

Chapitre III : Aspects techniques et architecture des SIG

1. Les composantes d'un SIG

Un SIG doit comporter au moins sept composantes :

- Une base de données à caractère spatial et thématique
- Un système de représentation cartographique
- Un système de saisie numérique
- Un système de gestion de la base de données géographique
- Un système d'analyse spatiale
- Un système de traitement d'images
- Un système d'analyse statistique

2. Fonctionnalités d'un SIG

La littérature qui traite du domaine, définit rapidement les fonctions attendues d'un SIG par « les 5A » qui sont : Abstraction, Acquisition, Archivage, Analyse et Affichage.

2.1. Abstraction

C'est la modélisation du monde réel suivant différents prismes. La construction du schéma conceptuel de données permet de modéliser la base de données en définissant les objets (classes d'objets), leurs attributs ainsi que leurs relations. Cette étape est nécessaire avant toute numérisation, elle sert de point de départ de la constitution des bases de données géographiques, et de support de dialogue entre les différents intervenants. Le but de modéliser est de se faire comprendre par le plus grand nombre.

La deuxième étape consiste à trouver le logiciel qui soit capable de transcrire et de « stocker » le schéma. Chaque logiciel possède implicitement un Modèle Conceptuel de Données. L'important étant le résultat, le logiciel n'étant qu'un outil. L'outil SIG doit être capable de transcrire et de stocker la modélisation.

2.2. Acquisition

Nous pouvons trouver l'information auprès des organismes nationaux ou internationaux producteurs ou revendeurs :

- *Des données de références* : INCT (Institut National de Cartographie et de Télédétection), ANC (Agence National du Cadastre), INPS (Institut National de Planification de la Statistique), CNTS (Centre National des Techniques Spatial) Spot Image,...

- *De données thématiques* : ANRH (Agence National des Ressources Hydriques), DGF (Direction général des Forêts).

- Auprès de professionnels locaux, cabinet d'expert géomètres, bureaux d'études d'état, collectivités local (APC).

Si la donnée n'existe pas sous forme numérique, il est possible de la créer soi-même ou par un prestataire :

- ❖ Numérisation du cadastre
- ❖ Levé topographique

Quelles sont les techniques d'acquisition ?

- Acquisition à partir des données vecteurs ; les sources sont soit indirectes : plan, photo, image satellite, soit directes avec des levés terrains. Cette acquisition se fait à partir de documents existants en papier (plan carte) par numérisation à partir d'une planche à numériser ou du scannage de la donnée sur l'écran de l'ordinateur, on numérise des objets dessinés sur le plan en données vecteurs. L'inconvénient de cette méthode est la retranscription des erreurs dues au support d'origine (déformation du papier, épaisseur du trait,...).

- Si la donnée est scannée et géo-référencée c'est de la donnée « raster ».

- Acquisition à partir de photos ; de la photo (scannée) ortho rectifiée à la donnée vecteur, c'est une des principales sources pour une numérisation précise sur de grands territoires. La précision de la donnée est en relation avec la précision de la photo. Ce type d'acquisition nécessite soit des enquêtes terrain soit des croisements avec d'autres données pour qualifier la donnée ; la photo est une simple collection de pixels.

- Acquisition à partir d'image satellite ; l'image satellite constitue la principale source d'information pour l'occupation du sol grâce à la télédétection. La télédétection est l'ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci.

- Acquisition à partir du terrain ; généralement utilisée pour des chantiers de petite taille ou en complément d'autres techniques. Levé G.P.S (Global Positioning System) système de positionnement, à l'échelle du Globe, sur un ensemble de satellites artificiels.

2.3. Archivage

- La gestion

Les données acquises, il faut être capable des les stocker et de les retrouver facilement. C'est une des fonctions les moins visibles pour l'utilisateur. Elle dépend de l'architecture du logiciel avec la présence intégrée ou non d'un Système de Gestion de Base de Données relationnel ou orienté objet.

