

Chapitre 01: Concepts et définitions générales sur les systèmes d'information géographique

Introduction

À la lumière du développement technologique, le SIG est un outil efficace de gestion urbaine qui facilite le processus décisionnel en contribuant à la création et à l'analyse de bases de données, de cartes et de graphiques. Le but de ce chapitre est de définir les systèmes d'information géographique et d'identifier leur rôle, caractéristiques, fonctions principales et leur domaine d'application, en particulier dans le domaine de la gestion de transport urbain et de mentionner les principaux programmes SIG disponibles sur le marché international.

Chapitre 01: Concepts et définitions générales sur les systèmes d'information géographique

1. Principales définitions et concepts

a) Géographie : la géographie est la description de la terre : c'est ce que signifie son nom, est formé de deux mots grecs (du grec ancien γεωγραφία - geographia, composé de "η γη" (hê gê) la Terre et "γραφειν" (graphein) graver). Cette science fait le tableau de la terre, et représente ses différentes parties selon l'ordre où elles se trouvent : elle détermine la figure des terres et des mers, trace les cours des rivières, elle distingue les divers pays et elle fait connaître les avantages dont ils jouissent et les peuples qui les habitent (W. Guthrie, 1819). On peut la considérer sous trois points de vue, et en conséquence la diviser en géographie astronomique, physique (ou naturelle) et politique.

- La géographie astronomique est la description de la terre considérée par rapport au ciel, elle fait connaître la correspondance qui existe entre les parties de la terre et les parties du ciel, les effets qui en résultent et les divisions qu'on en a déduites (G. Benoit, 1835).
- La géographie physique fait connaître la surface de la terre sous ses trois formes de terre, de mer et d'atmosphère, et dans ses rapports aux minéraux, aux végétaux, aux animaux et à l'homme.
- La géographie politique s'occupe des états et de tout ce qui est sur la terre et l'ouvrage des hommes (F. Constant, 1831).

b) Géomatique : c'est la science et la technologie de la collecte, de l'analyse, de l'interprétation, de la distribution et de l'utilisation de l'information géographique. Elle englobe une foule de disciplines qui concourent à créer une représentation détaillée mais compréhensible du monde physique et de l'espace que l'homme y occupe. Ces disciplines sont :

- Les levés et la cartographie.
- La télédétection.
- Les systèmes d'information géographique (SIG).
- Le système de positionnement global (GPS).

La géomatique est un des secteurs de la technologie qui ont connu l'essor le plus rapide dans les années 90.

La géomatique a pour objet la gestion de données à référence spatiale et fait appel aux sciences et aux technologies reliées à leur acquisition, leur stockage et leur traitement. Le nom «géomatique» (Figure 01), proposé en 1968 par le géomètre français Bernard Dubuisson (J. F. Guegan, 2009), provient de la contraction de « géographie » et « informatique », mais les disciplines recouvertes par ce terme incluent aussi la cartographie, la géodésie, la topographie, le

Chapitre 01: Concepts et définitions générales sur les systèmes d'information géographique

positionnement par satellite et le traitement d'images numériques. Les systèmes d'information géographique (S.I.G), qui sont des systèmes informatiques permettant l'intégration, la gestion et l'analyse de données géographiques, constituent l'outil de base du géomaticien, spécialiste de la géomatique.



Figure 01 : le rapport entre la géographie et la géomatique (source : Google image)

c) **Cartographie** : la cartographie est une forme de communication et peut être vue comme un forme de langage spatial pour décrire les emplacements, discuter les lieux et interpréter les arrangements bidimensionnels des fonctionnalités (Van Beurden, 1998). Il y a deux types de cartes :

- **Carte topographique** : ces cartes sont un outil de référence, montrant les contours d'une sélection de caractéristiques naturelle et artificielles de la Terre, agit souvent comme un cadre pour d'autres informations.
- **Carte thématique** : ces cartes sont un outil pour communiquer des concepts géographiques, les cartes thématiques sont importantes en matière du SIG, ils nous permettent de choisir les combinaisons de couches, les intervalles de classe, les couleurs, les motifs et les symboles. (Brimicombe, 2010)

La carte dans le SIG est le résultat final d'une série d'étapes de traitement de données diverses, pour décrire ce résultat nous utilisons le terme cartographie.

d) **L'information géographique** : peut être définie comme la représentation d'un objet ou d'un phénomène réel, localisé dans l'espace à un moment donné. Cette représentation est faite de deux types d'informations : sémantique et géométrique.

