthodes d'acquisition des données [4]:

L'acquisition des données se fait par plusieurs méthodes on site celle les plus utilisés dans le domaine des SIG :

X.1. La photogrammétrie :

- C'est une technique de prise de vue aérienne qui se base sur deux image d'une zone obtenu de deux angles différents (utilisation des zones de chevauchement) afin d'obtenir la 3^{ème} dimension.
- Plus le niveau de détail est élevé plus les données sont volumineux en outre les mise à jour seront longues et couteuses et peuvent nécessiter des relevés topographique importante.

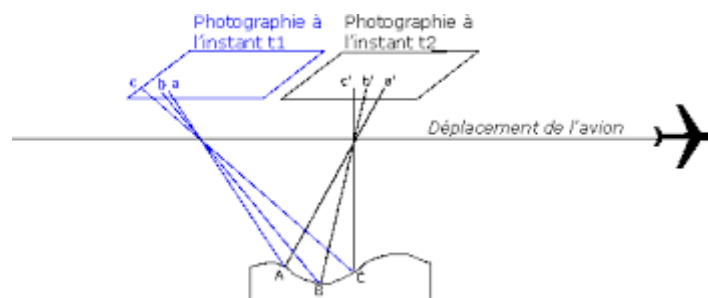


Figure 6. Schéma photogrammétrie

X.2. Les modèles numériques d'élévation (MNE) :

La production du MNE se fait selon deux méthodes :

- une méthode ancienne s'appuyant sur le domaine spatial et la télédétection elle a pour but le calcul des grilles du MNE et a de bons résultats pour les données à petite échelle.
- la méthode moderne s'appuie sur l'utilisation du LIDAR elle permet la création d'un MNE et d'un MNT en parallèle par les méthodes du filtrage ayant la possibilité de filtrer le nuage de points obtenue par cette technologie.



Figure7. Le modèle MNE

X.3. La vectorisation :

- Elle se base sur la projection ou l'intersection des nuages de points sur le sol, on obtient les élévations par l'extrusion verticale des traces au sol jusqu'à l'altitude du contour des toits.
- La densité d'acquisition de la densité LIDAR avec celle du MNE et sa précision sont les bases de la qualité géométrique de la maquette 3D.

XI. Les modèles de représentation SIG3D :[13][18][18]

Il existe de nombreuses options pour la génération d'entités 3D, de surface 3D ou de modèles 3D.

XI.1. Créer des classes d'entités 3D :

Afin de créer des classes d'entités 3D, tout d'abord on crée des classes d'entités vide avec l'option de stockage de Z, ensuite on saisit des entités en 2D en affectant le Z pour chaque sommet ce qu'on appelle l'extrusion.

XI.2. L'extrusion :

C'est une façon simple de créer les modèles 3D, qui consiste à extruder les entités d'une classe, il suffit donc de choisir l'attribut ou l'expression de calcul pour définir la valeur d'extrusion comme l'emprise des bâtiments.

On peut aussi générer des modèles 3D avancés par import de fichiers 3D, il suffit d'importer ces fichier 3D et les positionner en X, Y, Z la notion de géoréférencement.

Générer des modèles 3D avancés à l'aide de règles procédurales.

XI.3. Modèle Raster :

A partir des données Raster on peut créer les modèles suivants :

MNE (modèle numérique d'élévation) : est une représentation des élévations sur un terrain comprenant les plantes et les bâtiments.

MNT (modèle numérique de terrain) : est une représentation 3D de la surface d'un terrain ou d'une planète, créée à partir des données d'altitude du terrain, c'est le sol nu.

XI.4. Modèle Vecteur :

Pour la conception du modèle de surface vecteur on doit créer soit des TIN ou un terrain

Une autre approche pour générer les modèles 3D, c'est à l'aide des symboles 3D en utilisant des styles existants ou les importer, elle est intéressante pour représenter des objets génériques comme des arbres....

XII. L'analyse dans les SIGs 3D :

Un SIG permet l'élaboration de différentes analyses spatiales nous allons citer quelques-unes :

- Analyse de profile : C'est la génération du profile avec la capacité de dessiner le polygone interactivement.
- Calcul de volume : C'est la comparaison entre plusieurs surfaces à plusieurs moments afin de calculer la différence de volume.
- Analyse de relief : Cette fonctionnalité permet le calcul des informations dérivées des altitudes (pente, ombrage,...etc.) en géant des surfaces du terrain avec l'intégration (éventuelle) des objets positionnés sur eux.
- Analyse hydrologiques : Avec un SIG 3D on peut faire une analyse très avancée dans des domaines particuliers comme l'hydrologie (la délimitation d'un bassin versant, les directions des écoulements au sol,...etc.).
- Opérateurs spatiaux 3D : Un SIG 3D peut proposer des opérateurs spatiaux permettant la réalisation des différentes analyses spatiales comme le fait un SIG 2D mais en ajoutant des entités 3D (MNT, MNE,..., etc.) ou des entités de type Multipatch.
- Visibilité/intervisibilité : L'une des capacités typiques d'un SIG 3D est le calcul d'intervisibilité entre différent objets en exploitant des opérateurs spatiaux 3D.
- Le rayonnement solaire : Avec cette analyse le SIG 3D à la capacité de calculer la quantité d'énergie reçue en un point précis à un moment donné en la surface du terrain et du

contexte des objets présent localement après la réalisation des calculs la représentation est faite facilement soit en 2D soit en 3D .

- Calcul d'ombres portées : L'idée de cette analyse qui évoque la modélisation des rayonnements solaires est de pouvoir générer le volume à une zone provoqué par un ou plusieurs entités Multipatch à un temps précis au cours de l'année ce qui permet l'intersection et le croisement avec d'autres entités du SIG.
- Calculs d'itinéraire 3D : Cette fonctionnalité n'est réalisable qu'après la modélisation du transport modal ou multimodal en utilisant les contraintes de déplacement (vitesses, arrêts, sens de circulation, trafic, ...etc.) les calculs en 3D se font de la même manière que celles en 2D.

XIII. La visualisation 3D dans les SIG [9]:

Pour illustrer la visualisation des données 3D dans un SIG nous citons comme exemple ESRI qui propose l'environnement d'ArcGis qui se compose des outils pour la visualisation bureautique et d'autres pour la visualisation web dont nous définissons :

- ArcScène : permet de visualiser une scène locale en utilisant des données raster ou vecteur 3D ayant la capacité d'utiliser le système des coordonnées planaire. Il charge les données en mémoire sans utilisation de cache.
- ArcGlobe : fait pour la visualisation globale des données qui sont adaptés à une projection sphérique. cette application dispose d'un système de cache très performant basé sur la rastérisation des entités des couches vectorielles qui permet l'affichage avec une qualité adaptée à l'échelle et permet ainsi une navigation et un affichage très rapides.

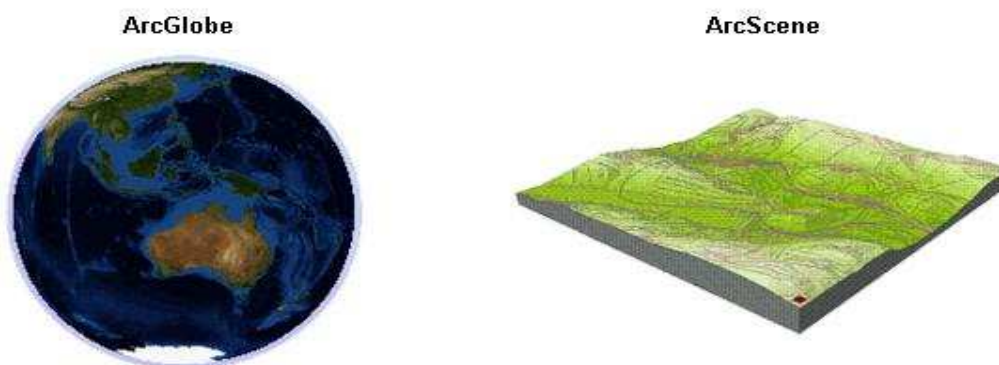


Figure8. ArcGlobe, ArcScene

- CityEngine : c'est une application indépendante d'ArcGis Desktop qui produit des modèles 3D à l'aide d'application des règles procédurales sur des données 2D en concevant

ces scènes 3D de manière interactive. A partir des données en entrés on peut avoir des rendus très différents.

CityEngine crée des scènes projetées dans un système de coordonnées planaire et des objets vectoriels comme elle peut supporter une quantité d'entités limitée.



Figure 9. Exemple de visualisation en utilisant CityEngine

XII.1. Les logiciels et formats SIG 3D :[15]

Un logiciel SIG 3D permet de visualiser les données SIG dans un espace tridimensionnel, effectuer des différentes requêtes et même extruder le vecteurs 2D en utilisant les données attribuées aux polygones. Parmi ces logiciels nous allons citer quelques uns :

IMAGINE GIS VIRTUEL : est un outil puissant et facile à utiliser pour l'analyse visuelle qui offre des fonctions et des capacités SIG dans un environnement 3D. Au-delà des rendus 3D simples, il vous permet de créer des interprétations 3D précis de vos projets pour des présentations interactives.

VERTICAL MAPPER : Le Vertical Mapper complète MapInfo Pro et ajoute des outils avancés d'analyse d'un ensemble complet de création de grille raster, visualisation et d'analyse des capacités. En utilisant des données sur la base de la grille de la surface continue augmente de manière significative, plus de puissance et de souplesse dans une grande variété de tâches analytiques

TERRAVISTA (TERREX) : c'est une application facile à utiliser, natif de Windows à base de logiciel qui prend en charge la génération automatique de toute taille ou le type de base de

données de terrain, y compris les bases de données pour vol, au sol, maritime. Le nouveau Terra Vista 5 dispose d'une nouvelle génération d'interface utilisateur, l'utilisateur de la technologie de collaboration multiple, MMB plus souple (Multiple construction de la machine) de commande, et l'amélioration des capacités d'édition 3D interactive. En outre, Terra Vista 5 inclut désormais intégrée des vecteurs et les éditeurs d'élévation ainsi que le soutien pour une gamme de nouveaux plug-ins tiers pour le traitement d'images, détection de la lumière (LIDAR) de traitement et d'extraction de caractéristiques automatique.

3D ANALYST (ARCGIS) : il permet de visualiser depuis plusieurs points de vue et de manière transparente de très grands jeux de données en 3D, d'effectuer des analyses de surface et de créer des images en perspectives réalistes en drapant des données raster et vecteur sur un model numérique de terrain

SPACEYES 3D (GEOIMAGE) : c'est un logiciel de création et de visualisation de la trois dimensions ainsi que des modèles de "vol" virtuel en temps réel.

XII.2 Les SIG web et mobile

Les systèmes d'information géographique, après s'être développés pour des applications bureautiques et serveurs, ont connu une forte évolution ces dernières années grâce à l'essor des technologies de communication (internet, GSM, etc.), de positionnement (GPS plus précis et sensible) et d'intégration de matériel portable toujours plus petit et performant. Ces avancées technologiques permettent dorénavant de transférer facilement des informations en provenance ou vers des systèmes distants, de communiquer en temps réel avec des matériels de mesure et de positionnement, et surtout de fournir à l'utilisateur des interfaces très ergonomiques.

XII.2.1. Qu'est-ce qu'un SIG mobile ? [5]

Le SIG mobile (nomade) est une extension du SIG sur le terrain permettant d'exploiter les cartes et données associées sur un périphérique portable et d'assister le travail des équipes «terrain».

Les SIG mobile représentent l'ajout des concepts de mobilité (accessibilité) aux concepts de bases des SIG (Bureautique) afin de faciliter la tâche aux utilisateurs, tout ceci est fait grâce à l'utilisation des plate-forme mobile variante selon le besoin à plusieurs niveaux:

- PC pour un utilisateur fixe.
- PDA , tablette ou smart phone pour un utilisateur mobile .
- Et pour une entreprise on utilise une plateforme collaborative ayant le moyen pour inter-agir les informations entre eux.

XII.2.2. Les logiciels de publication web et mobile :

- **Logiciel libre :**

1/ Map server : est un logiciel de publication de carte sur internet, des services web (WMS, WFS, WCS) conforme aux besoins de l'OGC et peut être utilisé pour des applications web.

2/ Open layers : en utilisant une bibliothèque JavaScript on peut intégrer et gérer une carte dynamique.

- **Logiciel propriétaire payant :**

1/ carto pocket : cartographie sur Pocket Pc dans l'environnement windows mobile pour le système MapInfo.

2/ cart@jour: logiciel métier spécialisé dans l'eau l'assainissement collectif et non collectif.

3/DynMap : il permet le partage de l'information géo-référencé entre service (partage en ligne « intranet, internet »).



Figure10. Les SIG mobile

XII.2.3. Les formats 3D sur le web et sur support mobile:[14]

Il existe plusieurs formats pour la publication des données 3D tels que :

SKP : c'est l'extension créée par Sketchup, il comporte les données 3D, les images 3D, les graphiques vectoriels ...

FLT : c'est un fichier 3D de description de scène créé dans le format d'OpenFlight. Il est souvent utilisé à des fins urbaines.

KML : ce fichier se trouve sur le logiciel de GoogleEarth il comporte toute sorte de description comme des images, des vidéos, des polygones, des modèles 3D...

X3D : c'est un format de description de graphisme 3D pour le web, il communique les données 3D en temps réel. Il est utilisé dans le domaine des SIG, application CAO, présentation multimédia, Il fournit à la fois l'encodage XML et l'interface SAI (Scene Authoring Interface) pour l'intégration des données 3D sur le web.

VRML :(Virtual Reality Markup Language) est un format de fichier standard pour représenter des graphiques vectoriels interactifs en 3D, conçus en particulier avec le Web. Il a été remplacé par X3D

Java3D : L'API Java 3D permet de créer des applications graphiques en trois dimensions et des applets 3D sur Internet. Il fournit des constructions de haut niveau pour la création et la géométrie 3D de la manipulation et de construire les structures utilisées pour rendre cette géométrie.

