

Gestion de bases de données et SIG

-Partie SIG-

Support de cours pour les L2-S3

Sommaire

1. Les concepts de base des S.I.G.

- 1.1. Définition
- 1.2. Historique
- 1.3. Composantes d'un SIG
- 1.4. Fonctionnalités d'un SIG
- 1.5. Avantages d'un SIG
- 1.6 Domaines d'applications

2. L'information géographique

- 2.1. Définition
- 2.2. Composantes de l'information géographique
- 2.3. Modes de représentation des objets géographiques dans un SIG.
- 2.4. Sources de données géographiques

3. Coordonnées d'un objet géographique et Géoréférencement

- 3.1. Coordonnées d'un objet géographique
- 3.2. Représentations planes en Algérie
- 3.3. Principe du géoréférencement
 - 3.2.1 Points de calage
 - 3.2.2 Erreur RMS

1. Les concepts de base des S.I.G.

1.1. Définition

Un système d'information géographique (SIG) est 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 (Société française de photogrammétrie et télédétection,1989).

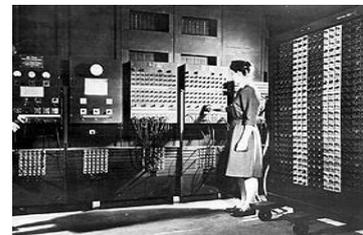
Un système d'information géographique est aussi un système de gestion de base de données pour la saisie, le stockage, l'extraction, l'interrogation, l'analyse et l'affichage de données localisées.

C'est un ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision.

1.2. historique

Les années 1960-1970 : les débuts des SIG

- Applications militaires, études des ressources naturelles, systèmes d'information urbains
- Développement de systèmes en mode raster
- Développement de la géométrie algorithmique
- Montée en puissance des ordinateurs
- Systèmes de dessin industriel en mode vecteur
- Développement de systèmes de cartographie automatique
- Développement de la télédétection spatiale



Les années 1980 : la consolidation

- Larges bases de données et développement de la théorie des bases de données (modèle relationnel)
- Développement de l'interactivité graphique et des stations de travail (SUN, APOLLO)
- Développement des SIG (vecteur-raster, statistique, cartographie, etc)



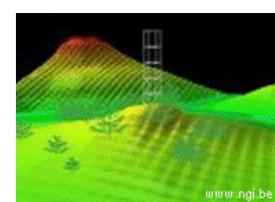
Les années 1990 : la diffusion

- Industrialisation et diffusion de la technologie SIG
- Les micro-ordinateurs remplacent les stations de travail
- Développement du matériel graphique à bas prix
- Intégration de données de sources différentes (télédétection aérienne et spatiale, GPS)
- Applications dans tous les domaines ayant des liens avec la localisation, dont la santé



Les années 2000

- Représentation de la connaissance et schématisation du monde réel
- SIG 3D, gestion du temps
- Animations graphiques, simulations et modélisations
- SIG et Internet : consultation



- ❑ SIG et Internet : diffusion de données, métadonnées, gratuits
- ❑ Open source

Aujourd'hui : logiciels et matériels

- ❑ Logiciels légers sur ordinateurs personnels : cartographie statistique, systèmes raster, cartographie automatique élémentaire
- ❑ Systèmes plus sophistiqués plutôt dédiés à l'édition cartographique (Intergraph, MicroStation, Autocad...)
- ❑ SIG généralistes (Mapinfo, ArcGIS, SavGIS, gvSIG, qGIS...)
- ❑ Logiciels spécialisés dans un domaine (géologie, hydrologie, océanographie, télédétection...)



1.3. Composantes d'un SIG

Un SIG comprend 4 composantes :

- le matériel informatique
- le logiciel SIG
- les données
- les ressources humaines



1.4. Fonctionnalités d'un SIG

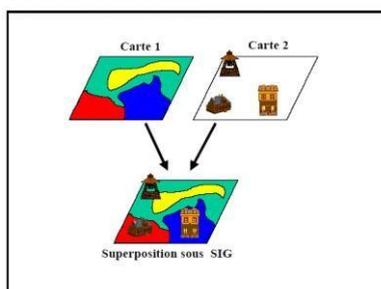
Un SIG répond à 5 fonctionnalités (les 5 A) :

- Abstraction: modélisation de l'information,
- Acquisition: récupérer l'information existante, alimenter le système en données,
- Archivage: stocker les données de façon à les retrouver et les interroger facilement,
- Analyse: réponses aux requêtes, cœur même du SIG,
- Affichage: restitution graphique.

