

# Cahier méthodologique sur la mise en œuvre d'un SIG



en partenariat avec





<b>Introduction</b> .....	3
<b><u>I L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE</u></b>	
<b>1. Les données géographiques</b> .....	5
<b>1.1. Information localisée</b> .....	5
Objet géographique	
Les projections	
Les changements d'échelle	
<b>1.2. La donnée « raster »</b> .....	8
Photo aérienne scannée	
Plan scanné	
Image Satellitale	
<b>1.3. La donnée « vecteur »</b> .....	10
Le point	
La ligne	
La surface	
L'objet complexe	
<b>1.4. La donnée alphanumérique</b> .....	11
<b>1.5. La 3<sup>ème</sup> dimension</b> .....	12
<b>2. Les modèles des SIG</b> .....	14
<b>2.1. Le modèle métrique (spaghetti)</b> .....	14
<b>2.2. Le modèle topologique</b> .....	15
<b>3. La métadonnée</b> .....	18
<b><u>II LE RÔLE DES SIG</u></b>	
<b>1. Abstraction</b> .....	21
<b>2. Acquisition</b> .....	22
Où trouver l'information ?	
Les techniques d'acquisitions	
Les échanges de données	
La propriété de la donnée	
<b>3. Archivage</b> .....	25
<b>4. Analyse</b> .....	26
Analyse alphanumérique	
Analyse spatiale	
<b>5. Affichage</b> .....	27
<b><u>III LA MISE EN PLACE</u></b>	
<b>1. Initialisation</b> .....	30
<b>1.1. Conditions pour la réussite du projet</b> .....	30
<b>1.2. Etude préalable</b> .....	30
Analyse des besoins	
Préparation des scénarios	
<b>2. Réalisation</b> .....	32
<b>2.1. Phase d'acquisition</b> .....	32
<b>2.2. Mise en œuvre</b> .....	32

## Introduction

Il y a quelques années la mise en place de SIG paraissait réservée aux grandes structures. Aujourd'hui les progrès informatiques et les possibilités offertes en matière de gestion et d'analyse, conduisent à la généralisation de l'outil à tous les échelons du territoire. Cependant la mise en place d'un SIG, quelle que soit la taille du territoire, reste un investissement humain et financier important.

## Des acronymes

Système d'Information Géographique : **SIG** (GIS pour les Anglo-Saxons) ;

Système d'Information à Référence Spatiale : **SIRS** ;

Système d'Information Localisée : **SIL** ;

Système d'Information ... : **SI...**

## Des définitions

- Système informatique de matériels, de logiciels, et de processus conçu pour permettre

- la collecte,
- la gestion,
- la manipulation,
- l'analyse,
- la modélisation
- et l'affichage de données à référence spatiale

afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion.

*Comité Fédéral de Coordination Inter-agences pour la Cartographie Numérique, 1988, USA.*

- Ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision.

*Michel Didier, 1990, France.*

L'information géographique (IG) est une information ayant une référence au territoire, soit sous la forme

- de coordonnées,
- de nom de lieu,
- d'adresse postale ou autre.

Elle peut être dupliquée sans dégradation,

- circule et s'échange à grande vitesse via les réseaux de communication,
- se combine avec d'autres informations en vue d'en créer de nouvelles.

Les informations géographiques sont acquises,

- stockées,
- analysées,
- visualisées et distribuées à l'aide de systèmes d'information géographique.

*Coordination de l'information géographique et des systèmes d'information géographique, 2001, Suisse.*

**Le SIG apporte une dimension géométrique à tout Système d'Information.**

# **I. L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE**

# 1. Les données géographiques

*Les données géographiques sont des données localisées à la surface terrestre.*

## 1.1 Une Information Localisée

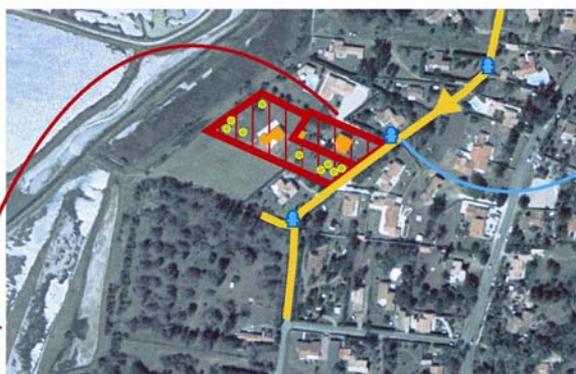
### L'objet géographique

Il est à la base du SIG, et est le support d'autres données et / ou le référentiel permettant de positionner d'autres objets.

La donnée est géographique dès lors quelle est localisable directement par des coordonnées, ou indirectement par des données littérales de type adresse, numéro de commune, numéro de borne kilométrique, code postal, numéro de parcelle cadastrale, ...

Support pour de la donnée littérale.

parcelle n° : 920  
section : ZK  
Propriétaire : Mme Dubois  
Adresse : 22, rue des lilas  
Commune : Bord de Mer  
N° INSEE : 99395  
Code postal : 99140



Référentiel permettant de positionner des objets de façon relative.

Borne à incendie N° 211 se trouvant à la limite du 20 et 22, rue des lilas, côté droit.

Figure 1.1 l'objet géographique support et/ou référentiel

Une Information localisée sur quoi ?

### Les coordonnées terrestres

La terre est une sphère, mais une sphère imparfaite :

- Le Géoïde est la forme théorique qui se rapproche le plus de la surface réelle de la terre c'est à dire le niveau moyen des mers. Il sert de référence pour déterminer les altitudes.