Chapitre 01: Concepts et définitions générales sur les systèmes d'information géographique

e) **Base de données** : on peut définir une base de données comme une collection de données opérationnelles, enregistrées et utilisées par des systèmes d'application d'une organisation particulière (Boudjlida, 2002).

f) **Système d'information** : c'est un ensemble de procédés opérés sur des données brutes pour produire une information qui sera utilisée pour la prise de décision. Il s'agit donc d'un ensemble d'étapes qui mèneront de l'observation et la collection des données à leur analyse.

g) **Système d'information géographique (SIG)** : le terme SIG est difficile à définir. Il représente l'intégration de plusieurs domaines d'étude. On s'accorde souvent pour dire qu'il n'existe pas de définition qui fasse l'unanimité.

Une définition largement acceptée est celle fournie par le National Centre of Geographic Information and Analysis (NCGIA) : un SIG est un système de matériels, logiciels et procédures pour faciliter la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation, la représentation et l'affichage de données spatialisées pour résoudre des problèmes complexes liées à la planification et la gestion des ressources (NCGIA, 1990).

Une manière plus compréhensive et facile de définir les SIG, il se définit comme un système informatique permettant à partir de diverses sources, de rassembler et organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement contribuant notamment à la gestion de l'espace.

Un système d'information géographique est aussi un système de gestion de base de données pour la saisie, le stockage, l'extraction, l'interrogation, l'analyse et l'affichage de données localisées. C'est un ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision.



Figure 02 : principe des SIG (réalisée par l' étudiante)

Chapitre 01: Concepts et définitions générales sur les systèmes d'information géographique

2. Historique du SIG

a. Période des précurseurs (années 60)

- Développement "aléatoire".
- Travaux pionniers des laboratoires de calcul (USA principalement) (A. Beltran, 2007).
- Applications pilotes (USA Bureau of the Census, militaires).

b. Expérimentation (années 70)

- Arrivée des unités graphiques, informatique des spécialistes.
- Apparition des premières compagnies de logiciels de S.I.G.
- ESRI 1969, Intergraph, Computer Vision, Synercom.

c. Mise en oeuvre (années 80)

- Développement des applications.
- Diffusion des outils (Ex: ArcInfo 1982).
- Essor de la recherche, mise en place des programmes d'enseignement.
- Émergence d'une communauté d'utilisateurs.

d. Maturité (années 90)

- Généralisation des applications et élargissement des thématiques.
- Multiplication des outils, apparition du Desktop GIS.
- Apparition d'un marché commercial.
- S.I.G sur internet.

e. Diffusion (années 2000)

- S.I.G Mobile (Geolocation based services).
- Interopérabilité (M. Riedo, 2001)

Chapitre 01: Concepts et définitions générales sur les systèmes d'information géographique

3. Les composantes du SIG

Un système d'information géographique, comme le montre la figure 03, est un ensemble d'équipements informatiques, de logiciels et de méthodologies pour la saisie, la validation, le stockage et l'exploitation de données, dont la majorité est spatialement référencée, destinée à la simulation de comportement d'un phénomène naturel, à la gestion et l'aide à la décision.



Figure 03 : les composantes de SIG (source : Internet)

Un système d'information géographique est constitué de 5 composants majeurs :

a) Matériel : les SIG fonctionnent aujourd'hui sur une très large gamme d'ordinateurs, des serveurs de données aux ordinateurs de bureaux connectés en réseau ou utilisés de façon autonome.

b) Logiciels : les logiciels de SIG offrent les outils et les fonctions pour stocker, analyser et afficher toutes les informations. Principaux composants logiciel d'un SIG :

- Outils pour saisir et manipuler les informations géographiques.
- Système de gestion de base de données.
- Outils géographiques de requête, analyse et visualisation.
- Interface graphique utilisateur pour une utilisation facile.

c) Données : les données sont certainement les composantes les plus importantes des SIG. Les données géographiques et les données tabulaires associées peuvent, soit être constituées en interne, soit acquises auprès de producteurs de données.

d) Utilisateurs : un système d'information géographique étant avant tout un outil, c'est son utilisation (et donc, son ou ses utilisateurs) qui permet d'en exploiter la quintessence.