- L'environnement de travail

Nous ne sommes plus dans « l'espace stockage » mais dans « l'espace travail ». Cela concerne l'espace pour la gestion du projet (l'organisation), mais aussi l'ergonomie du logiciel (interface).

2.4. Analyse

La raison d'être des systèmes d'information géographique n'est pas la constitution de plan ou de carte ni la seule gestion de données mais d'être un outil au service de l'information géographique.

Analyse spatiale à partir de la sémantique : description qualitative et/ou quantitative d'un espace à partir de données alphanumériques stockées dans l'objet géométrique ou dans une base de données externe via un lien. Cette analyse peut se faire par requête, par calcul. La cartographie en est souvent le support.

Analyse spatiale géométrique : Cette analyse se base sur la position de l'objet, sa forme, et les relations qui existent éventuellement. La distance entre objets est une des fonctionnalités simples de l'analyse spatiale. On peut travailler sur la topologie quand elle existe. On peut manipuler de la donnée en la découpant, la joignant, l'excluant.

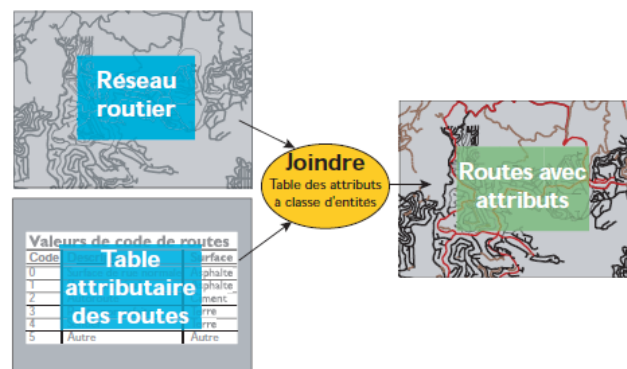
2.5. Affichage

Son but est de permettre à l'utilisateur d'appréhender des phénomènes spatiaux dans la mesure où la représentation graphique respecte les règles de la cartographie. L'affichage sert à communiquer :

- Sur un ordinateur lors de l'élaboration d'une étude
- Sur internet en respectant des contraintes de poids, de couleur, de format,...
- Sur papier pour des documents de travail, des rapports, des documents de promotion.

3. Gestion des données

Dans toutes les applications SIG, la gestion des flux de données SIG constitue un élément critique. Les utilisateurs SIG recourent à des fonctions de géotraitement pour importer et exporter les données des bases de données, publier les données en de nombreux formats, joindre des jeux de données contigus, mettre à jour des structures de base de données et effectuer des processus de traitement par lots sur leurs bases de données.



Création de nouvelles données en combinant des données existantes

4. Système de Positionnement Global (GPS)

Le Global Positioning System (GPS) – que l'on peut traduire en français par « système de positionnement mondial » – est un système de géolocalisation fonctionnant au niveau mondial. En 2010, il est avec GLONASS, un système de positionnement par satellites entièrement opérationnel et accessible au grand public.

Ce système a été théorisé par le physicien D. Fanelli et mis en place à l'origine par le Département de la Défense des États-Unis dès 1972. Il est très rapidement apparu que des signaux transmis par les satellites pouvaient être librement reçus et exploités, et qu'ainsi un récepteur pouvait connaître sa position sur la surface de la Terre, avec une précision sans précédent, dès l'instant qu'il était équipé des circuits électroniques et du logiciel nécessaires au traitement des informations reçues. Une personne munie de ce récepteur peut ainsi se localiser et s'orienter sur terre, sur mer, dans l'air ou dans l'espace au voisinage de la Terre.