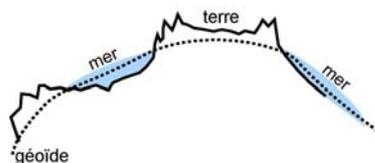


Figure 1.2 le géoïde est la forme théorique de la terre

- L'ellipsoïde est la surface mathématique qui se rapproche le plus de la forme du géoïde ; grâce à ce dernier, on peut calculer les coordonnées géographiques en LONGITUDE et en LATITUDE.



Figure 1.3 l'ellipsoïde

- Le procédé mathématique qui permet le passage de l'ellipsoïde au plan se nomme : **système de représentation plane** ou **système de projection** ou **projection**.  
 Cette transformation ne va pas sans déformation (linéaire, surfacique, angulaire)

**Classement des projections d'après les altérations**

- La déformation linéaire : aucune projection ne conserve sur la carte toutes les longueurs.
  - La déformation angulaire : les projections **conformes** conservent les angles au détriment des surfaces. Elles sont utilisées pour des données à grande échelle de type topographiques.
  - La déformation surfacique : les projections **équivalentes** conservent les surfaces mais pas les angles. Elles sont utilisées pour le cadastre et pour des données à petite échelle.
- Les projections dites **aphylactiques** ne conservent ni les angles ni les surfaces mais sont un compromis compensant au mieux les altérations, utilisées pour les représentations de type planisphère.

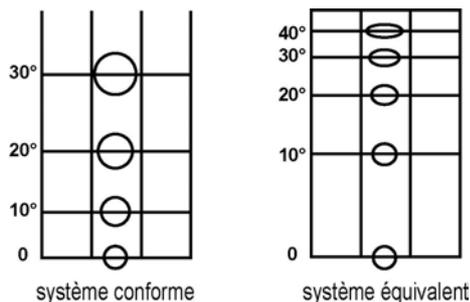


Figure 1.4 des altérations différentes selon les systèmes

**Classement des systèmes d'après la surface de projection**

Projection azimutale, conique, cylindrique.  
 Elle peut être tangente ou sécante, directe, transverse ou oblique.

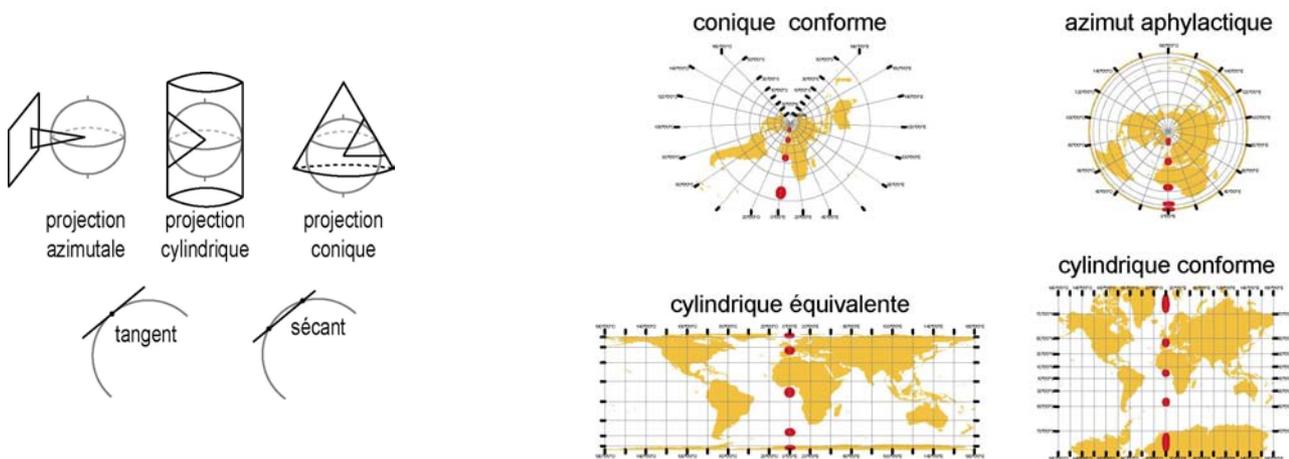


Figure 1.5 des altérations différentes selon les systèmes

La projection légale en France est **la projection Lambert 93**. Elle a été définie pour le nouveau système géodésique **RGF93** (Réseau Géodésique Français 1993) qui est une densification du réseau européen.

La notion d'échelle

L'échelle est le « rapport existant entre une longueur réelle et sa représentation sur la carte », « rapport entre les dimensions ou distances marquées sur un plan avec les dimensions ou distances réelles » (Petit Robert, édition 1995, 2551p).

La donnée numérique et les outils de zoom des logiciels permettent une grande liberté dans les échelles de visualisation de la donnée.

Avec les SIG, on parle plutôt d'échelle d'utilisation, c'est à dire le ratio entre l'échelle à laquelle la donnée a été numérisée et les limites de son exploitation.

***L'échelle d'utilisation dépend de l'usage de la base de données, de la précision géométrique ainsi que de l'exhaustivité des informations géographiques voulues.***

## 1.2. La donnée « raster »

Donnée où l'espace est divisé de manière régulière en ligne et en colonne; à chaque valeur ligne / colonne (pixel) sont associées une ou plusieurs valeurs décrivant les caractéristiques de l'espace.

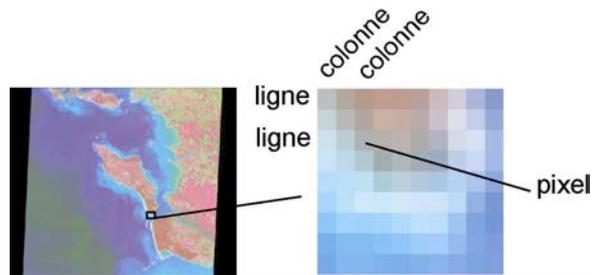


Figure 1.6 donnée où l'espace est divisé de manière régulière

### **La donnée raster ou maillée donne une information en chaque point du territoire**

#### Photo aérienne

La photo est la base de nombreuses données géographiques (cf. page 22).