En d'autres termes, un SIG est un environnement informatisé d'analyse d'une information spatiale numérisée.

Un SIG complet, permettra non seulement de dessiner puis tracer automatiquement le plan, mais en outre :

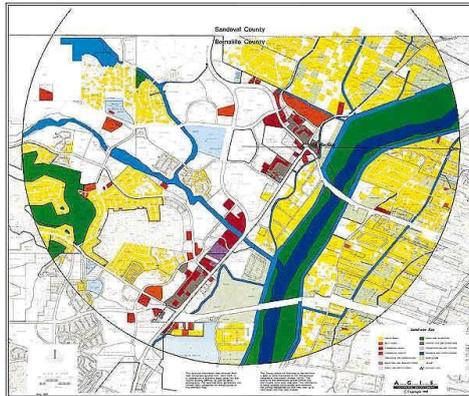
- De disposer les objets dans un système de référence géographique, de les convertir d'un système à un autre.
- De rapprocher entre deux cartes (deux plans) de sources différentes, de faciliter leur superposition comme c'est illustré ci-dessous.



Superposition sous un SIG

http://www.prevention2000.org/cat_nat/risques/mvttter/mvt_prev.htm

- De corriger certains contours de la moins fiable en reprenant les coordonnées correspondantes de la plus fiable.
- D'extraire tous les objets géographiques situés à une distance donnée, d'un carrefour, d'une route ou des rives d'un lac.
- D'extraire tous les objets situés dans un périmètre donné comme c'est présenté dans la figure suivante.



Exemple de sélection (Mihoubi et Abdelbaki, 2003)

- De fusionner tous les objets ayant une caractéristique commune, par exemple les parcelles adjacentes ayant la même densité de surface bâtie.
- De déterminer, sur un réseau, l'itinéraire le plus court pour aller d'un point à un autre.

1.5. Avantages d'un SIG

- Données sont maintenues dans un format standard,
- Révision et mise à jour sont plus faciles,
- Données sont faciles à rechercher, extraire, analyser et à représenter,
- Produit est valorisé,
- Données sont plus faciles à partager et à échanger,
- Productivité meilleure du personnel,
- Temps et coût sont réduits et
- Meilleure décision à prendre.

1.6. Domaines d'applications

Les approches ont mis en évidence le fait qu'un système d'information géographique est un outil de gestion et d'aide à la décision. C'est un outil de gestion pour le technicien qui doit au quotidien assurer le fonctionnement d'une activité.

Le SIG doit aussi être un outil d'aide à la décision pour le décideur (directeur, administrateur) qui doit bénéficier de sa puissance et disposer de cartes de synthèses pour prendre les meilleures décisions. C'est cette finalité qui permet d'employer le terme de système d'information et de donner aux SIG les domaines d'applications suivants:

Pour les grandes échelles

- La gestion foncière et cadastrale (recensement des propriétés, calcul de surfaces)

- La planification urbaine (plan d'occupation des sols et d'aménagement)
- La gestion des transports (voies de circulations, signalisation routière)
- La gestion des réseaux (assainissement, AEP, gaz, électricité, téléphone ...)
- La gestion du patrimoine (espaces verts, parcs, jardins ...)
- Les applications topographiques (travaux publics et génie civil)

Pour les échelles moyennes et petites

- Les études d'impact (implantation d'un centre commercial ou d'une école)
- Les études d'ingénierie routière (constructions de routes ou d'autoroutes)
- Les applications liées à la sécurité civile (prévention des risques naturels et technologiques).
- La gestion des ressources naturelles (protection de l'environnement, études géologiques, climatologiques ou hydrographiques).