XII.2.4. Outils de visualisation web 3D [10]

Pour cette partie nous citons comme exemple la visionneuse de scènes web CityEngine :

Elle permet la consultation des scènes web générées par CityEngine ou ArcScène dont l'extension du fichier est (.3ws) en affichant ces principales fonctionnalités qui suit :

- Affichage et navigation en 3D dans la scène de manière interactive
- Navigation en 3D dans la scène à l'aide de géosignets 3D prédéfinis
- Affichage/Masquage des différentes couches
- Interrogation des entités et affichage des attributs
- Rechercher des entités de la scène à partir des valeurs d'attributs
- Changer les conditions d'éclairage de la scène en fonction d'une date/heure
- Insertion et partage d'un commentaire géolocalisé dans la scène
- Réaliser une capture d'écran de la scène
- Comparaison de deux couches à l'aide de l'outil de balayage

Cette visionneuse est réservée à des scènes 3D locales comportant un nombre limité d'entités (jusqu'à quelques centaines d'entités 3D pouvant être texturées ou non).

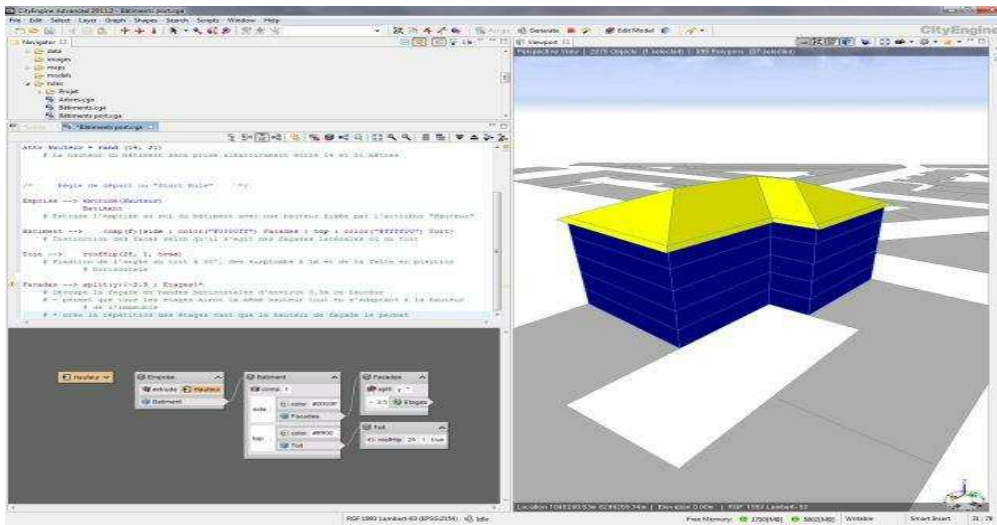


Figure11.construction de la maquette 3D avec cityEngine

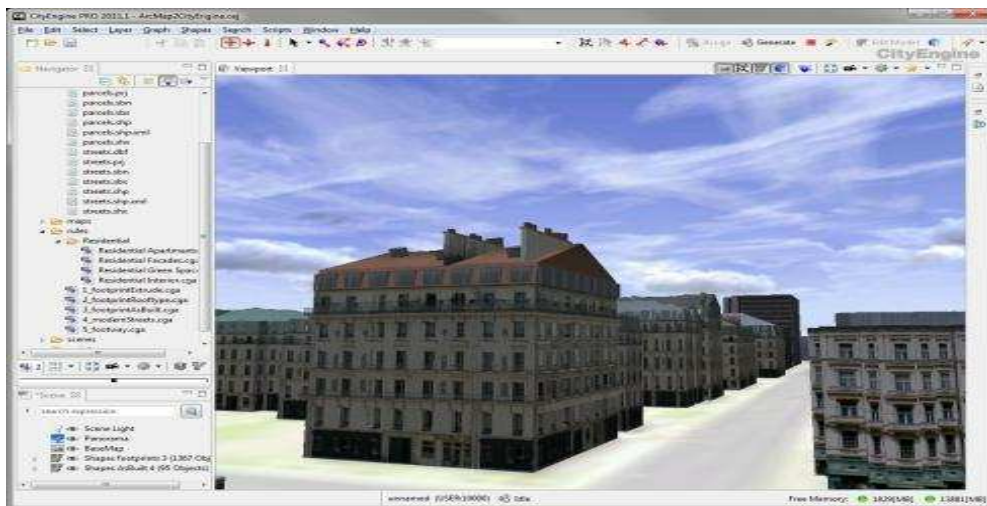


Figure12. Texture de la maquette

XIII. Conclusion

Nous avons vu que : les SIG vont devoir s'adapter aux nombreuses contraintes engendrées par une utilisation mobile en présentant de meilleurs services aux usagers en se basant sur la construction et abaissement du coût des produits cartographiques et en donnant une visualisation plus améliorée par intégration de la technologie 3D qui modélise l'environnement tels qu'il est en réalité.

I. Introduction :

Une ville est avant tout une communauté d'êtres humains, de citoyens, de groupes sociaux, d'élus, d'associations, d'entrepreneurs, etc., qui se dotent individuellement et collectivement de solutions techniques afin de vivre ensemble, habiter, travailler, se déplacer, se distraire, se chauffer, s'éclairer, etc. Tous ces acteurs sont doués d'intelligence. Autrement dit, une ville dispose de l'intelligence des cerveaux qui y sont localisés, ainsi que des interactions entre ceux-ci, ce qui forme une sorte d'intelligence collective.

II. Objectif :

Notre travail consiste à développer un outil SIG interactif de visualisation 3D dans une approche collaborative liée aux smart cities. La zone choisie est la région de Salamandre qui est une partie importante de la wilaya de Mostaganem. Elle possède une diversité urbaine : une zone administrative, un site touristique, et une couverture rurale.

L'urbanisme peut se réinventer quasiment sans limite grâce à de nouvelles maquettes numériques sophistiquées et une technologie ancienne en pleine redécouverte qui est la 3D afin de reproduire la sensation naturelle de vision en profondeur et en relief de l'œil humain.

Une ville intelligente repose sur l'intégration des TIC (technologies de l'information et de la communication. Le concept de "Smart Cities" (villes intelligentes) prétend, quant à lui, optimiser le système urbain, notamment via le comptage, le monitoring et la gestion des flux d'énergie, d'eau, de déplacements, de passagers, de rejets, d'émissions et autres effluents qui émanent des activités urbaines. Ces technologies vont faciliter la vie citoyenne.

Le SIG est utilisé pour localiser les services de bases dans la cité intelligente ce qui lui donne la capacité de produire une plateforme web puissante basé sur la technologie permettant la diffusion des données sur le net et a le pouvoir de faire des mises à jour de toutes les données acquises géographiquement en évitant les modifications manuelles (sans accéder à la base de données).

C'est la plateforme d'échange de voisinage permettant à tout le monde de s'impliquer face aux problèmes de sa ville en outre c'est l'innovation dans la ville courante et dans l'amélioration des services publics et privées.

III. Etude fonctionnelle et conceptuelle

III.1 Identification des différents acteurs

Notre objectif nous oblige à présenter la relation entre toutes les institutions disponibles dans la zone d'étude que nous avons choisi (Salamandre). Le déplacement vers ces directions était donc nécessaire pour l'obtention des informations et des données. Dans ce qui suit nous allons présenter ces différentes institutions :

1. Cadastre :

Le cadastre est un ensemble des documents établis méthodiquement sur la base des levés topographiques, destinés à déterminer les consistances physiques et juridiques des biens-fonds de chaque immeuble.

Il doit comprendre une implication directe de la :

- Qualité de ses données.
- Réglementation par ses dispositions légales ou réglementaires.
- Fiabilité par sa tenue à jour permanente et sa vérification.
- Accessibilité au public.

2. DUC :

Direction d'Urbanisme et de Construction : institution qui a pour mission l'aménagement urbain du territoire il comprend :

■ Le service de l'urbanisme qui comprend :

- Le bureau des instruments d'urbanisme.
- Le bureau de l'encadrement et de la promotion foncière et des aménagements.
- Le bureau des actes d'urbanisme et du contrôle.
- Le bureau de l'architecture.

■ Le service de la construction qui comprend :

- Le bureau des études et des normes de construction,
- Le bureau de la réglementation technique et de la qualité de construction,
- Le bureau des systèmes et des composants de la construction.

■ Le service de l'administration et des moyens qui comprend :

- Le bureau de la gestion des personnels.
- Le bureau du budget et de la comptabilité et des moyens généraux.
- Le bureau des affaires juridiques et du contentieux.

3. Direction du tourisme :

Cette institution a pour but l'amélioration des capacités d'accueil afin d'offrir aux visiteurs une gamme de service qui lui facilite l'accès à tout besoin désiré.

L'une de ses missions est la production, la réalisation et la diffusion de tout support à caractère promotionnel, de nature à favoriser la commercialisation de ses produits touristiques sur le marché national.

4. Direction de l'environnement :

Elle fait la gestion et la protection des milieux naturels et de leurs ressources, en veillant à l'adaptation de ces méthodes aux conditions régionales l'exploitation et la diffusion de l'ensemble des données et des connaissances relatives à l'environnement.

5. Direction de transport :

La direction générale des Transports prépare et met en œuvre la politique nationale des transports terrestres et maritimes ainsi que la planification intermodale des infrastructures de transport.

I.2 Identification des besoins :

Il existe plusieurs axes liés aux smart cities que nous avons décrits dans le chapitre précédent. Pour notre projet, nous nous sommes basé sur les domaines suivants : la mobilité (tourisme, transport.), la gouvernance (collaboration entre les différentes institutions administratives)

Les institutions choisies sont : la DUC, l'agence foncière, la direction du tourisme, la direction de l'environnement, le cadastre, et la sureté nationale.

Secteurs	Analyse	2D	3D
1- Aménagement et habitat.	- Ensoleillement/ombrage.	✓	✓
	- Vue sous Mer.	✓	✓
	- Occupation du Sol.	✓	-
	- Occupation des bâtiments par étage	✓	✓
2- Santé.	- Proximité des postes de santé.	✓	-
	- Capacité des hôpitaux.	✓	-
3- Transport et mobilité.	- Capacité des lignes de Taxi.	✓	-
	- Embouteillage sur les tronçons de route et rond-point.	✓	-
	- Capacité des stationnements sur parking et voies publiques	✓	-
4- Administration et Gouvernance.	- Capacité des infrastructures administratives Saison estival et normale.	✓	-
	- Proximité des infrastructures administratives (Postes, Banques, Mairies...etc)	✓	-
5- Tourisme.	- Capacités des Routes, cafés, restaurants et plages.	✓	-
	- Facilité d'accès aux infrastructures.	✓	-
	- Accès Internet et Mobile.	✓	✓
6- Sécurité.	- Zone surveillé (commune).	✓	-
	- Couverture spatiale des postes police, gendarme et/ou protection civile sur plages et quartiers.	✓	-

Chaque institution à un compte administrateur qui a le droit de publier les informations suivantes dans la plateforme selon le besoin du citoyen et le domaine de travail de chaque direction :

➔ Service Tourisme :

*les hôtels, restaurants disponibles.

*le temps agréable pour les balades.

*les zones à une vue touristique.

* les régions de distraction.

➔ Service Santé :

*hôpitaux plus proche de localisation.

*disponibilité des lits.

* numéro des urgences.

➔ Service Transport :

*le point et le temps de départ.

*le point et le temps d'arrivée pour chaque station.

*les voyages annulés.

* déclaration d'un retard ou d'une panne dans les voyages.

➔ Service Sécurité :

*les plans d'intervention.

*les régions les plus risquées et les surveillées/sécurisée.

*les chemins bloqués.

* le pourcentage des accidents, incendie...etc par jour.

➔ Service Environnement :

*les zones les plus éclairées.

*les espaces verts.

*les zones moins polluées.

* les régions des habitats.

IV. Etude conceptuelle

IV.1 La modélisation 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

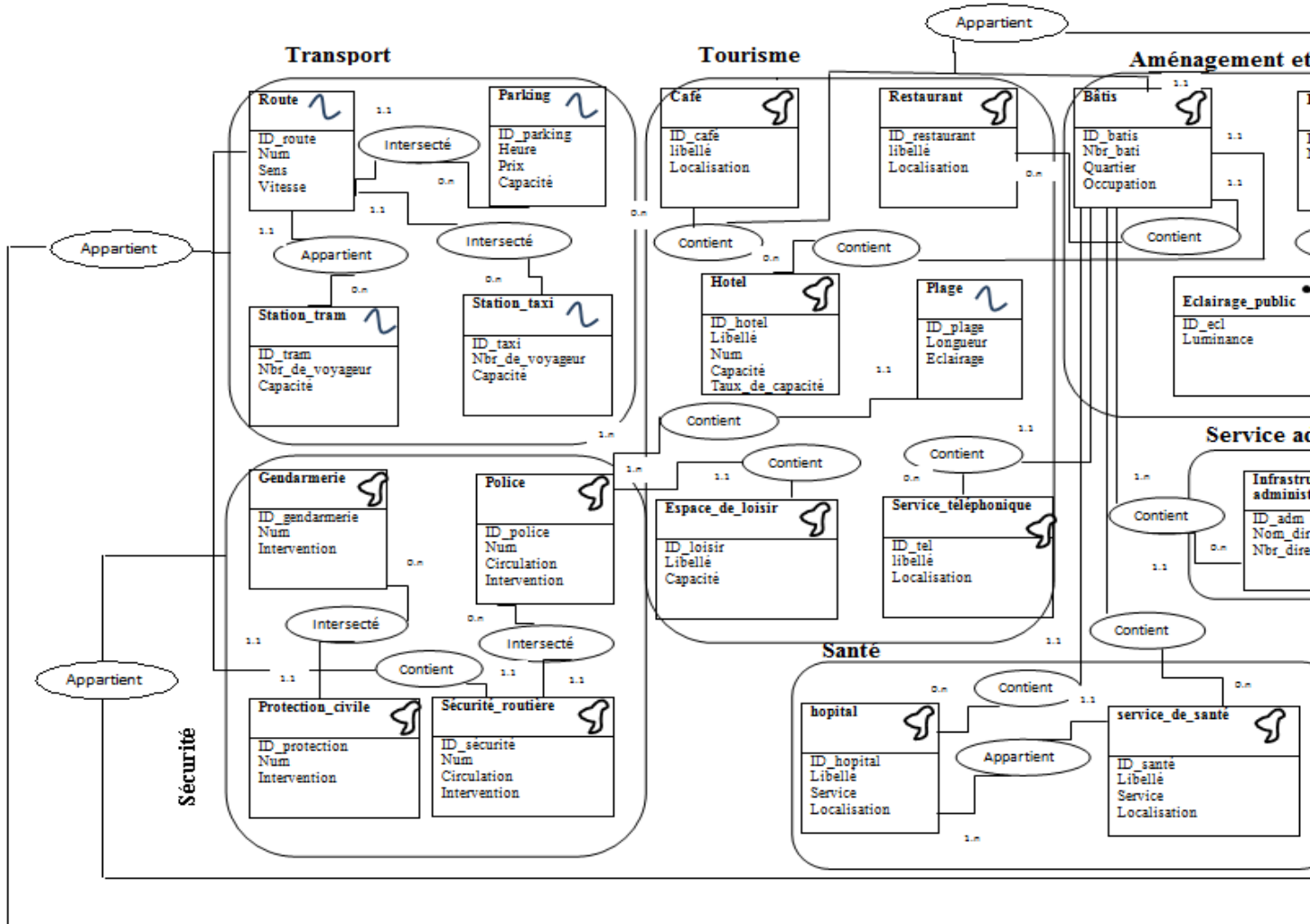


Figure1. Modèle conceptuel de données

Après avoir déterminé notre MCD, on va représenter les composantes de notre base de donnée en 1 données comme suit :