A partir d'appareil photo ou de caméra aéroportée (avion, ballon, ...) il est possible d'avoir de nombreux détails de la surface de la terre.

Elle peut être :

- scannée,
- numérique (directement intégrable sur un disque dur),
- orthorectifiée (corrigée des déformations d'échelle dues aux différentes altitudes, à l'assiette de l'avion, ... on obtient une orthophotographie)

La précision de la photo aérienne dépend de la dimension du plus petit détail visible (notion de résolution).



Figure 1.7 photo aérienne

#### Plan scanné ou carte scannée

C'est la représentation d'une information déjà interprétée. Ceci montre ses limites.

Par contre, la carte scannée est un bon référentiel visuel car elle est souvent issue de carte papier destinée au grand public (Carte au 25 000ème de l'IGN, plan cadastral, carte routière).



Figure 1.8 carte scannée

### Image satellitale

Image issue de capteurs embarqués dans des satellites d'observation placés sur des orbites de 500 à 36000 km d'altitude. L'image représente le rayonnement solaire réfléchi par les objets au sol dans le domaine visible ou proche infra-rouge. Elle doit subir plusieurs traitements radio-métriques et géométriques avant d'être utilisable dans un SIG.



*Figure 1.9 image satellitale*

### Image satellitale radar

Image enregistrée par des capteurs embarqués dans des satellites d'observation Elle représente la réponse du sol à l'onde envoyé par le capteur (principe du flash ou du sonar).



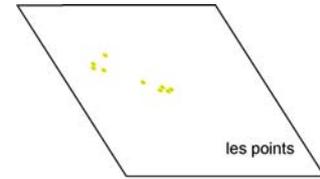
*Figure 1.10 image satellitale radar*

### 1.3. La donnée « vecteur »

**Pour représenter les objets à la surface du globe, les SIG utilisent trois objets géométriques qui sont le point, la ligne et la surface.**

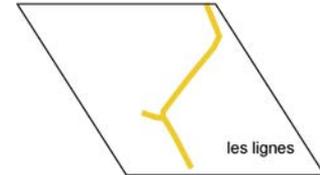
#### Le point

L'objet le plus simple, il peut représenter à grande échelle des arbres, des bornes d'incendie, des collecteurs d'ordures, .... Mais à des échelles plus petites de type carte routière au 1/1 000 000ème, il représente une capitale régionale.



#### La ligne

La ligne représente les réseaux de communication, d'énergie, hydrographiques, d'assainissement, etc.. Elle peut être fictive, en représentant l'axe d'une route, ou virtuelle en modélisant des flux d'information, d'argent, ... .



#### La surface

Elle peut matérialiser une entité abstraite comme la surface d'une commune ou des entités ayant une existence géographique comme une forêt, un lac, une zone bâtie, ...

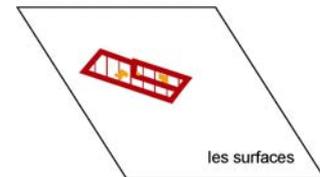


Figure 1.11 les objets géométriques

#### L'objet complexe

Il existe par la relation que les objets ont entre eux :

- un département peut être représenté par une surface, mais il est aussi constitué d'une multitude de surfaces que sont les arrondissements, les cantons, les communes,
- plusieurs rues peuvent former un itinéraire de collecte d'ordures,
- une rue peut appartenir à plusieurs lignes de bus,
- ... .

## 1.4. La donnée alphanumérique

**La donnée alphanumérique ou attributaire ou sémantique, est une information textuelle, qualitative ou quantitative. Elle décrit l'objet géométrique.**

Elle est souvent de nature :

- démographique (recensement de la population, ...),
- administrative (numéro officiel de la commune, ...),
- économique (nombre de salariés, types d'entreprises, ... ),
- sociale (nombre de places en crèche, ...),
- commerciale (adresse des commerces, ...).

Elle permet de mettre en évidence la répartition spatiale d'un objet,

- Où ?
- Où cet objet, ce phénomène se trouve-t-il ?
- Où se trouvent tous les objets d'un même type ?

les phénomènes présents sur un territoire donné.

- Quoi ?
- Que trouve-t-on à cet endroit ?

Elle permet l'analyse spatiale,

- Comment ?
- Quelles relations existent ou non entre les objets et les phénomènes ?

l'analyse temporelle.

- Quand ?
- A quel moment des changements sont intervenus ?
- Quels sont l'âge et l'évolution de tel objet ou phénomène ?