Chapitre 01: Concepts et définitions générales sur les systèmes d'information géographique

Les SIG s'adressent à une très grande communauté d'utilisateurs depuis ceux qui créent et maintiennent les systèmes, jusqu'aux personnes utilisant dans leur travail quotidien la dimension géographique. Avec l'avènement des SIG sur Internet, la communauté des utilisateurs de SIG s'agrandit de façon importante chaque jour et il est raisonnable de penser qu'à brève échéance, nous serons tous à des niveaux différents des utilisateurs de SIG.

e) **Méthodes** : la mise en œuvre et l'exploitation d'un SIG ne peut s'envisager sans le respect de certaines règles et procédures propres à chaque organisation.

4. Les fonctionnalités du SIG

Le système d'information est défini par Burrough (Burrough, 1986) en fonction des opérations que permet cet outil informatique :

- La saisie (numération) des données.
- Le stockage (base de données graphiques et attributaire).
- L'analyse (requête, modélisation, simulation).
- La sortie (production de cartes, tableaux et graphiques, exportation et transfert de fichiers).

Le SIG offre cinq fonctionnalités, plus connues sous le terme des «5A» (Abstraction, Archivage, Analyse, Affichage et Acquisition) (J. Denegre, 1996) :

- L'acquisition des données localisées dans une base d'information géographique.
- L'archivage des informations sous forme de plans thématiques, permettant un accès rapide.
- L'accessibilité aisée à l'ensemble des informations par un affichage des couvertures ou par un accès direct aux fichiers informatiques.
- L'analyse des informations par divers traitements spatiaux basés sur une ou plusieurs couches (s), et conduisant à produire une information inédite.
- La valorisation des résultats sous différentes formes : tableaux, cartes et consultations à l'écran (AUG, 2004).

Chapitre 01: Concepts et définitions générales sur les systèmes d'information géographique