2. L'information géographique

2.1. Définitions

Objet géographique ou spatial

On appelle **Objet géographique ou spatial** toute objet réel (concret) qui se trouve à un endroit dans l'espace (une école, une route, un cours d'eau, une montagne ...).

Information géographique

L'**information géographique** est la représentation d'un objet géographique ou d'un phénomène réel ou imaginaire, présent, passé ou futur, localisé dans l'espace à un moment donné et quelles qu'en soient la dimension et l'échelle de représentation .

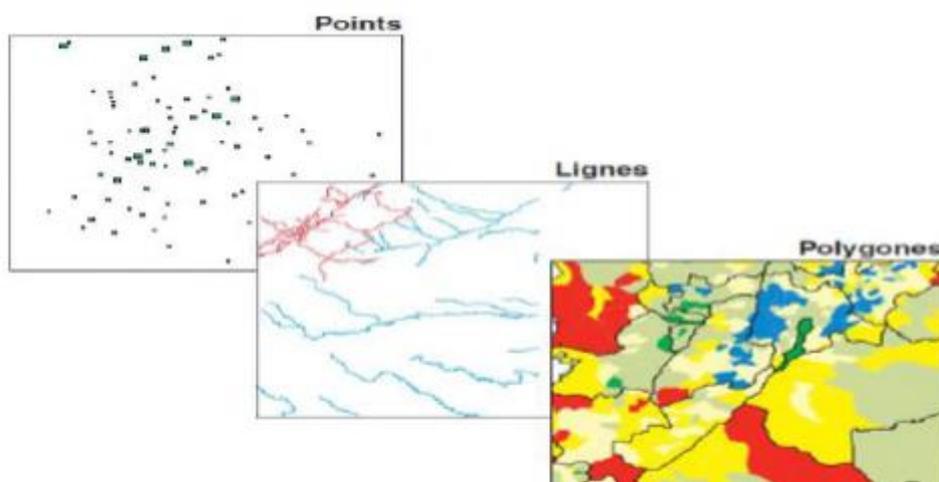
2.2. Composantes de l'information géographique

Généralement pour qu'un objet spatial soit bien décrit et prêt à être utilisé par un SIG, trois informations doivent être fournies:

1. La forme et la localisation de l'objet géographique:

- ➔ La **Localisation** de l'objet géographique sur la surface terrestre est exprimé dans un système de coordonnées explicite c'est le niveau géométrique (ex. : coordonnées géographiques de type Longitude-Latitude ou coordonnées cartographiques issues d'une projection cartographique comme la projection Lambert). Un système de coordonnées peut être valable sur tout ou partie de la surface terrestre ou autre (ex. : le système géodésique mondial WGS84).
- ➔ La **forme** de l'objet géographique fait référence à des objets de trois types géométriques (voir figure suivante):
 - Point: est désigné par ses coordonnées et à la dimension spatiale la plus petite.
 - Ligne: a une dimension spatiale constituée d'une succession de points proches les uns des autres.

- Polygone (zone ou surface) : est un élément de surface défini par une ligne fermée ou la ligne qui le délimite.