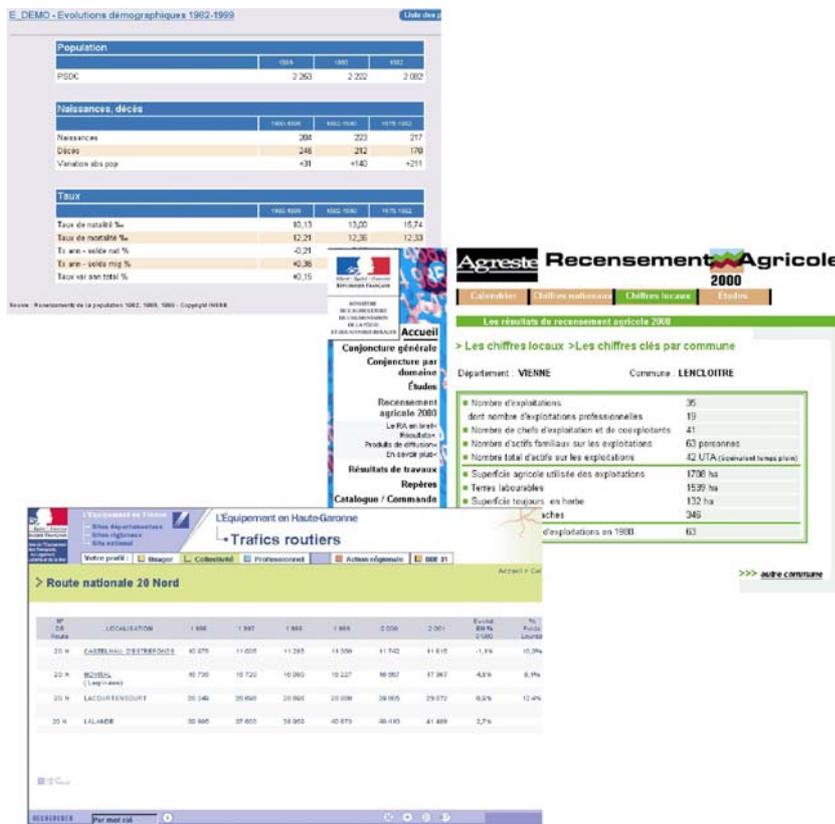


Figure 1.12 la donnée alphanumérique

Elle peut être gérée par un logiciel « SIG » ou par un logiciel de gestion de données.

## 1.5. La 3<sup>ème</sup> dimension

La 2D

Tous les logiciels ne « lisent » pas la 3<sup>ème</sup> dimension, on peut pallier cette situation en travaillant sur la sémantique (cf. 1.4) et mettre ainsi en évidence des objets suivant leur hauteur. Ce n'est pas une représentation en 3D mais une discrétisation à partir d'un renseignement.

### Le Modèle Numérique de Terrain (MNT)

A chaque couple x et y est associé un z ce qui permet de créer un « squelette » du relief sur lequel on peut draper des images satellites ou des photos aériennes où les objets du sursol, maisons, arbres, ... seront plats.

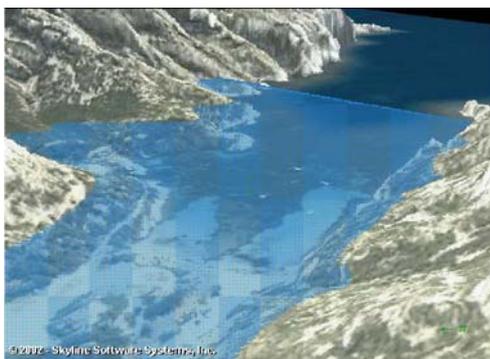


Figure 1.13 Zone du littoral inondée suite à une montée des eaux La photo aérienne a été drapée sur un MNT

Des modèles, plus élaborés prennent en compte les objets du sursol en intégrant un 2<sup>ème</sup> z, ce sont les Modèle Numérique d'Élévation (MNE).



Figure 1.14 Visualisation d'un projet immobilier à partir d'un MNE

A partir des MNT, on peut créer des produits dérivés tels que les courbes de niveau, les classes d'altitude, les cartes de pente, les calculs panoramiques, les cartes d'intervisibilité (cf. fig. 2.4), les profils de terrain, ...

(Remarque : le mot MNT peut représenter le semis de points (x,y,z) et/ou le raster obtenu par extrapolation du semis de points sur une surface continue).

## Documents et sites Internet de référence

BORDIN Patricia. *SIG concepts, outils et données*. Lavoisier, 2002, 259 p.

DI SALVO Magali. *La 3<sup>ème</sup> dimension géographique : Utilisation des modèles numériques de terrain illustrée par la BD-Altitude de l'IGN*. CERTU, 2001, 98 p.

DENÈGRE J. et SALGÉ F. *Les systèmes d'information géographique*. Presse Universitaire de France, 1996, 127 p.

ESSEVAZ-ROULET Michel. *La mise en œuvre d'un système d'information géographique dans une collectivité territoriale*. La lettre du Cadre Territorial (Dossier d'experts) mai 1999, 194 p.

ESSEVAZ-ROULET Michel. *Fichiers « raster » et données maillées*. Fiches maîtrise d'ouvrage du CNIG, 2000 <http://cnig.les-argonautes.fr/>

WEGER G. *Notions de représentations planes*. Ecole Nationale des Sciences Géographiques 1998, 24 p.

*Les systèmes de référence géodésiques*, dossier technique, in SIGNATURE (CERTU), déc.1999, n°17 pp.14 à 20

*Les données maillées*, dossier technique, in SIGNATURE (CERTU) janv.1999, n° 15 pp.10 à 16

*Orthophotographies*, dossier technique, in SIGNATURE (CERTU) sept.2000, n° 19 pp.11 à 16

*Hors série la télédétection* in SIGNATURE (CERTU) mai.2003, n° 03, 4 p.

[http://www.ensg.ign.fr/Presentation\\_SEIG.html](http://www.ensg.ign.fr/Presentation_SEIG.html) (serveur éducatif dédié à l'information géographique)

[http://www.educnet.education.fr/histgeo/Sig\\_Limoges/sommaire.htm](http://www.educnet.education.fr/histgeo/Sig_Limoges/sommaire.htm)

## 2. Les « modèles » des SIG

### Comment décrire les objets localisés sous forme numérique ?

Il y a la géométrie

Il y a la sémantique

Et il y a le modèle, c'est à dire l'analyse de la « réalité » et sa schématisation (cf.2.1) pour rendre utilisable l'ensemble de ces données.

Il existe deux types de modèle :  
Le modèle métrique ou spaghetti  
Le modèle topologique.