La couche	Type de la couche	Champ	Type de champ	Taille	Descript
Batis	Polygone	ID batis	Entier		Aména
		Nbr bati	Entier		
		Quartier	Texte	50	
		Occupation	Booléen		
Infrastructure_administrative	Polygone	ID adm	Entier		Service
		Nom direction	Texte	50	
		Nbr direction	Entier		
Hopital	Polygone	ID hopital	Entier		Santé
		Libellé	Texte	50	
		Service	Texte	50	
		Localisation	Float		
Service_de_santé	Polygone	ID santé	Entier		Santé
		Libellé	Texte	50	
		Sevice	Texte	50	
		Localisation	Float		
Station_taxi	Ligne	ID taxi	Entier		Transpo
		Nbr de voyageur	Entier		

		Capacité	Double		
Station_tram	Ligne	ID tram	Entier		Transpo
		Nbr de voyageur	Entier		
		Capacité	Double		
Route	Ligne	ID route	Entier		Transpo
		Num	Entier		
		Sens	Booléen		
		Vitesse	Double		
Parking	Ligne	ID parking	Entier		Transpo
		Heure	Date		
		Capacité	Double		
		Prix	Double		
Plage	Ligne	ID plage	Entier		Tourism
		Longueur	Double		
Police	Polygone	ID police	Entier		Sécurité
		Num	Entier		
		Circulation	Booléen		
		Intervention	Texte	50	
Gendarmerie	Polygone	ID gendarmerie	Entier		Sécurité

		Num	Entier		
		Intervention	Texte	50	
Sécurité_routière	Polygone	ID sécurité	Entier		Sécurité
		Num	Entier		
		Circulation	Booléen		
		Intervention	Texte	50	
Protection_civile	Polygone	ID protection	Entier		Sécurité
		Num	Entier		
		Intervention	Texte	50	
Café	Polygone	ID café	Entier		Tourism
		Libellé	Texte	50	
		Localisation	Float		
Hôtel	Polygone	ID hotel	Entier		Tourism
		Libellé	Texte	50	
		Num	Entier		
		Capacité	Double		
		Taux de capacité	Double		
Restaurant	Polygone	ID restaurant	Entier		Tourism
		Libellé	Texte	50	

		Localisation	Float		
Service_téléphonique	Polygone	ID_tel	Entier		Tourism
		Libellé	Texte	50	
		Localisation	Float		
Espace_de_loisir	Polygone	ID_loisir	Entier		Tourism
		Libellé	Texte	50	
		Localisation	Float		
Eclairage_public	Point	ID_ecl	Entier		Aména
		Luminance	Booléen		
Espace_vert	Polygone	ID_esp	Entier		Aména
		Nbr_esp	Entier		

Figure2. Le dictionnaire de donnée.

IV.2. Description des données:

La préparation des données est une étape très importante dans la mise en œuvre d'un SIG.

La zone choisie est la région de Salamandre qui fait partie de la wilaya de Mostaganem. C'est un site touristique ses coordonnées : **35°55'3"N 0°3'47"E**

- Plan de la zone :

La figure suivante représente un plan du site de la région de Salamandre sous format numérique (fichier Autocad). Ce plan date de l'année 2001, il ne comporte pas toutes les partitions de la zone.

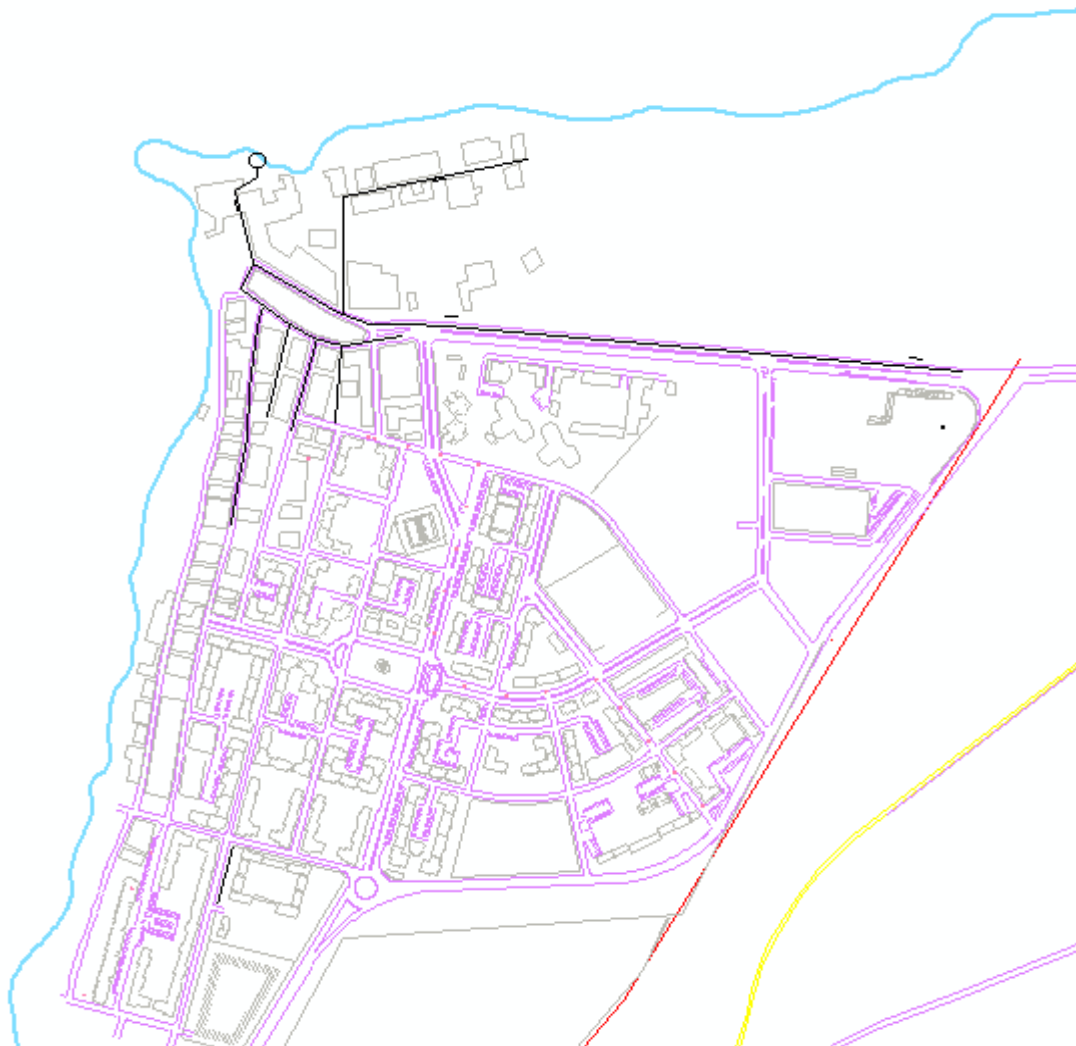


Figure3.Plan de la salamandre (AutoCad)

- L'image satellitaire :

La photo suivante représente une photo satellitaire de la région de Salamandre acquise à partir de Google Earth Pro que nous avons traité et géoréférencé. L'image est très récente (année : 2015)



Figure4 .Image satellitaire de salamandre.

V. choix technologiques :

V.1 Choix des outils SIG :

- ArcCatalog : pour la création et le regroupement de la base de données (les couches et les entités).
- ArcMap : conçu pour la numérisation des couches et les analyses spatiales en 2D et le géoréférencement de l'image satellitaire ainsi que le plan AutoCad.
- CityEngine : permet la construction de la ville 3D en extrudant les données après importation avec l'utilisation des règles (rules) et en appliquant des textures (format image).

V.2. Choix du client web pour la plateforme collaborative :

Pour cette partie, on a choisi Arcgis online car c'est un système SIG collaboratif en ligne qui permet d'utiliser, de créer et de partager des cartes, scènes, applications, couches, analyses et données. Il permet aussi de fabriquer une plateforme mobile

Dans notre projet on va se baser sur la collaboration entre les institutions existantes dans la région de Salamandre afin d'améliorer le cadre de vie et avoir une ville avec une vie facile et agréable. Les institutions pouvant qui pourraient bénéficier de la plateforme web sont :

- Cadastre.
- Direction d'Urbanisme et de Construction (D.U.C).
- Transport.
- Santé.
- Tourisme.

III.3 Architecture technique :

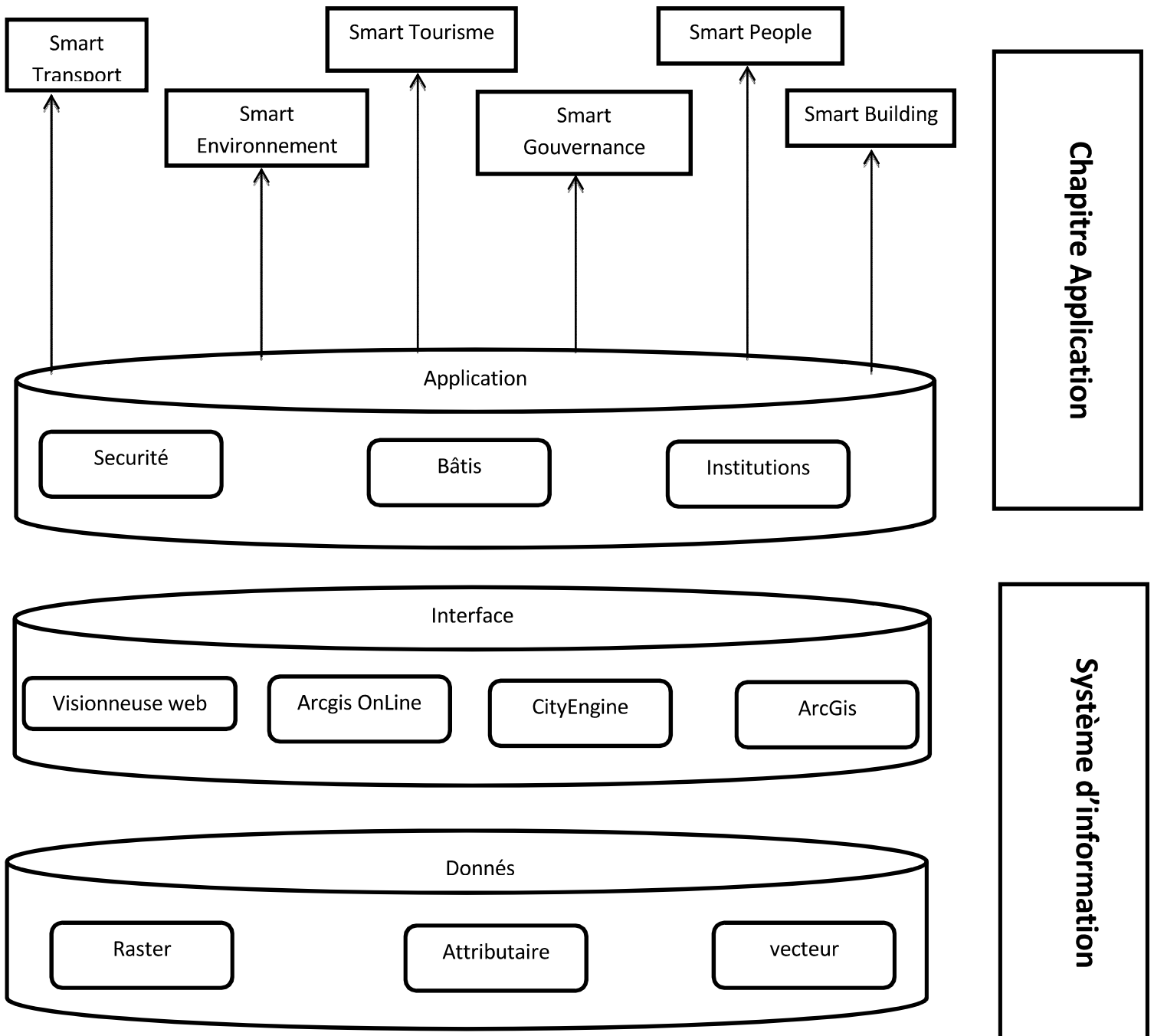


Figure5 : architecture générale

VI. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons donné aux lecteurs une idée sur les sources de données que nous avons utilisées, sur les données sur lesquels nous nous sommes basé, ainsi que sur les outils SIG sur lesquels nous allons travailler.

Dans le chapitre suivant nous allons expliquer la méthode de l'implémentation de notre application.

Introduction :

Dans ce chapitre nous allons présenter les étapes de réalisation de notre plateforme web, et permettre aux lecteurs de mieux comprendre le fonctionnement de notre application.

I. Processus de déroulement :

1- Architecture fonctionnel

Notre étude consiste à élaborer une application web représentant la région de Salamandre en 3D dans un cadre intelligent et collaboratif. Le diagramme ci-dessous explique le fonctionnement de notre plateforme.