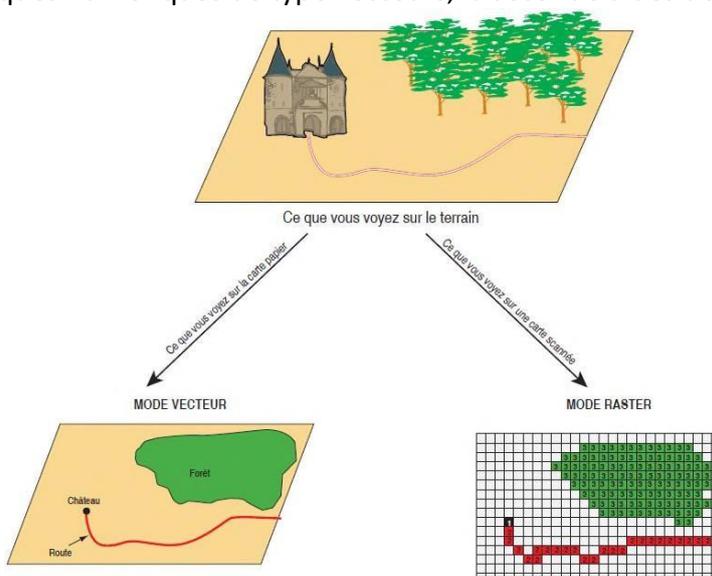
Données spatiales

<http://www.axesig.fr/produits/sig.html>

2. L'information relative à un objet décrit par sa nature, son aspect : c'est les **données attributaires** (c'est le niveau sémantique). L'ensemble des attributs de l'objet forme ses attributs (ex. : le numéro d'une parcelle cadastrale, le nom d'une route, d'une rivière, d'une commune, etc.) ;
3. Les relations éventuelles avec d'autres objets ou phénomènes : c'est le niveau **topologique** (ex. : la contiguïté entre deux communes, l'inclusion d'une parcelle dans une commune, l'adjacence entre les différents nœuds des tronçons constituant des parcelles cadastrales, etc.) ;

2.3. Modes de représentation des objets géographiques dans un SIG.

La reprise de documents cartographiques existants sur support papier en vue de les introduire dans un SIG, pouvait recourir à des techniques différentes: la digitalisation et le balayage électronique par exemple. La première conduit directement, comme c'est illustré à la figure ci-dessous, à des données cartographiques numériques de type vecteurs, la seconde à des données rasters.



Modes de données dans un SIG

<http://air.imag.fr/mediawiki/index.php/EA2012-SIG>

2.3.1 Mode vecteur

Ce mode répond au souci de représenter un objet de manière aussi exacte que possible. Pour transformer un objet réel en une donnée à référence spatiale, on décompose le territoire en couches thématiques (figure ci-dessous) (relief, routes, bâtiments...) structurées dans des bases de données numériques.



Décomposition du monde réel en couches d'information
<http://seig.ensg.ign.fr/>, http://www.sigma972.org/def_1.html

Une couche réunit généralement des éléments géographiques de même type.

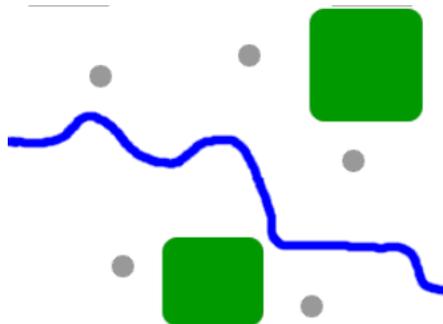
Les éléments géographiques (objets spatiaux) peuvent être représentés sur une carte par des points, des lignes ou des polygones (figure suivante).

Les avantages du mode vecteur sont:

- Une meilleure adaptation à la description des entités ponctuelles et linéaires.
- Une facilité d'extraction de détails.
- Une simplicité dans la transformation de coordonnées.

Les inconvénients du mode vecteur sont:

- Les croisements de couches d'information sont délicats et nécessitent une topologie parfaite.



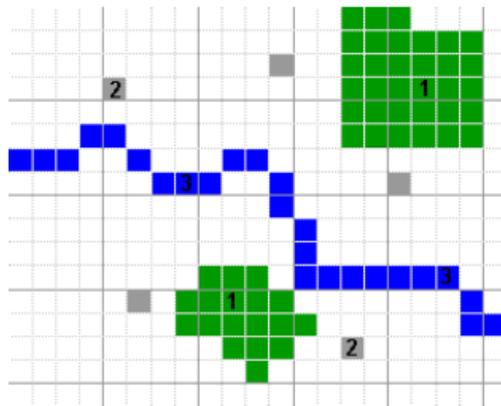
Mode vecteur

<http://www.notre-planete.info/terre/outils/sig.php>

2.3.2 Mode raster

Le mode trame ou raster est également appelé modèle matriciel. Contrairement au mode vecteur qui ne décrit que les contours, le mode raster décrit la totalité de la surface cartographique point

par point (Figure suivante). Il est utilisé principalement dans les systèmes à balayage (scanners, capteurs en télédétection ...)