### 2.1. Le modèle métrique (spaghetti)

Soit chaque segment est décrit indépendamment l'un de l'autre (cf. fig. 1.15) : le segment S1 a pour sommets A et B qui sont décrits par deux coordonnées chacun, le segment S2 a pour sommets B' et C, ....

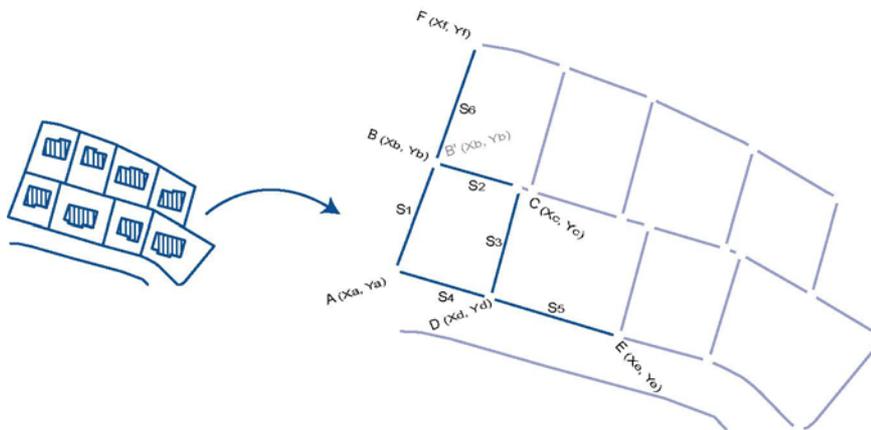


Figure 1.15 1<sup>ère</sup> interprétation de la « réalité »

Soit les objets sont décrits par polygones (cf. fig. 1.16) : le polygone P1 est constitué de quatre sommets A, B, C et D qui sont décrits par deux coordonnées chacun. Le polygone P3 est aussi constitué de quatre sommets mais dont deux (C' et D') se superposent avec les sommets C et D du polygone P1.

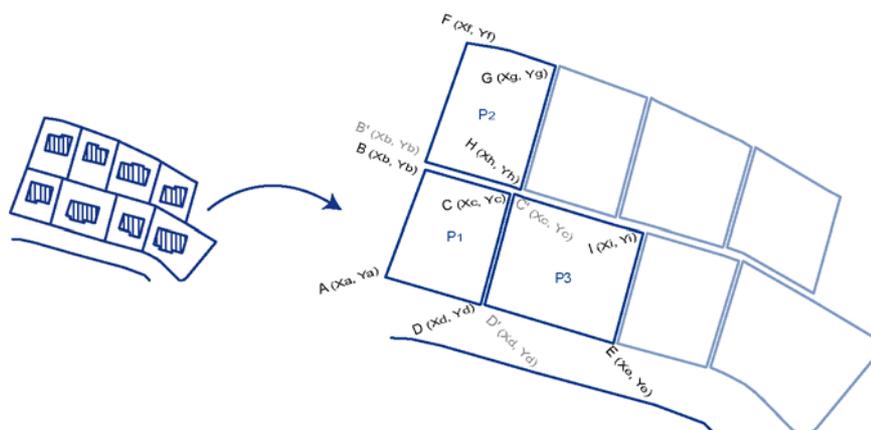


Figure 1.16 2<sup>ème</sup> interprétation de la « réalité »

Ce modèle est utilisé par les logiciels de Dessin ou de Conception Assisté par Ordinateur (DAO ou CAO). Chaque objet, segment ou polygone est indépendant l'un de l'autre ce qui ne permet pas de décrire la réalité mais de la dessiner.

On voit souvent dans les fichiers mal structurés des problèmes additionnels :

- des chevauchements ou des interstices parmi les polygones adjacents,
- des boucles dans les lignes ou les contours de polygones,
- des dépassements ou des raccords manqués entre lignes,
- des polygones non fermés.

## 2.2. Le modèle topologique

Il existe deux niveaux topologiques :

- La topologie de réseau, décrit la relation entre des ensembles linéaires (polylignes) par leurs extrémités qui sont les nœuds. Chaque arc possède un nœud de départ et un nœud d'arrivée permettant de connaître la relation entre deux arcs, ainsi que son sens (cf. fig. 1.17). A partir de ces éléments nous pouvons calculer des itinéraires, des zones d'attractivités, ...

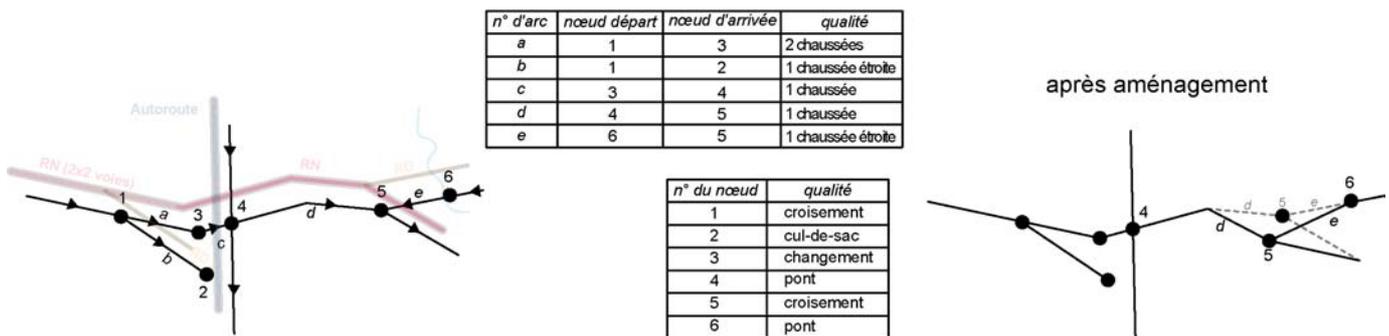


Figure 1.17 topologie de réseau

- La topologie de voisinage permet à partir des arcs constituant le polygone de connaître les voisins de chaque surface (cf. fig.1.18).