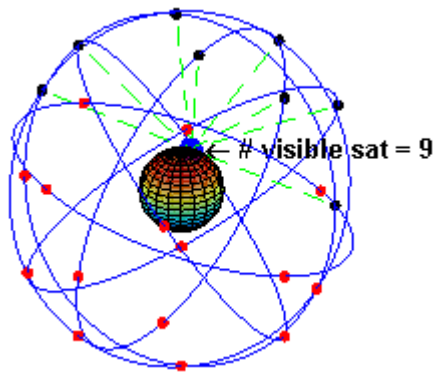
Le système est composé d'une constellation de 24 satellites tournant autour de la terre, le récepteur GPS détermine sa position par la connaissance de la position exacte de 3 ou 4 satellites et en calculant la différence de temps entre les différents signaux reçus de ces satellites :

- 3 satellites suffisent pour une position 2D (latitude, longitude)
- 4 satellites suffisent pour une position 3D (latitude, longitude, altitude)

La précision approximative est de 15 m mais peut cependant atteindre pour certains récepteur 3 m.

Les signaux ne peuvent pas être captés si l'antenne est masquée par béton, métal ou bois épais, ...etc.

Par contre ils peuvent être captés à travers une vitre, fibre de verre, plexiglas, ...etc. Si le GPS est déplacé de plus de 350/400 km sans fonctionner, il faut l'initialiser.



La constellation des satellites du GPS



Récepteur GPS

Le GPS a donc connu un grand succès dans le domaine civil et engendré un énorme développement commercial dans de nombreux domaines : navigation maritime, sur route, localisation de camions, randonnée, etc. De même, le milieu scientifique a su développer et exploiter des propriétés des signaux transmis pour de nombreuses applications : géodésie, transfert de temps entre horloges atomiques, étude de l'atmosphère, etc.

Le GPS utilise le système géodésique WGS 84, auquel se réfèrent les coordonnées calculées grâce au système. Le premier satellite expérimental fut lancé en 1978, mais la constellation de 24 satellites ne fut opérationnelle qu'en 1995.

5. Le modèle numérique de terrain

Le modèle numérique de terrain (MNT) fournit une information altimétrique, c'est une représentation numérique simplifiée de la surface du territoire, intégrée dans le SIG cette information joue un rôle très important dans les méthodes d'analyse spatiale en particulier pour la prise en compte de la morphologie du terrain.

Il existe de nombreuses représentations possible des surfaces sous forme de MNT sans les SIG, les deux formes essentielles recouvrent le mode Raster et le mode Vecteur. Informations dérivées:

A partir de l'information altimétrique du MNT des cartes dites dérivées vont pouvoir être calculées, en particulier dans un objectif d'analyse morphologique du milieu: Carte des pentes, des orientations, d'ensoleillement, d'inter visibilité, bassins versants, profils en long et en travers, coupes de terrain.

6. Opérations de gestion des données et entretien

6.1 Obligations

Pour utiliser durablement la base de données, il faut s'engager, sur le long terme, à soutenir son application. Il faut disposer du personnel nécessaire non seulement pour son exploitation au quotidien, mais aussi pour modifier le système, le cas échéant. Sans un tel soutien il est très probable qu'on verra progressivement le système perdre de sa capacité pour, en fin de compte, s'effondrer.

6.2 Archives

La base de données doit être périodiquement sauvegardée. Le système doit toujours pouvoir faire face à une grosse défaillance du matériel ou des logiciels et à une perte de données. Pour être sûr que les opérations de sauvegarde sont effectuées régulièrement, il faut que les procédures soient aussi simples que possible.

À mesure que la base de données évolue et que la technologie informatique se modifie, il faut archiver les données pour pouvoir récupérer des séries chronologiques stockées selon la structure ou la conception utilisées précédemment. L'archivage des données doit se faire en utilisant un média non volatile (par exemple CD-ROM) et un mode de présentation des données indépendant du système.

6.3. Réévaluation de la conception

Comme des mécanismes d'information en retour ont été installés et qu'il faut vérifier que le système de gestion des données répond à ses objectifs (c'est-à-dire correspond aux besoins des clients), il faut effectuer des évaluations périodiques. Des représentants des personnes utilisant le système devront être présents.

Il est recommandé d'avoir un programme permanent d'évaluation de la conception pour s'assurer que le système profite des récents développements de la technologie informatique. Une attention spéciale doit être réservée à l'établissement de procédures permettant d'améliorer les données archivées tout en laissant accessibles les données stockées précédemment.