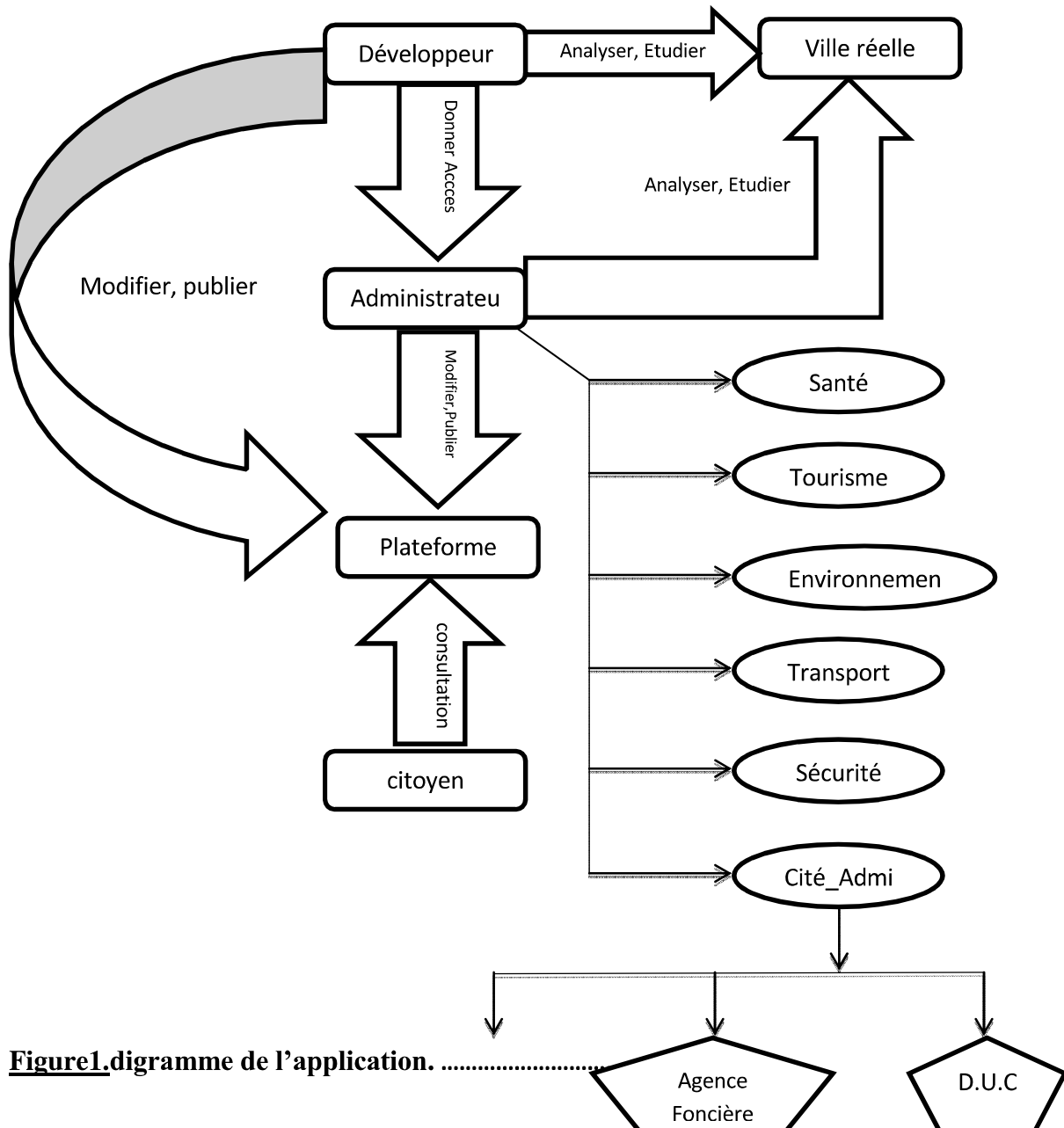


Figure1.digramme de l'application.

Description de la Figure1 :

Développeur : l'informaticien mis en charge de créer et modéliser la plateforme est celui qui donne l'autorisation aux administrateurs pour accéder à ces données et les changer.

Administrateur : représentant d'institution ayant l'autorisation pour la modification et la publication des données sur la plateforme comme il est concerné par l'analyse et l'étude de la réalité et effectuer les mises à jour.

Plateforme : Plateforme de collaboration entre les différentes organisations. Elle représente la ville étudiée en 3D avec un aspect collaboratif (l'aide et le contact entre les institutions).

Ville : c'est le périmètre réel étudié (dans notre projet c'est la région salamandre)

Citoyen : c'est les habitants de la ville qui peuvent visualiser la scène en 3D ou obtenir les différentes informations concernant l'institution voulu.

2- Architecture de système

Les étapes de déroulement de notre application et les données utiliser pour le déroulement de notre projet sont présenté dans la **Figure2**

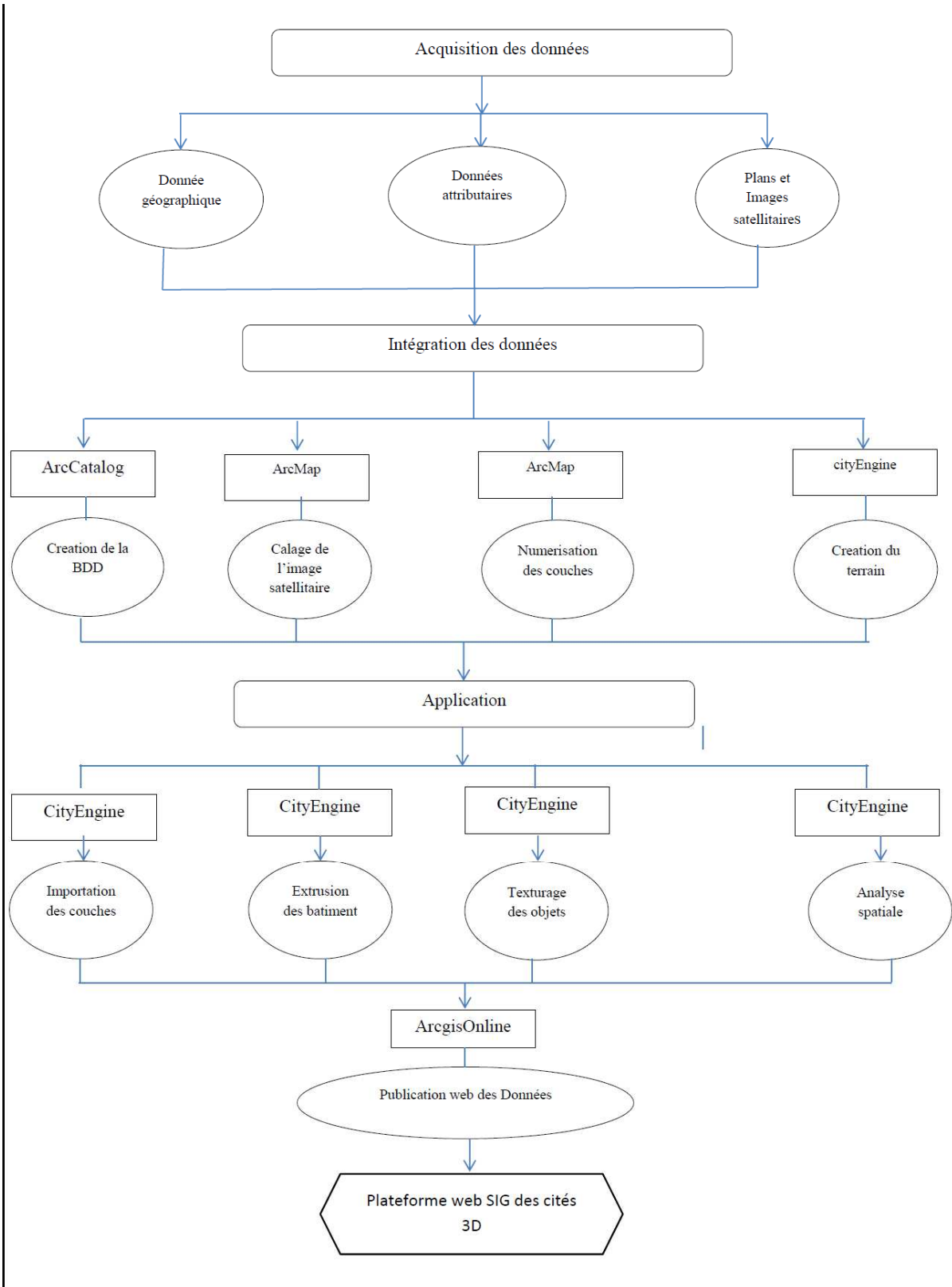


Figure2. Arcghitecture du système d'information.

➤ Logiciels utilisés

Pour la réalisation de notre projet, on a fait appel à plusieurs applications qui sont :

- Arcgis : est un ensemble de logiciels SIG réalisé par la société ESRI. La version utilisée est Arc GIS 10.2
 - *ArcCatalog*, pour la gestion et la navigation dans les bases de données ArcGIS, *ArcMap* est utilisé en mode édition pour le renseignement des attributs descriptifs, géographiques et la forme géométrique des entités.
 - Arcgis Online : est bien plus qu'un site web car il propose une solution complète grâce à ses fonctionnalités offertes. Il est utilisé pour la publication des cartes et des scènes 3D, création des applications, attribuer des analyses spatiales
- CityEngine est un outil de modélisation et de constructions en 3D. Le logiciel dispose de fonctionnalités puissantes, mais à la fois simples à mettre en œuvre, afin de rester accessible à un large public. Les secteurs d'activités auxquels peut s'adresser l'application sont variés puisqu'elle permet d'exporter ses travaux dans de nombreux formats. Il permet l'importation de nombreux formats tels que, AutoCAD, OSM, File GBD, ShapeFile, OBJ, KMZ, KML, Terrain, Texture, DFX, FBX.. etc.
- Visionneuse 3D : La visionneuse Web CityEngine permet d'interagir avec des scènes urbaines 3D et d'autres scènes 3D pour :
 - Parcourir la scène en effectuant des déplacements et zooms et en changeant de perspective ;
 - Choisir les couches spécifiques à afficher ;
 - Balayer la scène pour mettre en évidence différents scénarios et propositions ;
 - Rechercher des entités, des attributs et des métadonnées dans le contenu de la scène.

➤ Création de la base de données et intégration des données

La modélisation géographique du monde réel réalisée en fonction d'une problématique donnée, d'une thématique donnée :

- Création de la geodatabase
- Création des données spatiales

Pour créer une classe d'entités dans une base de données à partir d'ArcGIS for Desktop, on procéde de la manière suivante :

Dans la fenêtre Catalogue d'Arcgis desktop ou Arcmap, on peut créer les classes d'entités qui représentent les données vecteur on choisissant le type d'entité géographique à stocker dans la table : Polygone, Ligne ou Point. Si on souhaite que votre table stocke des données tridimensionnelles, il faut activer l'option Coordonnées avec valeurs Z. Utilisées pour stocker

des données 3D. A la fin on doit sélectionner un système de coordonnées pour nos données qui est « WGS 1984 UTM zone 31 N »

➤ **Intégration des données**

L'intégration des données est faite dans Arcgis comme suit :

1/ importation des données (plan AutoCad, image satellitaire...) dans ArcMap (package ArcGis).

2/ extraction des couches sous format shape (.shp)

3/ création de la base de données et des jeux de classes d'entités.

4/ importation des couches nécessaires dans chaque jeu de classe d'entités.

➤ **Modélisation 3D**

La modélisation 3D est l'étape en infographie tridimensionnelle qui consiste à créer, dans un logiciel de modélisation 3D, un objet en trois dimensions, par ajout, soustraction et modifications de ses constituants.

La création des objets 3D commence par la numérisation des polygones sous ArcMap, puis, les objets créés seront importés par la suite sous CityEngine afin de les extruder et les texturer, et draper les façades.

L'extrusion consiste à surélever une ou plusieurs faces (adjacentes ou non) ou un profil 2D le long d'une trajectoire et de créer les faces venant combler le vide occasionné par le déplacement de l'élément de départ. Par exemple, extruder un cercle donne un cylindre ouvert ou un tuyau qui suit la trajectoire.

➤ **Interface web**

Pour l'interface web, on a choisi ArgisOnline comme la plateforme de publication et la visualisation de notre scène il permet aussi l'obtention d'un compte ArcgisOnline gratuitement afin de créer des cartes et des applications web et mobile, utilisation des cartes et des scènes, partage des données, et effectuer des analyses.