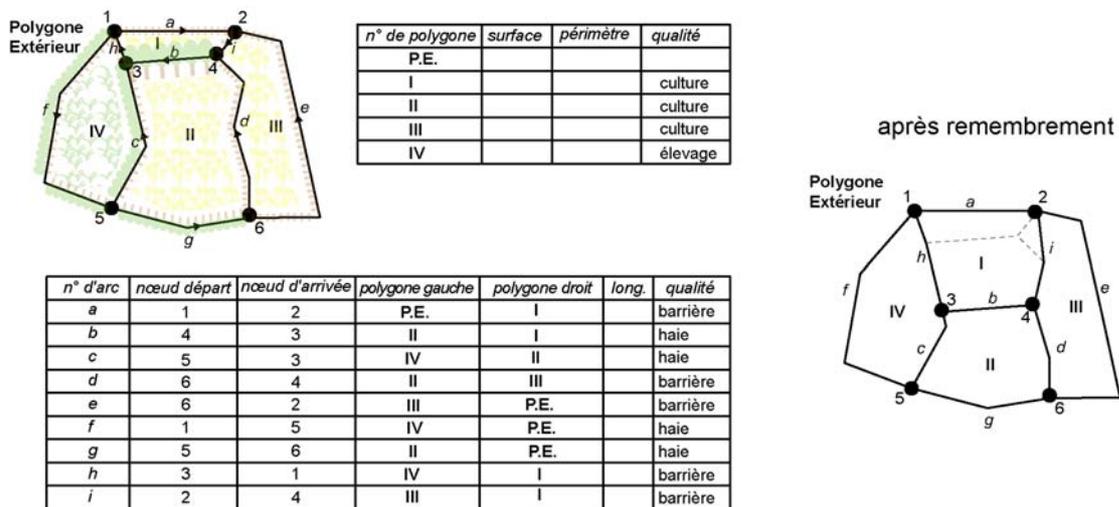


Figure 1.18 topologie de voisinage

La structuration topologique implique en général que :

- on trouve un nœud à l'intersection des lignes qui se croisent,
- une ligne ne s'intersecte pas elle-même,
- et les polygones sont correctement fermés.

***La topologie permet de garantir un niveau de qualité lors de la création des données.***

Il existe une seule limite entre deux polygones (pas de micro-vides entre deux surfaces), tous les arcs qui doivent être connectés le sont.

L'autre avantage de la topologie permet lors d'une modification géométrique d'un objet de modifier aussi la forme de ses voisins (cf. fig. 1.17 et fig. 1.18)

## Documents et sites Internet de référence

BORDIN Patricia. *SIG concepts, outils et données*. Lavoisier, 2002, 259 p.

DENÈGRE J. et SALGÉ F. *Les systèmes d'information géographique*. Presse Universitaire de France, 1996, 127 p.

ESSEVAZ-ROULET Michel. *La mise en œuvre d'un système d'information géographique dans une collectivité territoriale*. La lettre du Cadre Territorial (Dossier d'experts) mai 1999, 194 p.

*La topologie dans le monde SIG*, dossier technique, in SIGNATURE (CERTU) juil. 1999, n° 16 pp.11 à 16

### 3. La métadonnée

***La métadonnée est l'étiquette de la base de données.***

Exemple :

Un pot de mayonnaise

Ingrédients :

Huile végétale  
Jaune d'œuf  
Moutarde  
Vinaigre  
Sel et poivre

Date de péremption

Poids net

A conserver de préférence au frais

Le réseau routier

Description des objets :

Arcs polygones ou points  
modèle topologique ou non  
précisions de la saisie (m dm, ...)  
source de la saisie  
...

Date de la donnée

Périodicité de la mise à jour

Taille de la donnée (octet)

La couverture géographique (Monde, Europe, région Poitou-Charentes, ...)

Système de projection

Etc.

Sans être exhaustif, les métadonnées comprennent des informations sur le producteur de la donnée, ses conditions de création ou de diffusion (interdiction, restriction, accès libre) sa qualité, son extension géographique, ...

***Ces renseignements ont pour but de favoriser l'utilisation et la diffusion de la donnée en précisant les caractéristiques et les précautions d'emploi à respecter.***

La métadonnée doit être correctement renseignée pour qu'elle soit accessible au plus grand nombre. Des travaux sur la normalisation sont en cours (Comité technique 211 de l'ISO - International Standardization Organization).

On distingue trois types de métadonnées :

Métadonnées pour la découverte : un minimum d'information permettant d'identifier les données pouvant correspondre à ses besoins.

Métadonnées pour le catalogage : renseignement plus précis permettant de servir de spécification, de contrôle lors d'une livraison.

Métadonnées pour l'exploitation : permet à l'utilisateur d'appréhender la donnée et de mieux connaître ses limites d'exploitation.

Il existe actuellement des outils de saisie dont REPORTS qui fonctionne sous « ACESS » mis au point par le CERTU (Ministère de l'équipement) pour le compte du CNIG (Conseil National de l'Information Géographique) et de l'AFNOR (Association française de normalisation).

## Documents et sites Internet de référence

BORDIN Patricia. *SIG concepts, outils et données*. Lavoisier, 2002, 259 p.