Mode Raster

<http://www.notre-planete.info/terre/outils/sig.php>

Les avantages du mode raster sont:

- Meilleure adaptation à la représentation des détails surfaciques.
- Acquisition des données à partir d'un scanner à balayage.
- Meilleure adaptation à certains types de traitements numériques: filtres, classifications.

Les inconvénients du mode raster sont:

- Mauvaise adaptation à la représentation des détails linéaires.
- Obligation de parcourir toute la surface pour extraire un détail.
- Impossibilité de réaliser certaines opérations topologiques, la recherche du plus court chemin dans un réseau par exemple.

Ces deux modes sont complémentaires. Le raster est mieux adapté à certains types d'applications (télédétection) et apporte une réponse économique à certains besoins.

2.4. Sources de données géographiques

Dans la pratique, les données géographiques proviennent de sources différentes, ont des modes d'acquisition différents, sont sur des médias différents, on dit qu'elles sont multi-sources. Certaines données sont directement mesurées sur le terrain (levés topographiques) ou captées à distance (système de positionnement Global GPS, photos aériennes, images satellitaires), ou saisies à partir de cartes ou de plans existants, ou récoltées par des organismes de production de données et ensuite importées. Il s'agira d'intégrer ces données hétérogènes, car de qualité, de fiabilité, de précision et d'extensions spatiales bien différentes.

Les principales méthodes d'acquisition sont donc:

- Relevés de terrain ou levés topographiques, GPS
- Enquêtes et recensements, registres administratifs, état civil
- Photographies aériennes et photogrammétrie
- Télédétection spatiale
- Cartes scannées et/ou vectorisées
- Modèles numériques de terrain

L'acquisition de données peut représenter plus de 80% du coût d'un projet SIG.

3. Coordonnées d'un objet géographique et Géoréférencement

3.1. Coordonnées d'un objet géographique

Les bases de données qui alimentent les SIG doivent être géoréférencées, c'est à dire partager un cadre commun de repérage appelé système de projection.

L'objectif de mise en relation sur la localisation impose un référentiel commun et des précisions connues pour l'attribut de localisation.

Toutes les coordonnées des objets d'une base de données doivent pouvoir être exprimées ou transformées dans un même système pour pouvoir être comparées.

Deux (02) Types de systèmes de coordonnées sont utilisés dans un SIG.

- ❑ **Système de coordonnées Géographiques** : latitude et longitude (valeurs angulaires)
- ❑ **Système de coordonnées planes ou projetées** : représentation cartographique plane (valeurs métriques)

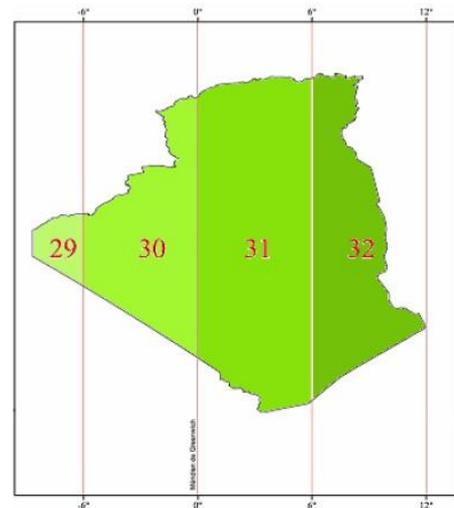
3.2. Représentations planes en Algérie:

Projection UTM:

La représentation cartographique plane en vigueur adoptée en l'Algérie en 2003 est l'UTM (Universel Transverse Mercator).

UTM est une projection cylindrique conforme de l'ellipsoïde terrestre.

L'Algérie s'étale de l'Ouest à l'Est sur quatre fuseaux : le 29, 30, 31 et 32, soit de 9° à l'Ouest du méridien d'origine et à 12° à l'Est du méridien d'origine.