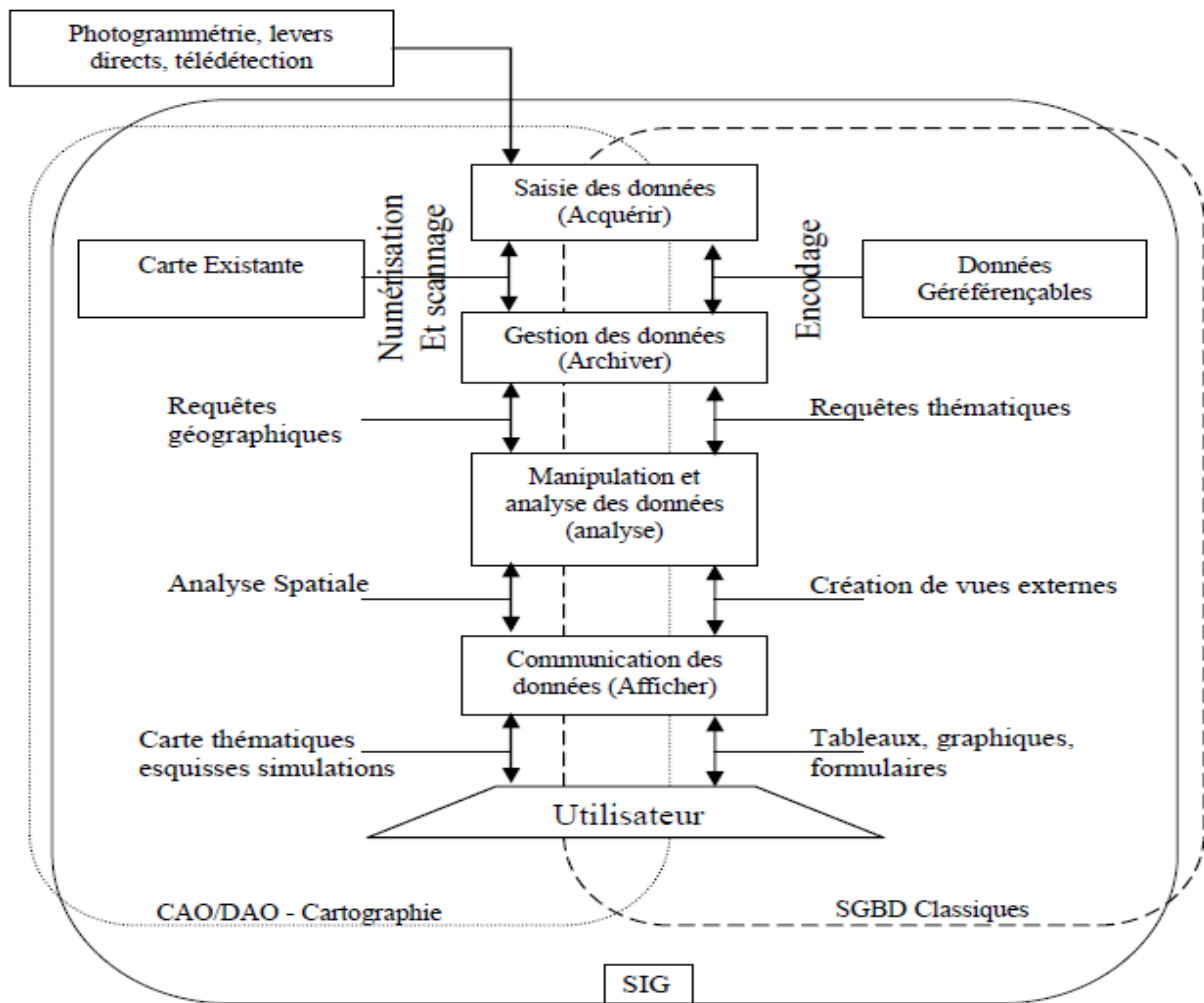


Figure 04 : Les fonctionnalités du SIG (A. Nottet, 2002).

5. La représentation de l'information géographique dans un SIG

a. Représenter l'information géographique sémantique: divisé en deux types de données.

- **Données attributaires**
- Données ordinales : importance d'un objet géographique suivant un critère.
- Données numériques : valeurs, intervalles, ratios...
- Données nominales (Toponymes) : tels que les noms des villes et des capitales (Biskra, El oued, Guemar ...)
- **Données relatives**

Chapitre 01: Concepts et définitions générales sur les systèmes d'information géographique

- Multiples relation entre objets.

b. Représenter l'information géographique géométrique

Il existe deux formats de représentation (raster et vecteur)

- **Le format raster** : ce type dépend de la division de l'espace géographique à l'aide d'une grille régulière où chaque cellule représente une unité appelée pixel, la taille du pixel détermine la résolution de l'image. Chaque pixel est associé à une série d'attributs qui décrivent son contenu.