La modélisation des données en 3D est réalisée en suivant les étapes ci-dessous :

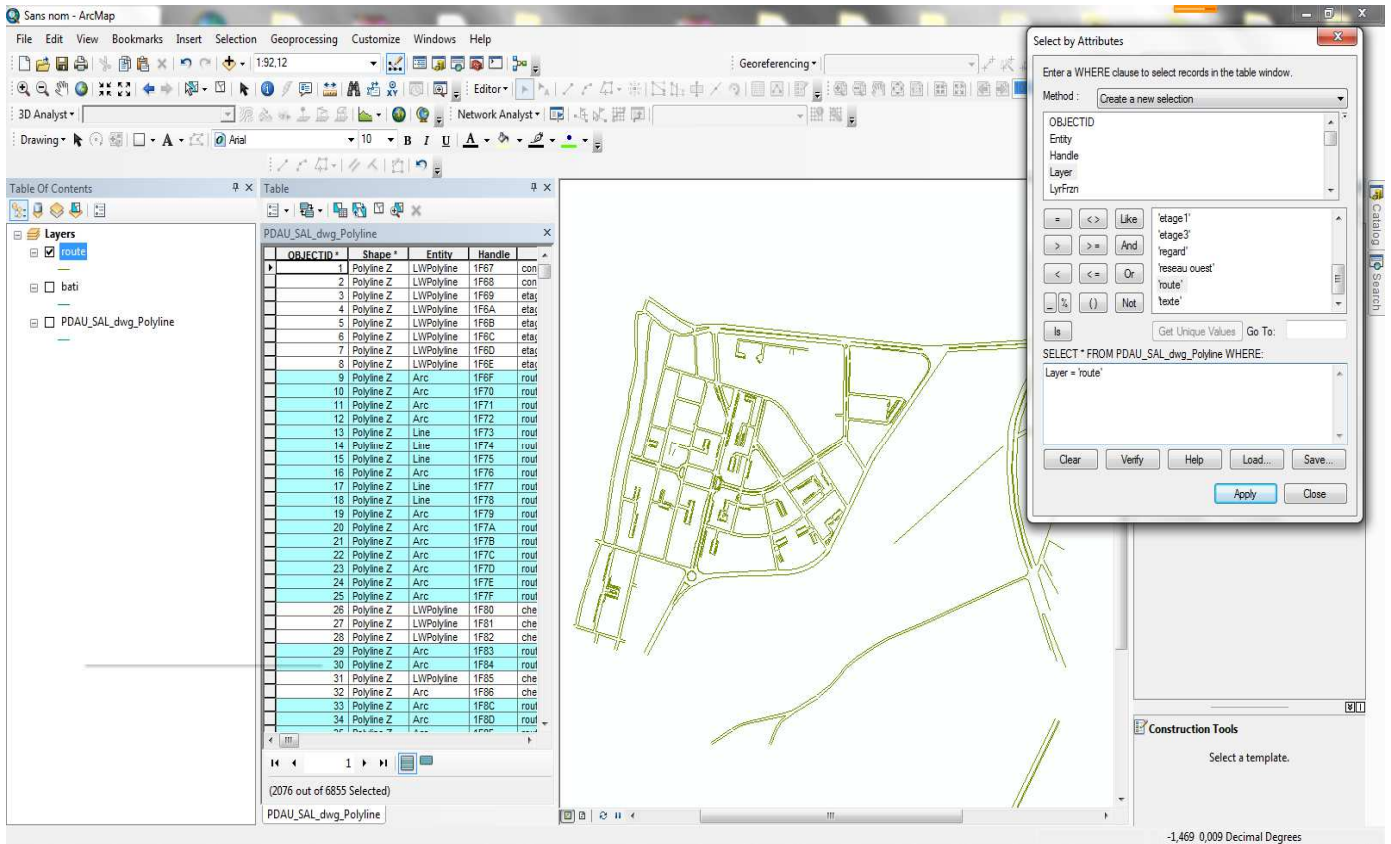


Figure2. Extraction des couches à partir d'un plan AutoCad

5/ On ajoute les champs manquant dans nos couches dans ArcCatalog.

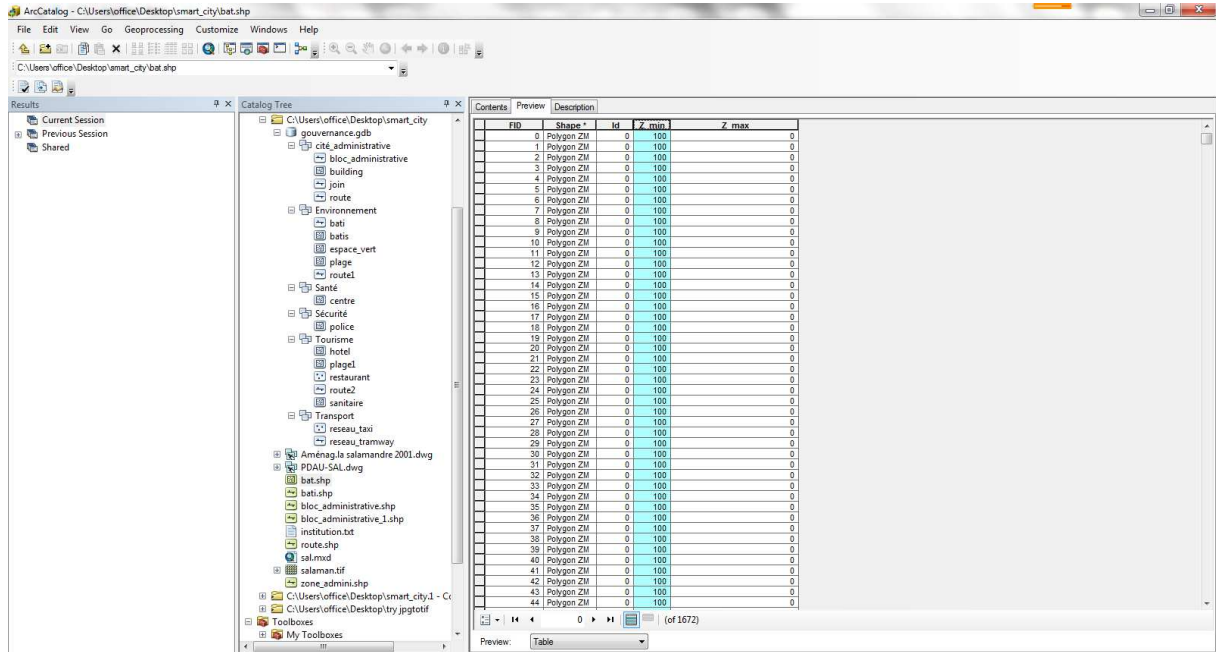


Figure3. ajouts de champs dans la table.

6/ En utilisant ArcMap on affecte les valeurs aux champs

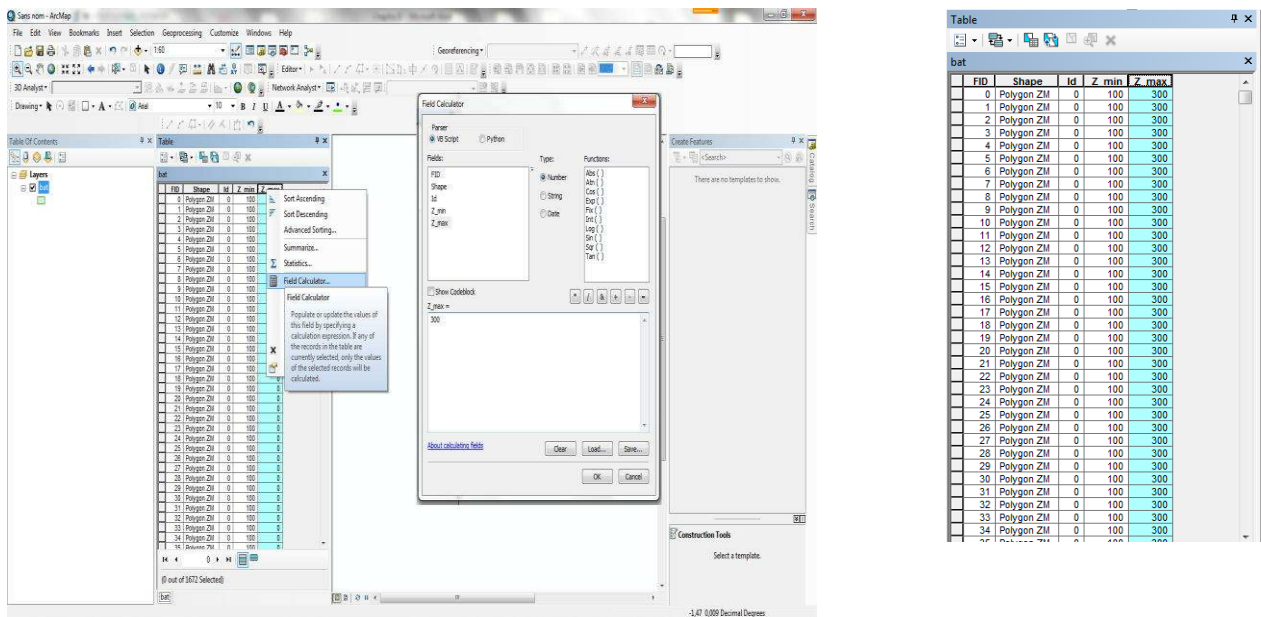


Figure4. Affectation de valeur aux champs.

7/ après l'organisation de la base de donnée on applique les analyses spatiale nécessaire sur nos couches (tel qu'il est précis dans les requête déjà cité dans le chapitre III).

8/ création du terrain à cityEngine

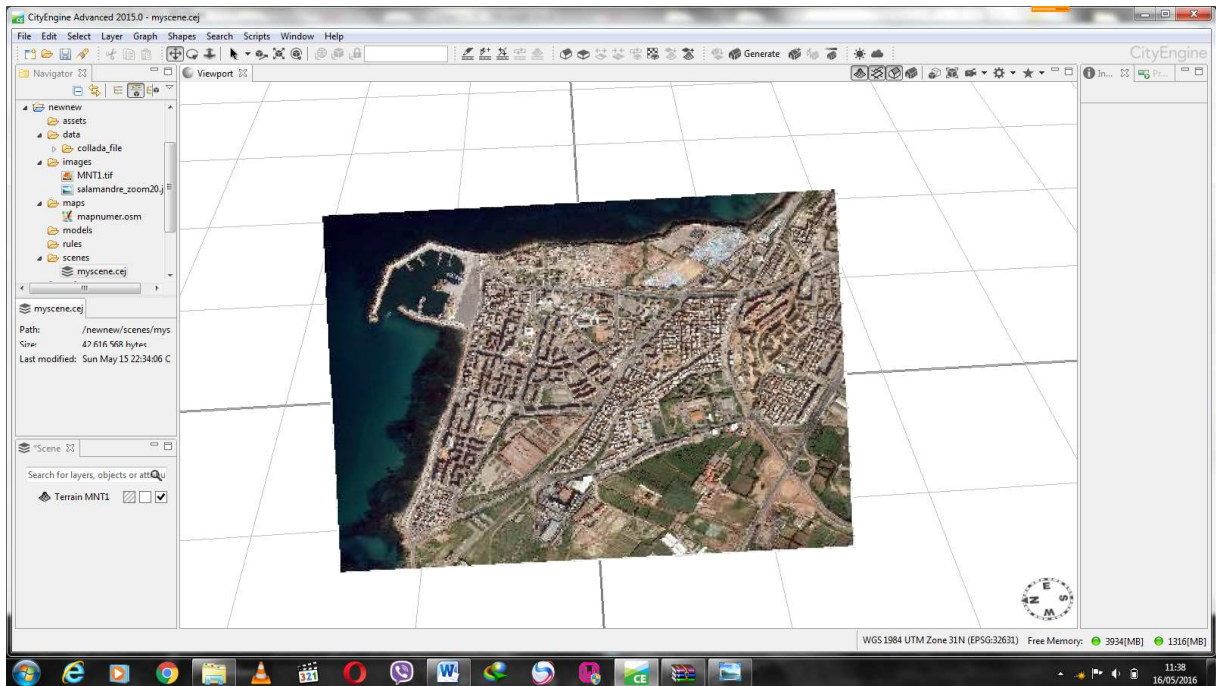


Figure5. Utilisation de l'image satellitaire comme terrain.

9/ importation des couches sous cityEngine.

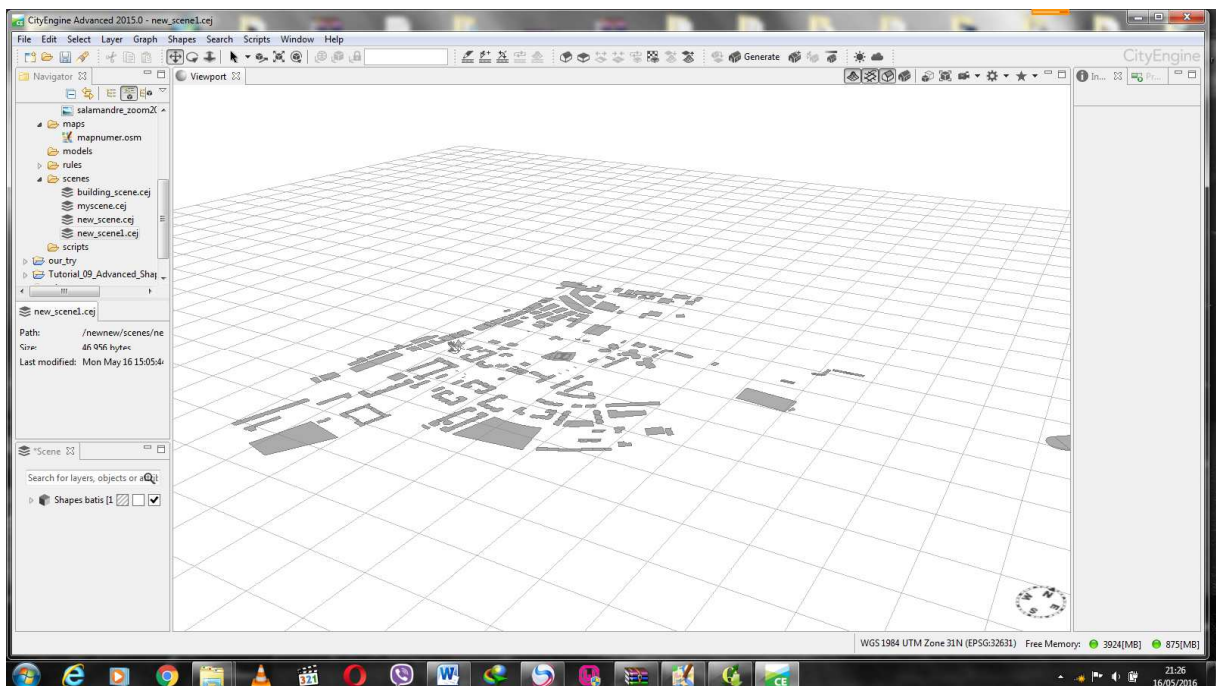


Figure6. importation du couche bati sous cityEngine.

10/ extrusion des données (application de la 3eme dimension).