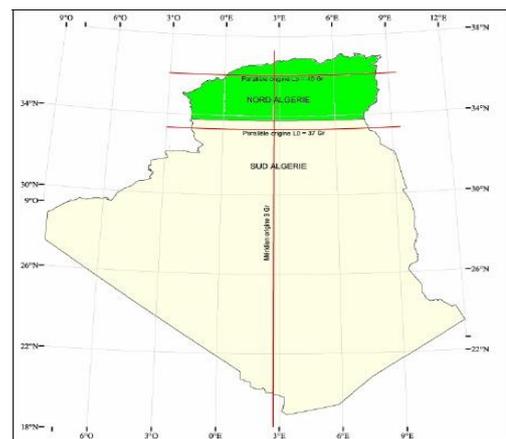


Projection Lambert :

Il s'agit d'une projection conique conforme de l'ellipsoïde terrestre sur un cône tangent à un parallèle.

L'Algérie est découpée en deux zones :

- Une projection appelée "**Lambert Nord**" qui couvre le nord de l'Algérie
- Une projection appelée "**Lambert Sud**" qui couvre le sud de l'Algérie.



3.3. Principe du géoréférencement :

Il s'agit d'opérations effectuées sur les images (cartes, plans, etc...) avant leur intégration dans un SIG.

Le **géoréférencement** consiste à appliquer un système de coordonnées à ces images afin de les mettre à l'échelle (dans un système donné). Ces images doivent être naturellement redressées au préalable.

3.3.1 Points de calage

Les points de calage sont des points dont les coordonnées cartographiques sont connues et utilisées pour géoréférencer ou caler un carte.

- ❑ La qualité du géoréférencement dépendra de la précision de la localisation des points de calage, de leur nombre ainsi que de leur répartition.
- ❑ Il en faut au minimum quatre (04) points.
- ❑ Plus les points sont nombreux, plus le géoréférencement est précis, mais attention : il ne faut pas sacrifier à leur nombre la qualité et le degré de confiance dans les points.
- ❑ Plus ces points sont distants et forment une surface importante (les points proches de l'alignement font des géoréférencements médiocres), plus l'image finale sera proche de la réalité du terrain.

3.3.2 Erreur RMS

A la fin du géoréférencement le logiciel va calculer une moyenne (EQM *l'Erreur Quadratique Moyenne* ou RMS *Root Mean Square*) permettant de juger de la qualité du géoréférencement. Ce coefficient représente l'écart moyen entre les coordonnées vraies d'un point et ses coordonnées calculées par le logiciel.

Bibliographie :

- BOUKLI H.C., RABAH F.A. Systèmes d'information géographique: Cours et travaux pratiques. Université Aboubakr Belkaïd– Tlemcen – Faculté de technologie Département d'Hydraulique.
- Abdelbaki C., Benhamouda F., Chikh M., 2012, SIG: Outils de gestion des réseaux d'alimentation en eau potable , Cas du réseau de la ville de Birtouta -Alger, Algérie, Editions universitaires européennes, ISBN : 978-3-8417-8907-5.
- Sauvagnargues-Lesage S. et Ayrat P.A., Systèmes d'Information Géographique : outil d'aide à la gestion territoriale DENEJRE J., SALGE F., Les Systèmes d'Information Géographique, PUF, coll. Que sais-je? n° 3122, 2004.
- BORDIN P., SIG concepts, outils et données, Hermès Science Publications, 2002.
- Mihoubi Mustapha Kamel & Abdelbaki Chérifa, 2003, Manuel de formation continue intitulé : Initiation à l'utilisation de MAPINFO'' Concepts fondamentaux et principales fonctions, ENSH.
- Marc souris, 2009-2011. Module SIGSant 2 Principes gnraux des SIG bdvilles. <https://slidetodoc.com/module-sigsant-2-principes-gnraux-des-sig-bdvilles/>
- ESSEVAZ-ROULET M., La mise en oeuvre d'un système d'information géographique dans les collectivités territoriales, Ed. Techni-cités, coll. Dossiers d'experts, 2005.
- Cahier méthodologique sur la mise en oeuvre d'un SIG IAAT, 2003

Webographie :

- Association Française pour l'Information Géographique : www.afigeo.asso.fr/ - Rubrique documentation
- Ecole Nationale des Sciences Géographiques : www.ensg.ign.fr/FAD/Supports_de_Cours.html