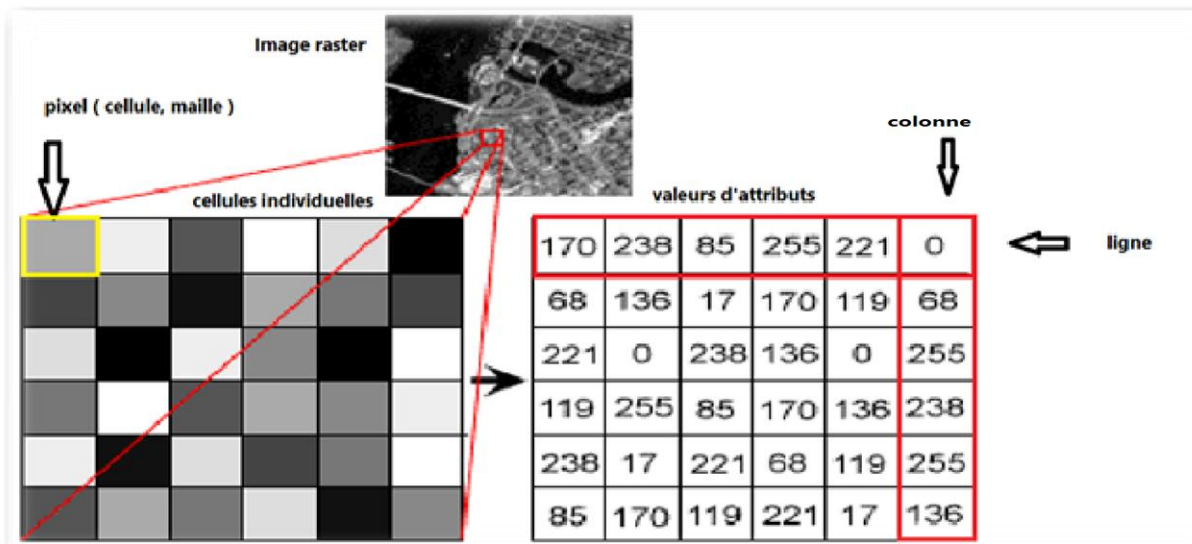


Figure 05 : Structure en mode raster (réalisée par l'étudiant)

- **Le format vecteur** : ce type dépend de la représentation des données géographiques en formes géométriques (point, ligne, polygone) .

Les points : définissent des localisations discrètes de caractéristique géographique qui sont trop petites telles que les arrêts du bus, des immeubles,....etc.

Les lignes : représentent des objets géographiques très proches tels que route, réseaux différents... etc. ou dont la longueur est disproportionnée par rapport à leur largeur telle que : rivières...

Les polygones (surfaces) : représentent la forme et la localisation d'entités homogènes du monde réel comme le plan de division administrative.

Chapitre 01: Concepts et définitions générales sur les systèmes d'information géographique

Les attributs associés à ces formes sont stockés dans une série de coordonnées x-y pour la représentation 2D ou x-y-z pour la représentation 3D. Chaque attribut est associé à une entrée de table contenant des données sur l'attribut.

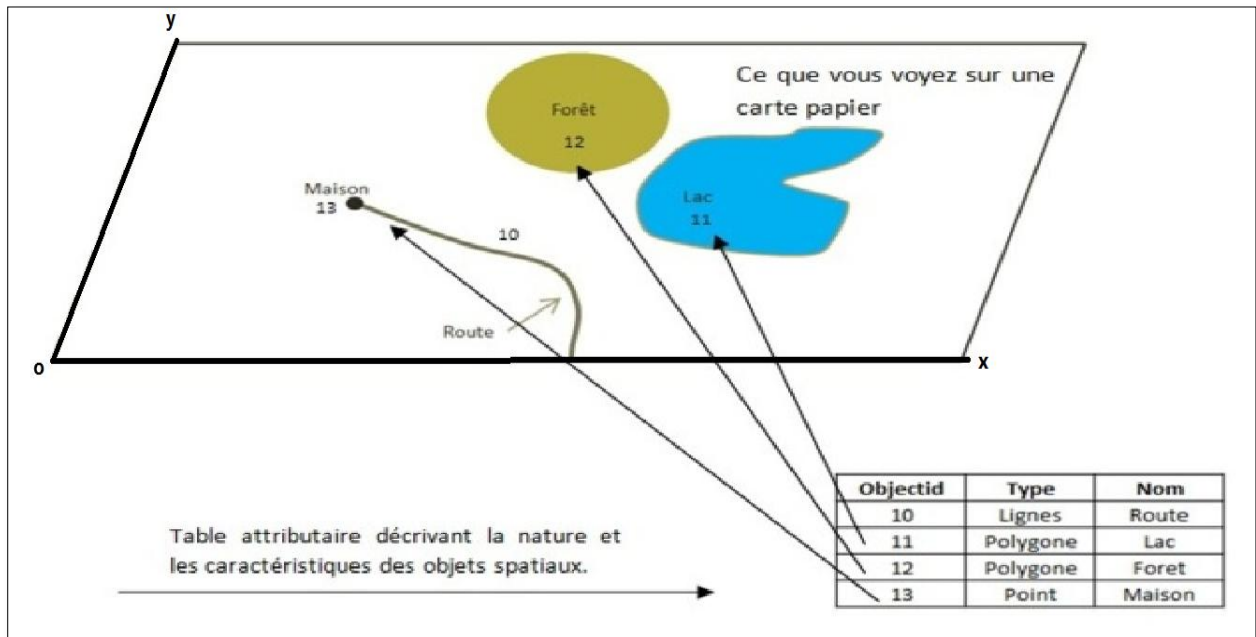


Figure 06 : Structure en mode vectoriel (réalisée par l'étudiant)