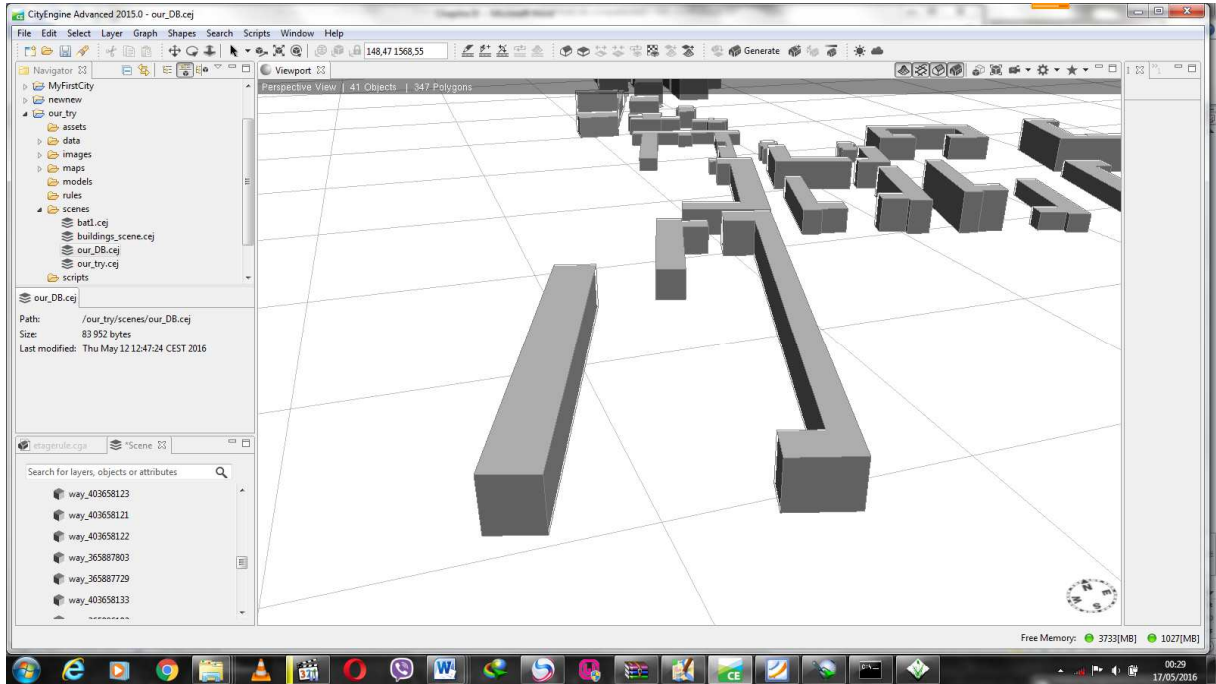


Figure7. la dimension Z.

11/ l’habillage des buildings (bâtis) en utilisant un modèle de bâtiment.

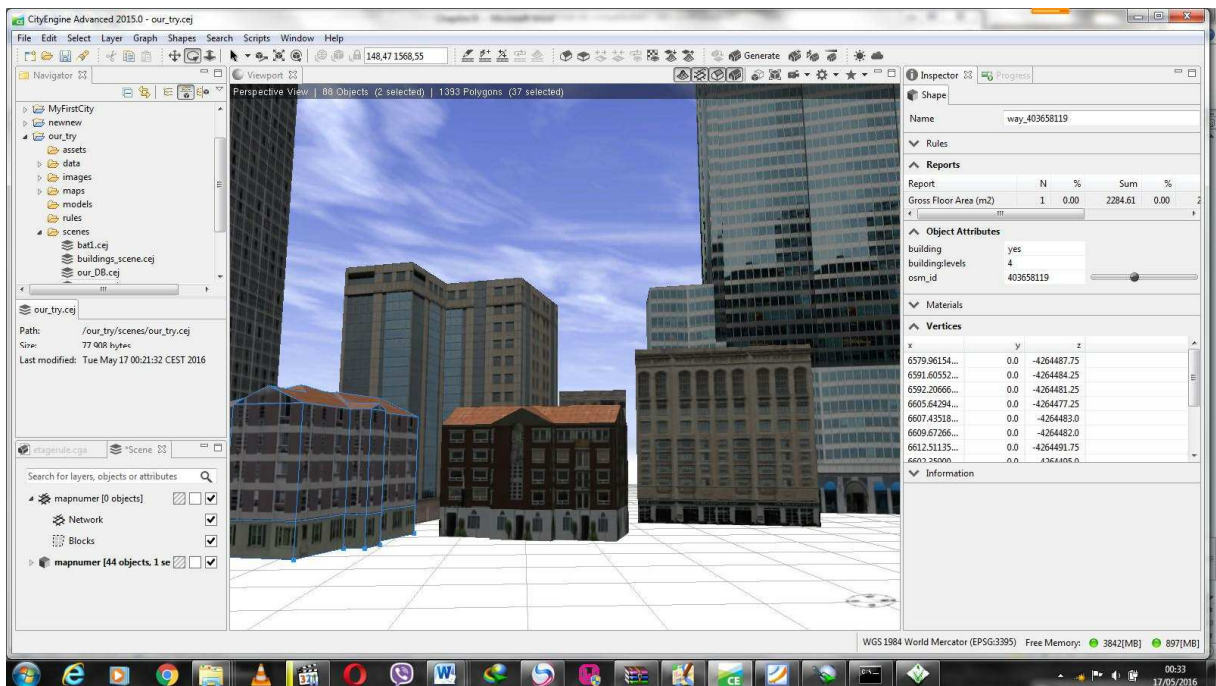


Figure8. Le texturale des bâtiments.

12/L' importation des routes.

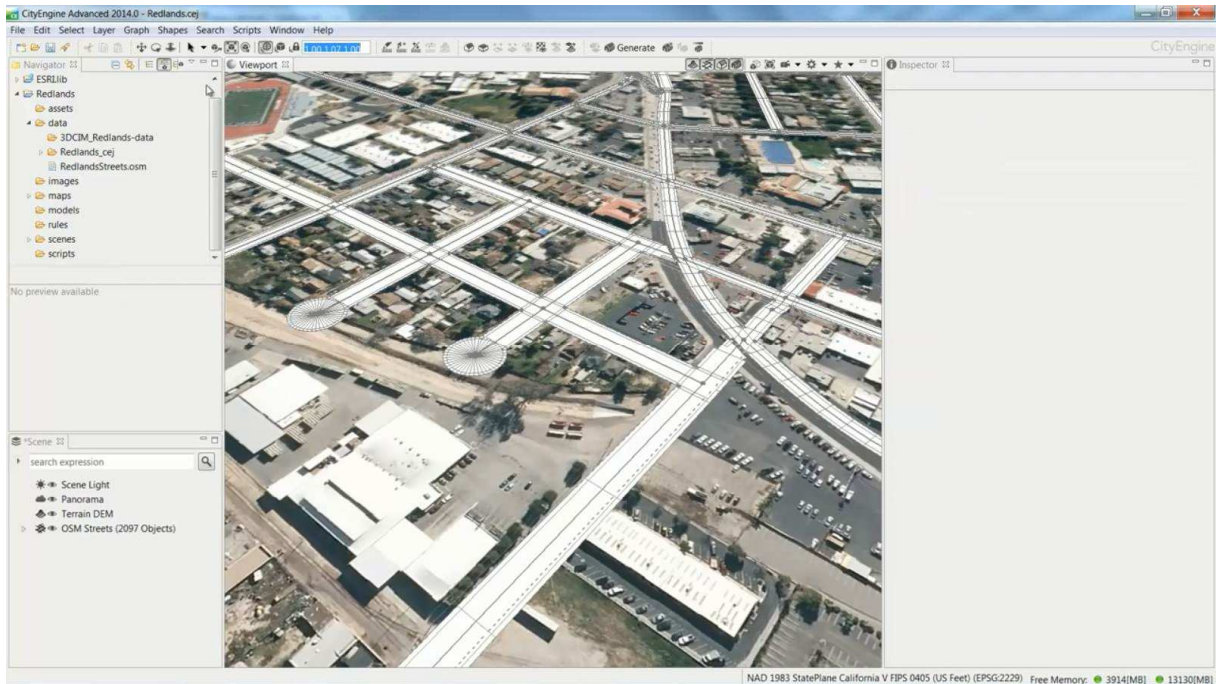


Figure9. Alignement des routes avec le terrain.

13/ texture des routes en appliquant des images.

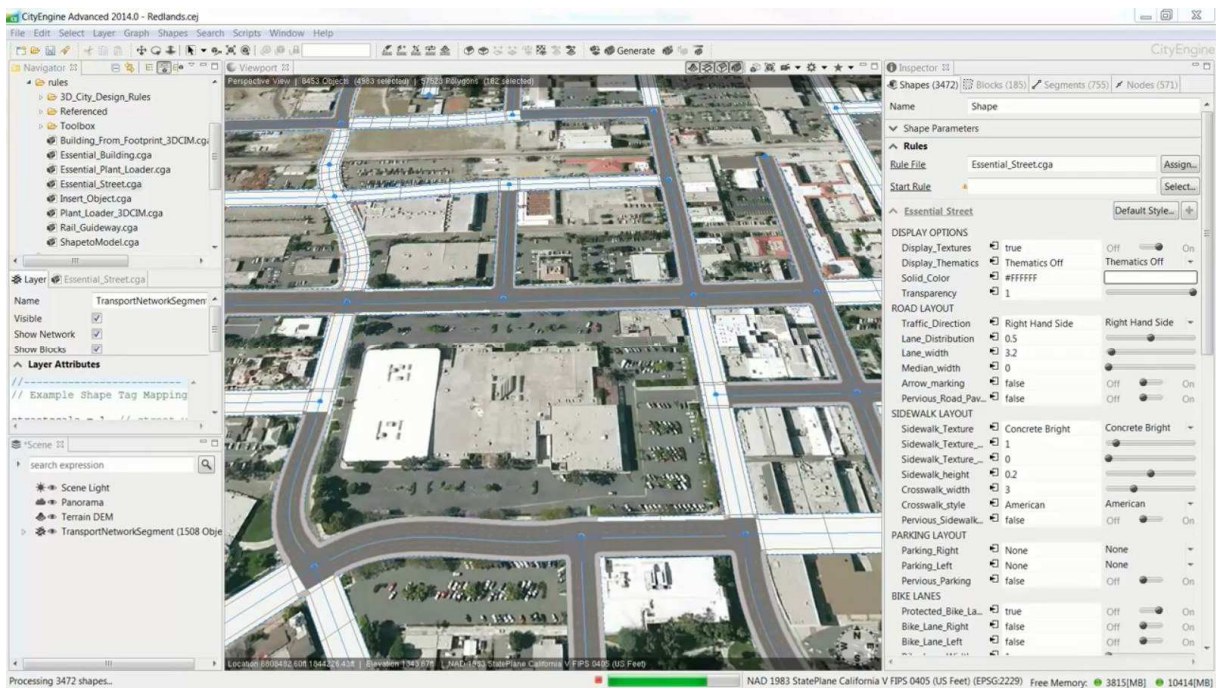


Figure10. Texture des routes.

Notre cité en 3D est prête maintenant, Reste à publier nos données sur Arcgis OnLine. Pour cela, on doit tout d'abord créer un compte suivant 5 étapes qui sont montrés dans la figure suivante :

13/ création d'un compte Esri (essai : 60jours, Professionnel) qui permet l'accès à tout produit appartenant à cette fondation (ArcGis Online, ArcGis Pro...etc) :



Figure11. Activation d'un portail Arcgis

Portail for ArcGIS est un composant d'ArcGIS for Server qui est inclus avec ArcGIS for Server à partir du niveau de licence Standard et qui permet de mettre en place un portail ArcGIS au sein de notre propre infrastructure informatique. ArcGIS Online est mis à jour environ 4 fois par an.

Concernant Portal for ArcGIS , il fait partie d'ArcGIS for Server, les mises à jour sont donc plus espacées dans le temps.

Maintenant passons à l'étape la plus importante dans notre projet celle de la publication sur une page web (création d'une application web). L'organigramme ci-dessous explique les étapes de la publication :

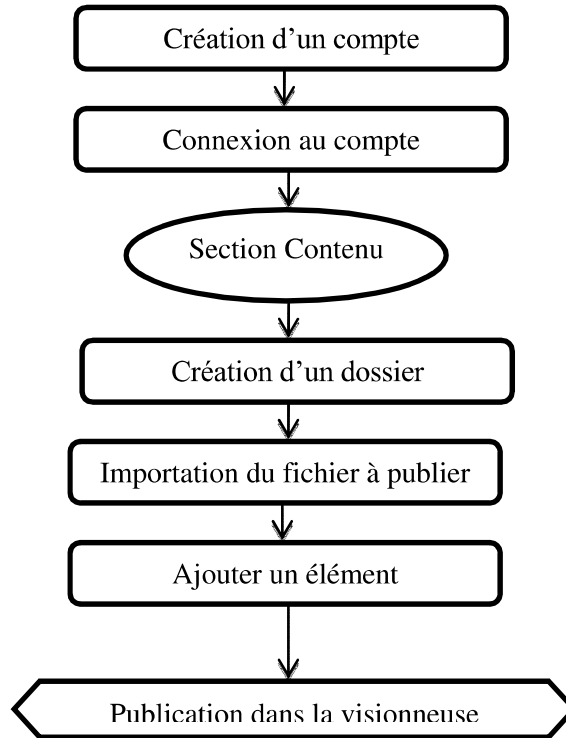


Figure12. Processus de publication web

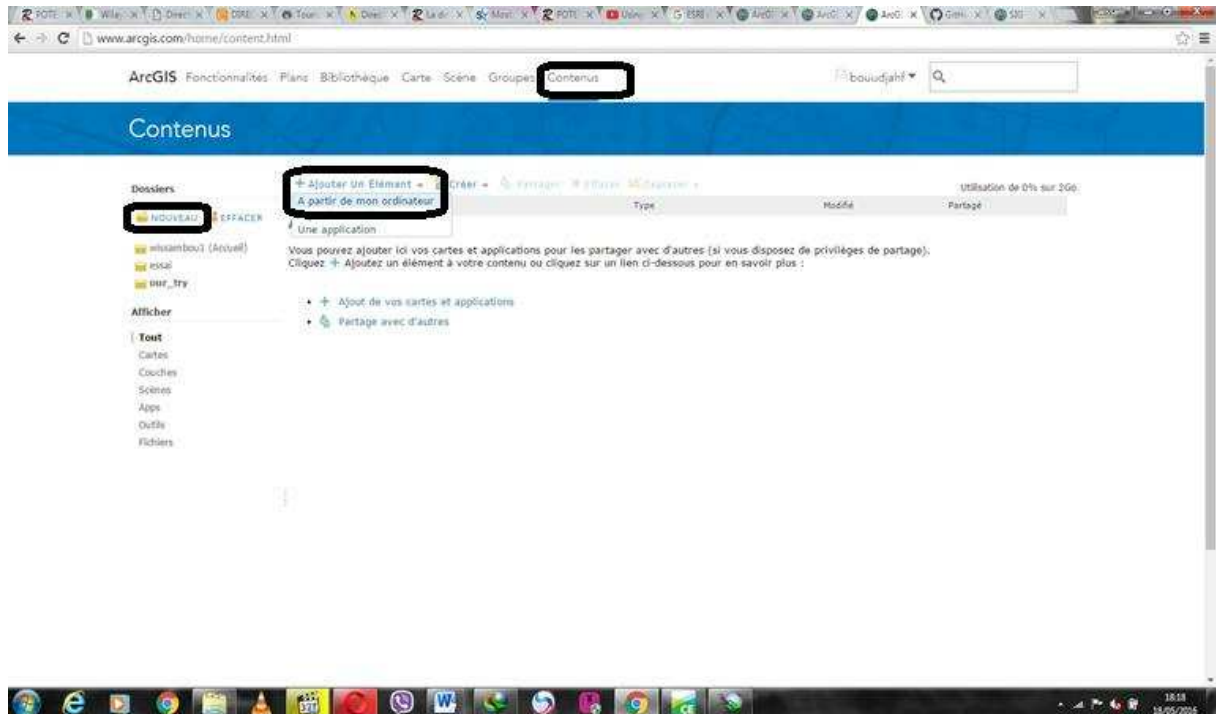


Figure13. Interface de publication ArcgisOnline

La publication de la scène est alors réalisée, voici sa visualisation sous la visionneuse de scènes.