COUDERCY Laurent. *Le catalogage et les métadonnées*. Fiches maîtrise d'ouvrage du CNIG, 1999, <http://cniq.les-argonautes.fr/>

Conseil National de l'Information Géographique et Agence pour le Développement de l'Administration Électronique. *Projet de volet information géographique du cadre commun de l'interopérabilité entre systèmes d'information de l'administration*. <http://www.adae.pm.gouv.fr/>

<http://www.iaq.asso.fr/articles/qualite.htm>

## II. LE RÔLE DES SIG

# 1. Abstraction

**C'est la modélisation, l'intellectualisation du monde réel suivant différents prismes.**

A quoi va servir la base de données ?

La construction du Schéma Conceptuel de Données (SCD) permet de modéliser la base de données en définissant les objets (classes d'objets), leurs attributs ainsi que leurs relations (cf. fig. 2.1).

Prenons l'exemple de la mise en place d'un circuit touristique lié au patrimoine historique d'un pays : des bornes interactives situées dans les gares et syndicats d'initiatives permettent de se constituer un circuit selon un thème et son moyen de locomotion.

On représente tous les lieux pouvant accueillir des touristes, reliés par des axes de communication afin que le voyageur puisse choisir son mode de transport en fonction du temps dont il dispose (cf. fig. 2.1).

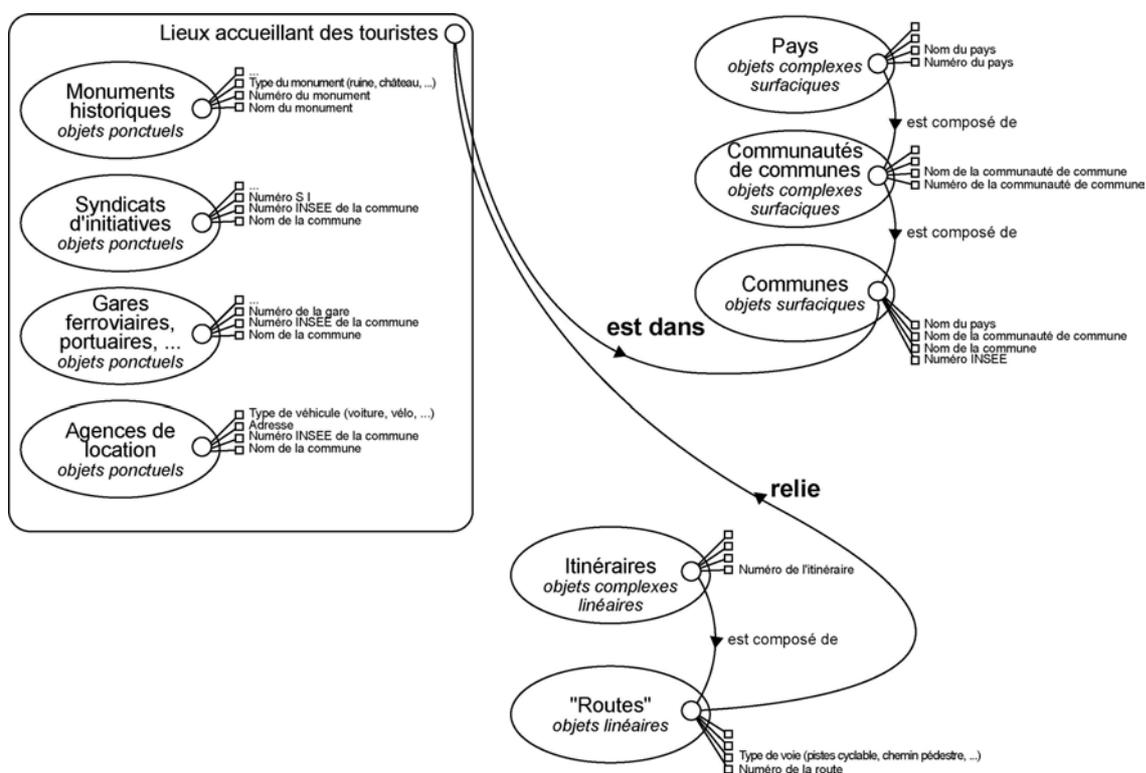


Figure 2.1 Schéma Conceptuel de Données

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 (décideurs, utilisateurs, prestataires, ...).

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 ( que les diffuseurs de logiciels sont réticents à donner, afin de rendre captif le futur client), le MCD interprétera et stockera le Schéma Conceptuel de Données (SCD). Il est facile mais dommageable de faire l'inverse (modéliser à partir d'un logiciel), l'important étant le résultat, le logiciel n'étant qu'un outil.

**L'outil SIG doit être capable de transcrire et de « stocker » votre modélisation.**

## 2. Acquisition

### Où trouver de l'information ?

Auprès d'organismes nationaux ou internationaux producteurs ou revendeurs :

- de données de références : IGN (Institut Géographique National), INSEE (Institut National de la Statistique et des Études Économiques), DGI (Direction Générale des Impôts) MEGRIN (Multipurpose European Ground Related Information Network) TéléAtlas, Spot Image, Michelin, ...

- de données thématiques : INSEE, SHOM (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine), IFEN (Institut Français de l'Environnement), Météo France, Médiapost, concessionnaires de réseaux, IGN, observatoires régionaux (Système d'Information Régional) ...

Auprès de producteurs locaux, cabinet de géomètres, sociétés de services, service de l'Etat, collectivités territoriales, concessionnaires de réseaux, SIR ...

***Si la donnée n'existe pas sous forme numérique, il est possible de la créer soi-même***

ou par un prestataire :

- numérisation du cadastre
- localisation du patrimoine communal
- ...