6. Les avantages des SIG

Les points positifs des SIG sont :

- Le stockage de grands volumes des données géographiques a un faible coût.
- L'accès rapide aux données géographiques.
- La mise à jour en temps réel, ce qui permet de faire du SIG un outil de suivi.
- L'augmentation de la productivité.
- L'efficacité de la planification et de la gestion.
- L'amélioration des services rendus à l'utilisateur.
- La rapidité et l'efficacité dans la prise des décisions.

Chapitre 01: Concepts et définitions générales sur les systèmes d'information géographique

7. Domaines d'application du SIG

Les domaines d'application des SIG sont aussi nombreux que variés. Citons cependant :

a. L'utilisation des SIG dans le domaine d'urbanisme

Les SIG utilisés dans les pays développés dans la seconde moitié du siècle dernier, sont en constante évolution ce qui a conduit à une utilisation généralisée dans les différents domaines de la planification et de la gestion des villes :

1. Localisez les activités et les services dans la ville et les routes qui y mènent.
2. Lier les plans d'urbanisme planification des sites spatiaux dans la ville.
3. Gestion des terres dans la ville grâce à une base de données spéciale.
4. Utilisation des systèmes dans la distribution et le développement de l'utilisation des terres dans les zones urbaines au fil du temps.
5. Gestion des services d'infrastructure (eau, électricité, eaux usées, gaz, routes).
6. Utiliser dans la défense civile et augmenter le niveau d'exécution de ses fonctions.
7. Analyse de la portée des services et des activités communautaires dans la ville.
8. Détermination des directions pour l'expansion future de la ville.

b. L'utilisation des SIG dans la gestion des transports urbains

La communication et les transports constituent une des fonctions essentielles des villes en tant que besoins universels de l'Homme. Le transport est étroitement lié à l'augmentation de la population, à la taille de la ville, au type d'activité, à sa localisation et à l'efficacité de son infrastructure. La densité du trafic varie d'une ville à l'autre.

Les transports urbains ont eu plusieurs rôles dans la ville selon l'époque considérée : si au départ, les transports ont façonné la forme des villes et guidé leur croissance et leur évolution, ils constituent aujourd'hui un de leurs problèmes majeurs. Souvent, ce problème est causé en raison de l'inefficacité du système de gestion et le déséquilibre du côté de la gestion du secteur tels que le manque de compatibilité entre la conception proposée et les exigences de la densité de la population.

La gestion des transports urbains est l'un des domaines les plus importants qui déterminent la croissance du lien urbain et économique dans de nombreux domaines de la croissance économique et a noté que la planification et l'organisation de la gestion des transports urbains est une procédure complexe se développe un peu au fil du temps et de l'espace. Elle nécessite la disponibilité de beaucoup d'informations qui doivent être organisées en fonction des

Chapitre 01: Concepts et définitions générales sur les systèmes d'information géographique

exigences du travail pour parvenir à une gestion optimale, l'utilisation du système décisionnel pour superviser les facteurs de gestion et le suivi du développement de la procédure elle-même utile et nécessaire.

Les méthodes manuelles utilisées pour analyser de nombreux facteurs seront longues et fastidieuses. Il y a aussi la possibilité d'erreurs lors de l'intégration de données spatiales et non spatiales. Il est donc nécessaire de traiter ces données à travers un outil qui peut contenir et gérer ces informations de la manière la plus appropriée, à savoir, les systèmes d'information géographique

Ce qui nous permet d'analyser les réseaux en termes de trafic et de densité, de maintenance des horaires, de temps de déplacement et de coût, d'arrêts de bus, de stations-service et autres informations répondant aux objectifs de base de la gestion du transport urbain

Les SIG peuvent aider à prendre en compte plusieurs facteurs lors de la planification et de la gestion du transport en même temps. Comme le travail se fait en couches, il y a moins de risques de confusion du système capable de coordonner les données spatiales, ainsi l'intérêt des SIG.