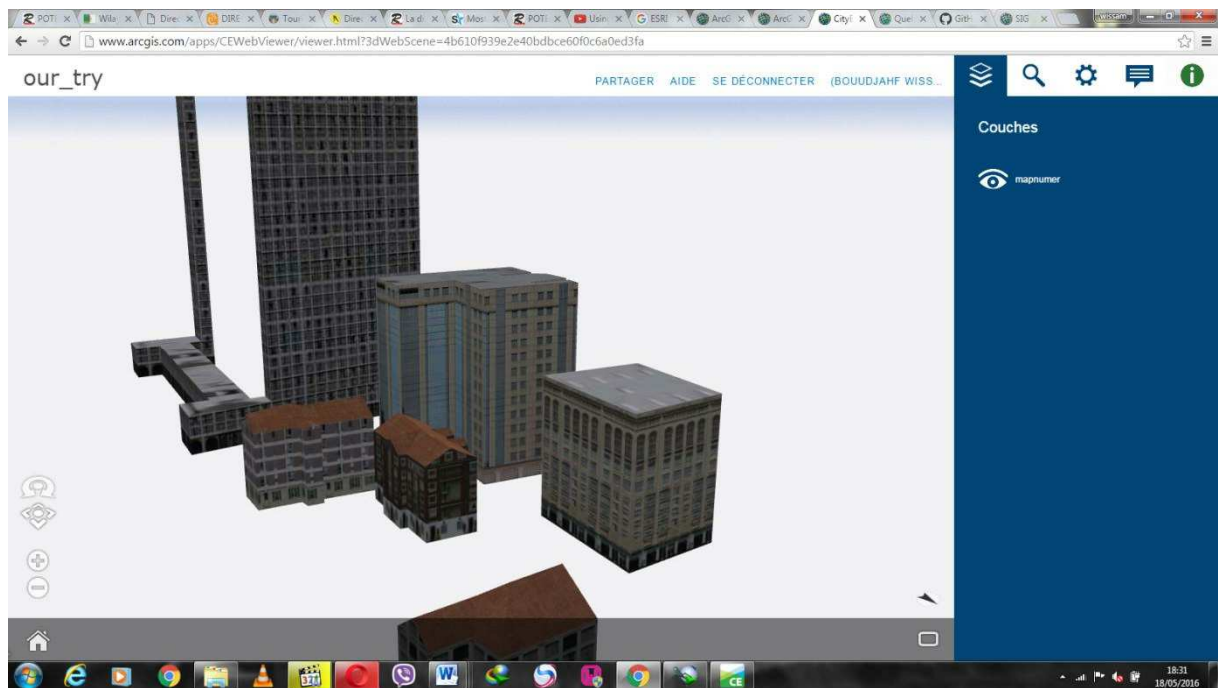


Figure14. Vision de la scène sur le web.

Présentation de l’interface web collaborative

Dans cette partie, nous allons essayer de montrer l’aspect collaboratif après avoir publié notre scène sur Arcgis Online

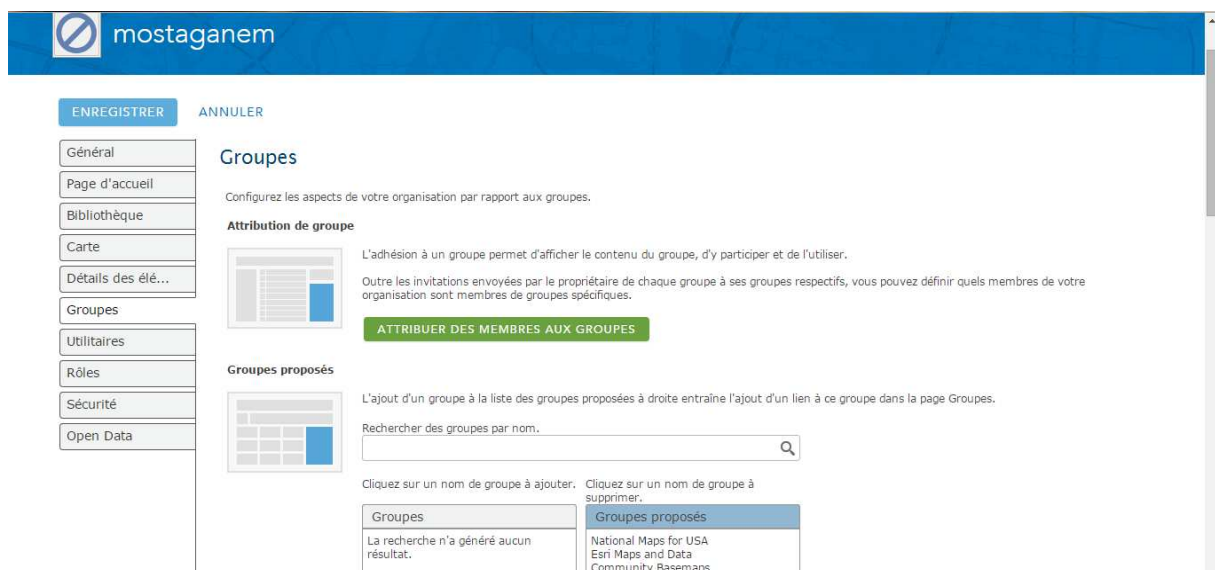


Figure15. Création des groupes.

Un utilisateur doit nécessairement disposer d'une identité ArcGIS. Cette identité est obtenue soit grâce à une licence ArcGIS for Desktop sous maintenance soit grâce à un abonnement ArcGIS Online qui nous permet de disposer d'un certain nombre d'identités. Nous distribuons ensuite ces identités ArcGIS à nos collaborateurs en respectant le principe de base suivant : une identité ArcGIS correspond à une personne physique. Nous avons créer un groupe d'utilisateurs pour chaque secteur intervenant dans la modélisation de la ville.

Nous pouvons configurer des groupes privés que l'on rejoint sur invitation uniquement, ou des groupes publics qui sont ouverts à tous. Nous pouvons également partager des cartes en les intégrant dans des pages Web

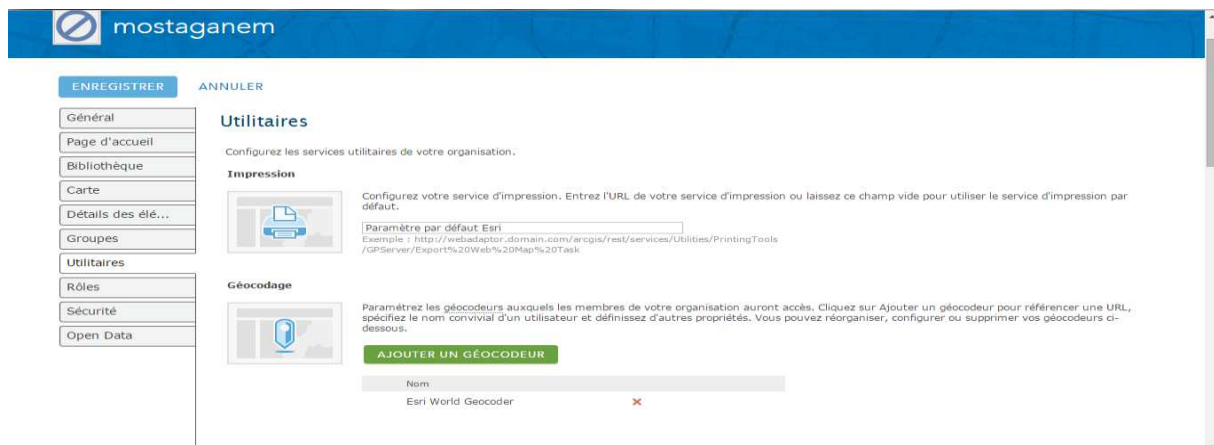


Figure16. Interface d'utilitaire.

Les services utilitaires confèrent des fonctionnalités spécifiques au portail. Ils permettent par exemple d'imprimer des cartes, de localiser des adresses, de calculer des surfaces et des itinéraires et d'effectuer des analyses. Le portail est livré avec quelques services par défaut, mais on peut utiliser nos propres services.

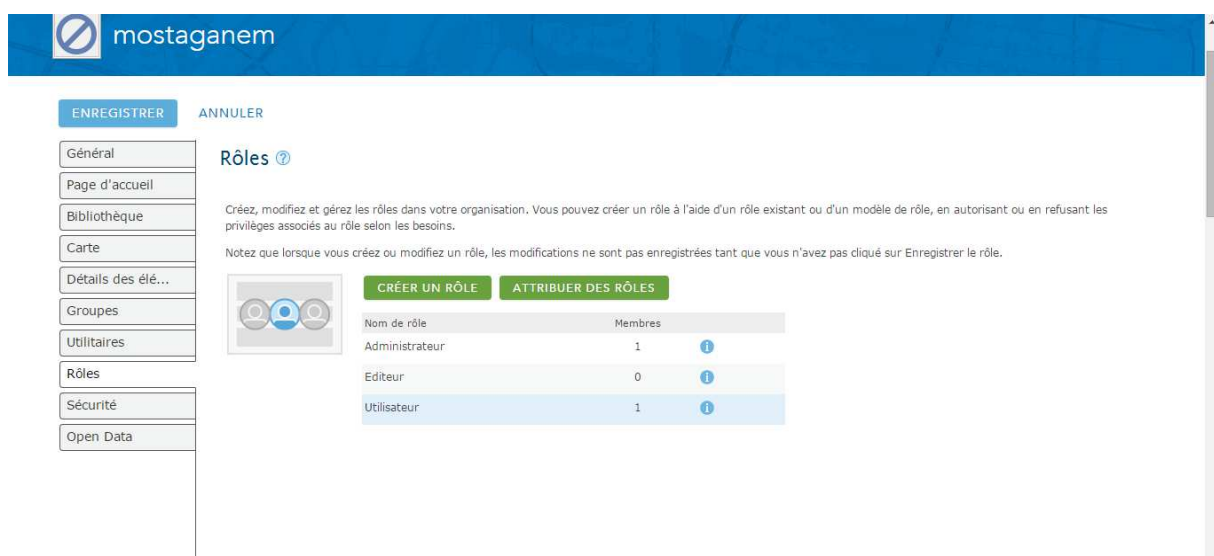


Figure17.interface de privilège.

Les différents rôles possibles sont résumés dans le tableau ci-dessous :

	Utilisateur	Editeur	Administrateur	Personnalisé
Utiliser et partager des cartes/applications	X	X	X	X
Créer des éléments	X	X	X	Optionnel
Rejoindre et créer des groupes	X	X	X	Optionnel
Modifier des entités	X	X	X	Optionnel
Réaliser des analyses spatiales		X	X	Optionnel
Publier des services hébergés		X	X	Optionnel
Gérer les paramètres de l'organisation et les utilisateurs			X	Optionnel

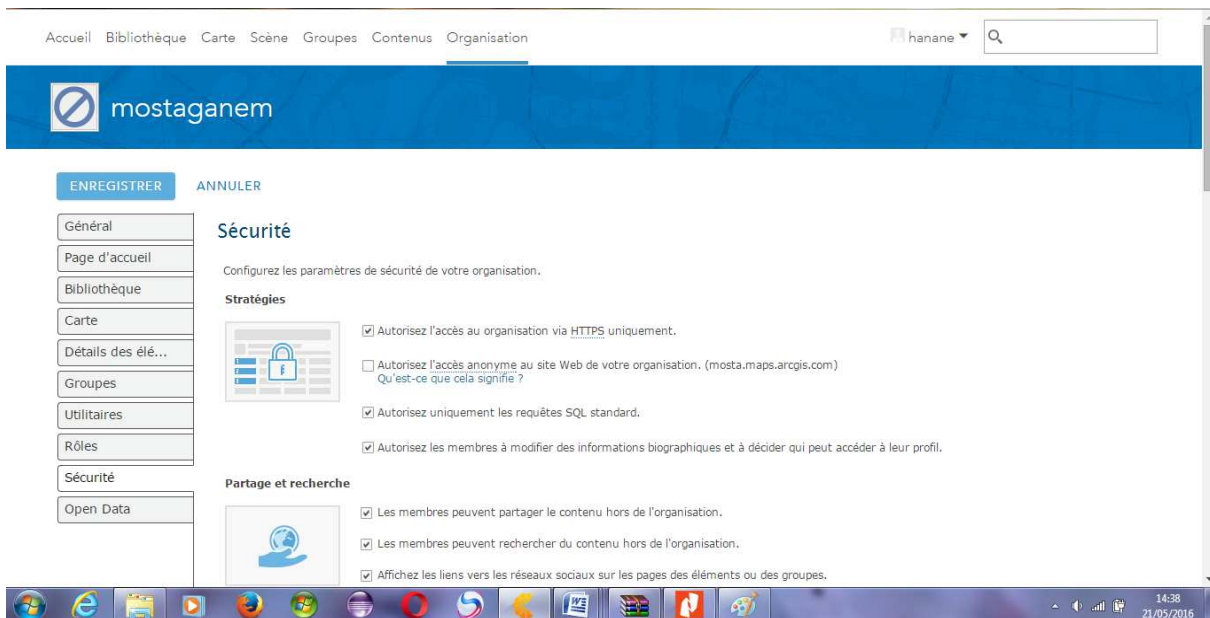


Figure18.Interface de sécurité

Nous disposons de trois niveaux de partage pour les contenus hébergés sur le portail ArcGIS Online. Nous pouvons rendre public notre contenu, c'est-à-dire que tout le monde y aura accès. Nous pouvons le partager uniquement avec notre organisme, donc seules les personnes dont l'identité est rattachée au portail de notre organisme pourront y avoir accès. Enfin, nous pouvons le partager avec les membres d'un groupe. Si nous ne partageons pas notre contenu, celui-ci reste privé et nous seul y avons accès.