La visualisation de l'information est un soutien précieux aux différents acteurs de la gestion des transports urbains : identifier les problèmes et les domaines prioritaires dans l'amélioration du système de transport et localiser où il est préférable ou plus tôt d'agir immédiatement et de manière coordonnée et spécifique. Les systèmes d'information géographique sont un outil d'aide à la décision pour les options d'itinéraires les plus appropriés pour les bus de transport en commun et les correspondances. En raison de la multiplicité des fonctions du SIG, l'information peut être spatialement liée à un échange, une comparaison, une évaluation, une analyse et un processus.

8. Présentation des principaux logiciels de SIG

Il existe plusieurs produits sur le marché, on peut citer quelques uns :

•ArcGIS

Il est conçu par la société ESRI. ArcGIS Desktop comprend une suite d'applications intégrées: ArcCatalog, ArcMap, ArcGlobe, ArcToolbox ainsi que ModelBuilder. Il est vendu sous trois niveaux incluant plus ou moins de fonctionnalités : ArcView, ArcEditor et ArcInfo.

-ArcMap : application centrale qui effectue toutes les tâches associées aux cartes, y compris la cartographie, l'analyse spatiale et la mise à jour.

-Arc Catalog : organisation et gestion des données.

-ArcToolBox et ModelBuilder : géotraitement.

Chapitre 01: Concepts et définitions générales sur les systèmes d'information géographique

-ArcGlobe : visualisation 3D dynamique.

L'une des suites logicielles les plus complètes du marché, ArcGIS propose également de nombreuses extensions telles que Spatial Analyste (module raster) et 3D Analyste.

• **MapInfo**

Mapinfo est un logiciel qui présente une inter-opérabilité importante, en raison d'un convertisseur de formats intégrés. Sur le plan des fonctions disponibles, il est moins complet qu'ArcGIS mais s'avère toutefois suffisant pour de nombreuses applications. Afin de pouvoir effectuer des calculs raster, il est nécessaire de lui adjoindre le module additionnel Vertical Mapper.

• **Géoconcept**

Il est développé par une société française, ce logiciel se démarque de la majorité de ses concurrents en proposant une organisation basée sur un modèle "objet" et non sur une association table/entité.

• **APIC**

D'une conception française, ce logiciel fonctionne également en mode objet et il est particulièrement adapté pour la gestion des réseaux. Basé sur un langage de programmation en français, il est caractérisé par une adaptabilité élevée. Issu du monde UNIX, son application Windows est relativement austère, ce qui limite en partie sa diffusion.

• **Geomedia**

La suite logicielle Geomedia comprend une gamme importante de logiciels :

-GeoMedia Professional : digitalisation, analyse, présentation cartographique etc.

- GeoMedia Terrain : création et analyse de MNT.

- GeoMedia Image : traitement d'images.

- GeoMedia Grid : analyse de données raster.

- GeoMedia : version allégée de GeoMedia Professional.

- GeoMedia WebMap : applications Web SIG.

- Ainsi que Image Station Stereo for GeoMedia, GeoMedia Fusion, GeoMedia Transaction Manager, GeoMedia VPF.

Chapitre 01: Concepts et définitions générales sur les systèmes d'information géographique

Conclusion

L'information géographique peut être définie comme l'ensemble de la description d'un objet et de sa position géographique (coordonnées X, Y, Z) à la surface de la terre. Ces informations géographiques peuvent être gérées dans des Systèmes d'Information Géographique (S.I.G). Ils s'appuient sur les technologies de base de données en lui ajoutant des capacités de description et d'analyse spatiales.

Aujourd'hui, les systèmes d'information géographiques jouent un rôle prépondérant puisqu'ils combinent les fonctions d'intégration, de gestion, d'analyse et de visualisation des données spatiales. Certains auteurs vont jusqu'à affirmer que l'innovation à laquelle donnent lieu les systèmes d'information géographiques dans la société et les sciences, correspond au premier stade d'une révolution scientifique, technologique et intellectuelle aussi profonde que la révolution provoquée par l'imprimerie.

Dans cette recherche, nous allons concentrer sur la gestion du trafic routier urbain et la sélection des itinéraires et des points noirs les plus appropriés à El-Oued pour concevoir un système de transport urbain efficace et performant.