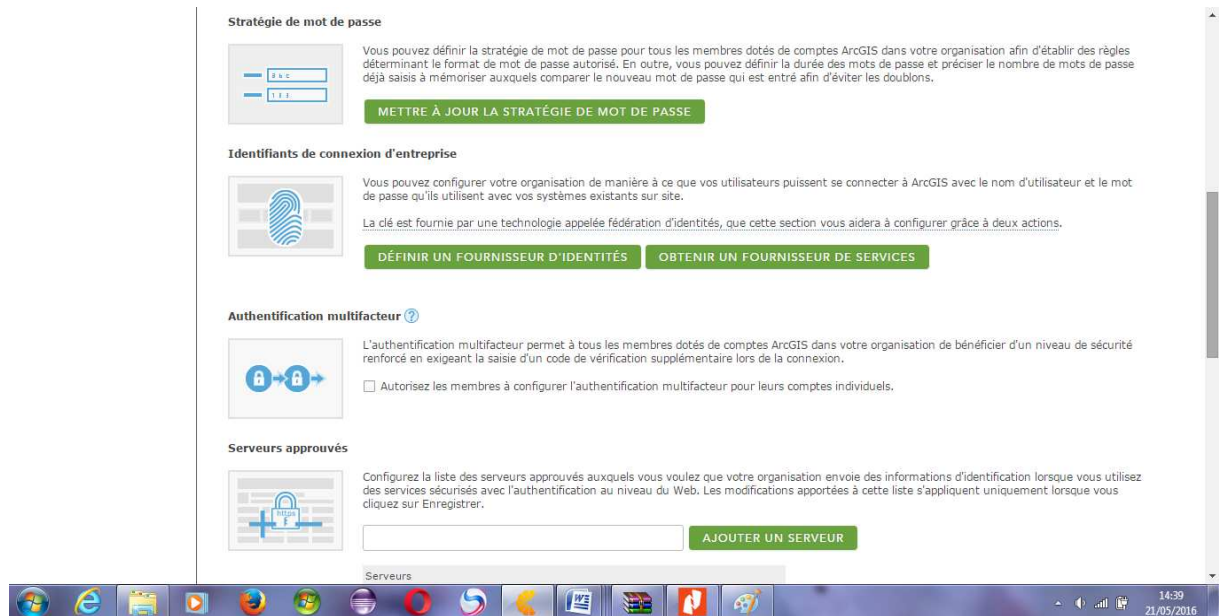


Figure19. Suite de sécurité

Cette section offre une vue d'ensemble des fonctionnalités de sécurité accessibles pour les composants de la plateforme ArcGIS, ainsi que des pratiques conseillées actuelles. La plateforme ArcGIS permet aux clients de tirer parti des fonctionnalités SIG requises avec l'assurance qu'Esri continue à suivre une structure sécuritaire fiable et efficace.

Quelques Analyses spatiales :

Voici des images représentant les différentes analyses spatiales qu'on peut réaliser :

Analyse spatiale – interpolation

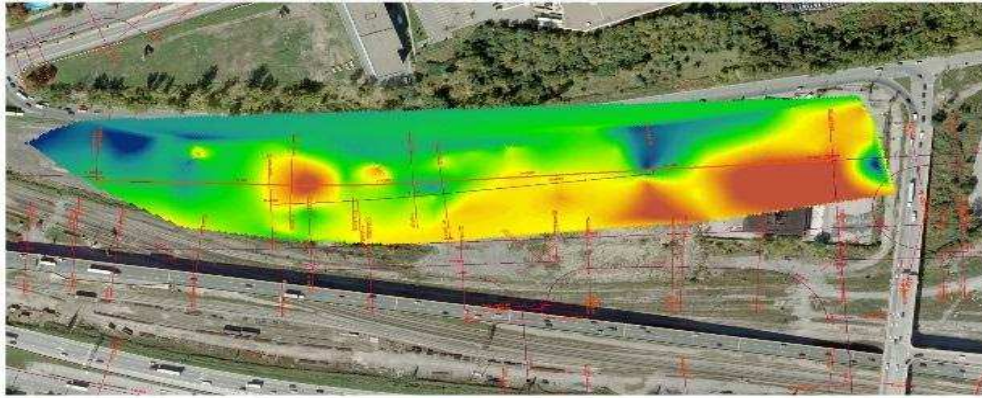


Figure20. interpolation

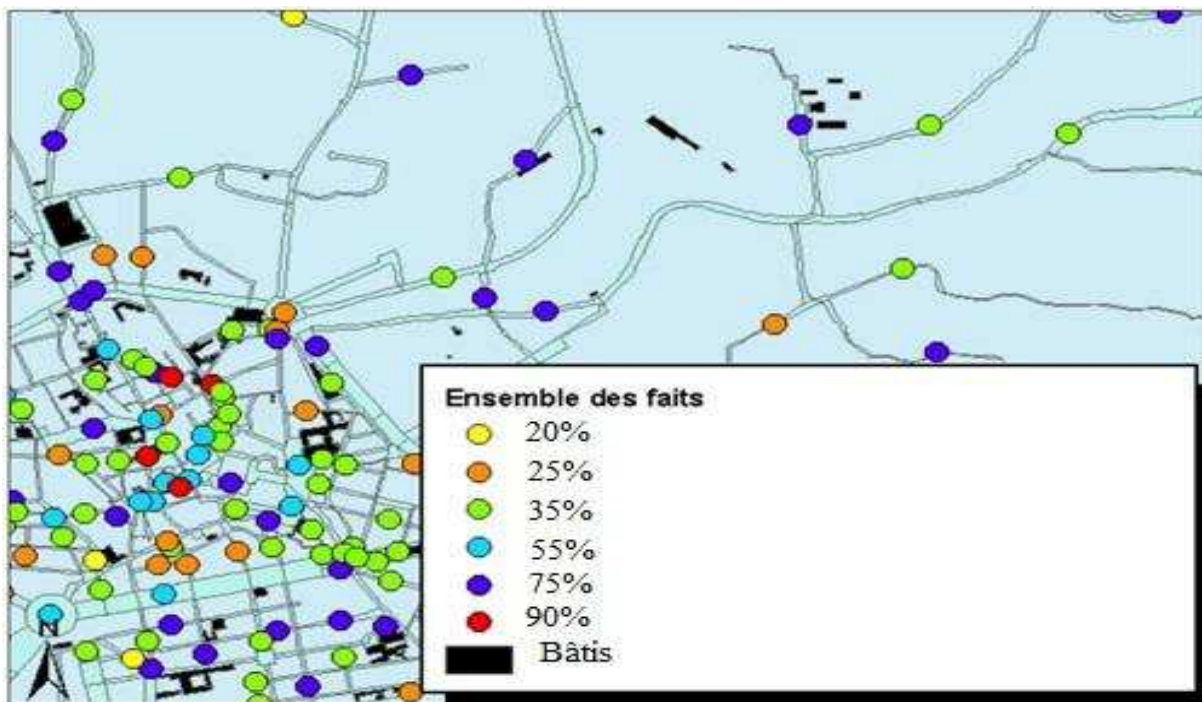


Figure21. Analyse Densité

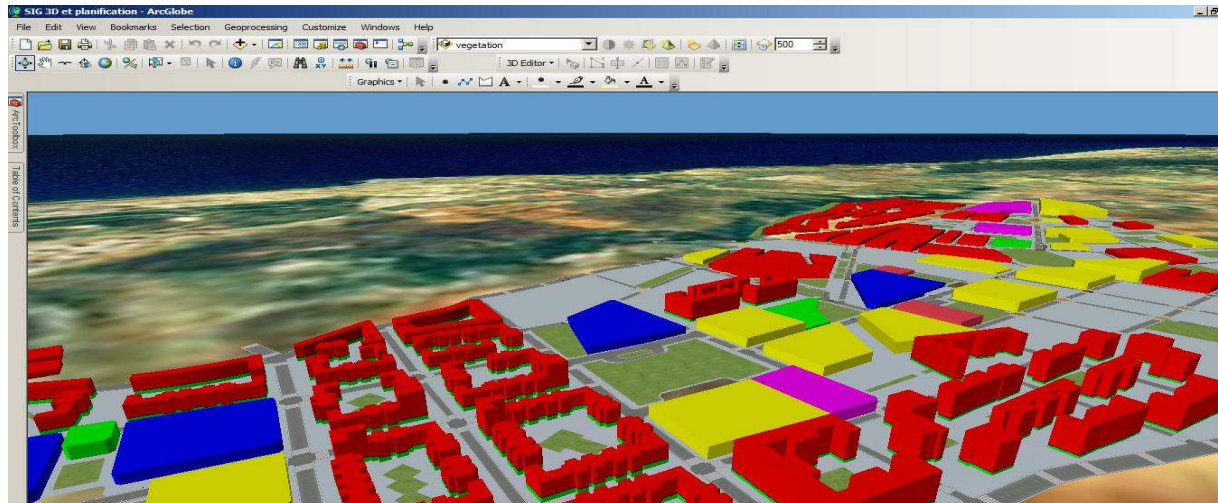


Figure22. Analyse sur bâtis

Conclusion :

En se basant sur les étapes citées dans ce chapitre on peut élaborer un projet qui est fait dans le but de diffuser des données concernant une ville intelligente sur une plateforme SIG 3D collaborative qui permet aux utilisateurs (administrateurs) de gérer et manipuler leur environnement en utilisant les outils SIG et les outils 3D.

Les avantages de notre application sont:

- ✓ Représentation du monde réel
- ✓ Diversité de types d'objets et les relations spatiales
- ✓ L'information est complète et continue
- ✓ Elle permet de communiquer des phénomènes géographiques complexes
- ✓ D'effectuer des analyses spatiales

Inconvénients :

- ✓ très gros volumes de données
- ✓ grandes quantités de stockage
- ✓ temps de traitement assez important
- ✓ complexité du modèle

Conclusion générale :

Les besoins en cartographie dans le quotidien des décideurs ont fait apparaître les systèmes d'information géographique. Les objectifs du SIG étaient de produire des données géographiques dans le but d'effectuer des traitements sur les informations géolocalisées pour visualiser des cartes et prendre des décisions mais avec le temps, on s'intéresse plus aux SIG 3D afin d'assurer la compréhension des phénomènes complexes.

L'objectif initial de ce travail était de mettre en œuvre un système d'information géographique permettant de modéliser une ville intelligente en trois dimensions en se basant sur les six axes essentiels de cette ville afin d'établir une visualisation réaliste et concevoir, gérer et analyser le développement et les problèmes de la ville.

Nous avons donc commencé par faire l'étude des différentes solutions existantes. En partant de l'étude des SIG, la technologie de la 3D, les SIG's 3D ainsi que les données intégrées et les outils existants de la modélisation de la troisième dimension.

Enfin, on a présenté une plateforme collaborative dans le but d'échanger et de partager l'information entre les différents acteurs de la ville.

Nous avons visé par la présente étude à apporter les bases nécessaires à la modélisation d'une ville 3D et à la publication d'un SIG 3D dans une plateforme collaborative sur internet. Cette plateforme réalisée permet aux décideurs d'effectuer des analyses spatiales en trois dimensions selon leurs axes respectives de compétences.

Etant donné la nouveauté de ce concept, nous nous sommes vu confronter à plusieurs obstacles : manque de données, absence de licences d'utilisation des logiciels, complexité d'utilisation des logiciels...

Malgré cela nous sommes arrivés à réaliser quelques résultats conformément à nos objectifs initiaux. Cependant, beaucoup de perspectives s'offrent à nous pour enrichir ce travail dans un contexte de projet réel.

Bibliographie

- [1] POLICY DEPARTMENT A (2014) .Mapping smart cities in the EU. STUDY
- [2] ETIENNE DESGAGNÉ (2010). CONCEPTION ET DÉVELOPPEMENT D'UN SIG 3D DANS UNE APPROCHE DE SERVICE WEB. Exemple d'une application en modélisation géologique.
- [3] Rafika HAJJI (2013-2014). VERS UNE METHODE DE CONCEPTION DE SIG 3D COLLABORATIF. Thèse soutenance
- [4] Olivier Banaszak, Mathieu Koehl (13 May 2008). SIG et 3D au service des collectivités territoriales. l'expérience de la Ville du Havre.
- [5] Renaud Lahaye, Sylvie Ladet. Les concepts de base des SIG nomades.
- [6](Septembre 2012). les outils du travail collaboratif. Travailler à distance
- [7] ISO/IEC JTC 1, Information technology (2015) .Smart cities. Preliminary Report.
- [8] Gaëtan LAVENU(10 décembre 2013). Qu'est ce qu'un SIG ?, Les usages et les apports à l'échelle d'une métropole. Séminaire METROPOLIS.
- [9] Gaëtan LAVENU(23 Février 2015). SIG 3D - Visualisation et diffusion des données 3D.
- [10] David Laruelle (26/06/2012). Esri CityEngine : construisez votre ville en 3D.
- [11] (21-07-2015) le top 10 des smart cities, le parisien
- [14]Web 3D mémoire GIS for Urban Environments/Universiti Teknologi Malaysia, 81310 Skudai, Johor, Malaysia
- [15] conception et développement d'un sig 3d dans une approche de service web exemple d'une application en modélisation géologique/Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures de l'Université Laval
- [16] : Xavier Dupasquier – Intégration de la 3D dans les SIG [tendance, question et perspective] GIS-SIT 2010
- [18] : Élisabeth HABERT Laboratoire de cartographie appliquée - IRD – 2000