### Les techniques d'acquisition

Pour les données « raster » voir le paragraphe n° : 1.2 page 8

Pour les données vecteurs (cf. 1.3 page 10) les sources sont soit indirectes, plan, photo, image satellite, soit directes avec des levés terrains.

- Acquisition à partir de documents existants :

Du papier (plan carte) au numérique, 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 » » (cf. 1.2 page 8)

- 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 constitution de la donnée topographique de l'IGN pour l'ensemble du territoire se fait par photogrammétrie). 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 (d'après Terminologie de télédétection et photogrammétrie, PUF, 1997).

- Acquisition à partir de donnée alphanumérique :

La donnée littérale permet de créer de la donnée (géocodage) ou de l'enrichir (cf. 1.4 page 11).

- 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.
- Levé à la planchette.
- Levé avec théodolite (mesure des angles) et/ou distancemètre.

NB : Il faut clairement distinguer la précision de la localisation et la qualité des données attributaires. On peut dire que la fiabilité résulte d'une combinaison de la précision géométrique et de la présence de métadonnées judicieuses.

### Les échanges de données

L'acquisition de données externes et leur diffusion font partie de la mise en place d'un SIG et de son évolution. Or, l'échange de données géographiques n'est pas qu'un échange de coordonnées X et Y et d'un éventuel Z. C'est échanger toute une série d'informations très diverses supportées par des technologies différentes :

- Qualité de la donnée (précision)
- La métadonnée
- Le référentiel de localisation
- La structure de la donnée sémantique
- La donnée graphique
- Les relations entre objets
- Le codage des caractères
- Le support physique pour l'échange
- Le matériel

Pendant longtemps, l'absence de normalisation pour l'échange a freiné la diffusion et le développement des SIG. Actuellement une norme nationale existe (EDIGÉO Echange de Données dans le domaine de l'Information Géographique), mais sa diffusion reste limitée malgré l'appropriation par deux grands producteurs de données que sont l'IGN et la DGI. Ceci n'empêche pas les données de circuler mais sous le contrôle des producteurs de logiciels qui ont mis au point des formats d'échange (format propriétaire).

Pour rester dans la compétition, beaucoup de logiciels du marché lisent les formats d'échange les plus courants et dans le meilleur des cas sont capables d'exporter dans le format d'échange des concurrents.

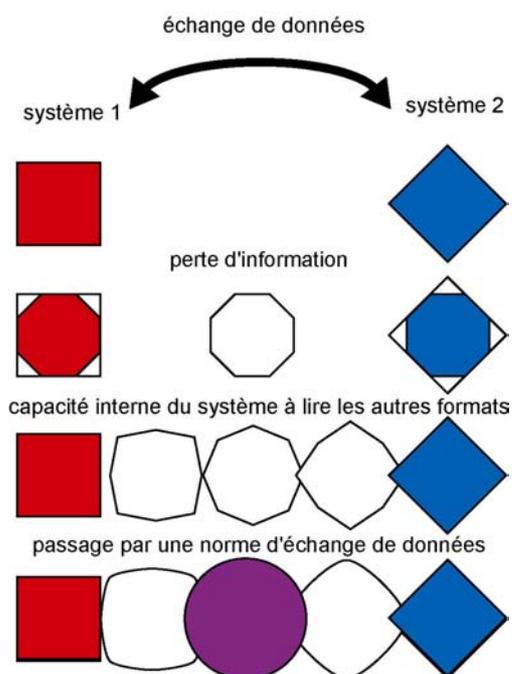


Figure 2.2 Echange de Données Géographiques (EDG)

Avant de se poser la question de l'inter-opérabilité (capacité des systèmes d'information géographique à partager des informations et à travailler entre eux), il est intéressant de savoir ce que l'on partage ? Pour faire quoi ? Avec qui ?

Qu'est-ce qu'on partage ? de la donnée géographique, des cartes, ...

Pour faire quoi ? de l'affichage simple, de l'affichage multi-serveur, pour redessiner, pour analyser, ...

Avec qui ? un utilisateur qui consulte une carte, télécharge une carte ou de la donnée, un administrateur de données d'un organisme partenaire, un producteur, ...

Selon les réponses à ces questions, ***il existe différents formats d'échange normalisés ou non, plus ou moins difficiles à mettre en œuvre. Les échanges de données sont primordiaux dans la mise en place d'un SIG, c'est une étape à ne pas manquer.***

### La propriété de la donnée

***La création de donnée géographique rentre dans le cadre de production intellectuelle et donc de la propriété intellectuelle.***

L'acquisition de données n'entraîne pas le transfert au profit de l'acquéreur des droits exclusifs de propriété. Leur utilisation peut-être limitée, interdiction ou limitation de reproduction graphique ou numérique de la donnée sur internet ou document papier.

L'achat de données à un producteur autorise le plus souvent à utiliser la donnée mais ne donne pas la propriété de celle-ci.

Le droit de la propriété intellectuelle, droit d'auteur s'applique à des données dont la mise en forme (structuration) doit présenter un caractère d'originalité. L'utilisateur devra s'assurer auprès de l'auteur qu'il est autorisé à reproduire tout ou partie de l'œuvre de celui-ci.

Le droit économique permet de protéger les données en raison de l'investissement substantiel qui a permis de les produire. Ce droit permet de protéger le contenu de la base et non plus sa seule structure. Ces deux protections sont cumulables ou peuvent être indépendamment invoquées.

Toute concession de droits d'utilisation de données géographiques accordée par un fournisseur à un tiers doit faire l'objet d'un écrit (contrat ou licence) prévoyant la nature des droits cédés ainsi qu'une description de la donnée.

### **3. Archivage**

La gestion :

Les données acquises, il faut être capable de 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 (SGBD) 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).

## 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 (cf. 1.4 page 11) 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.

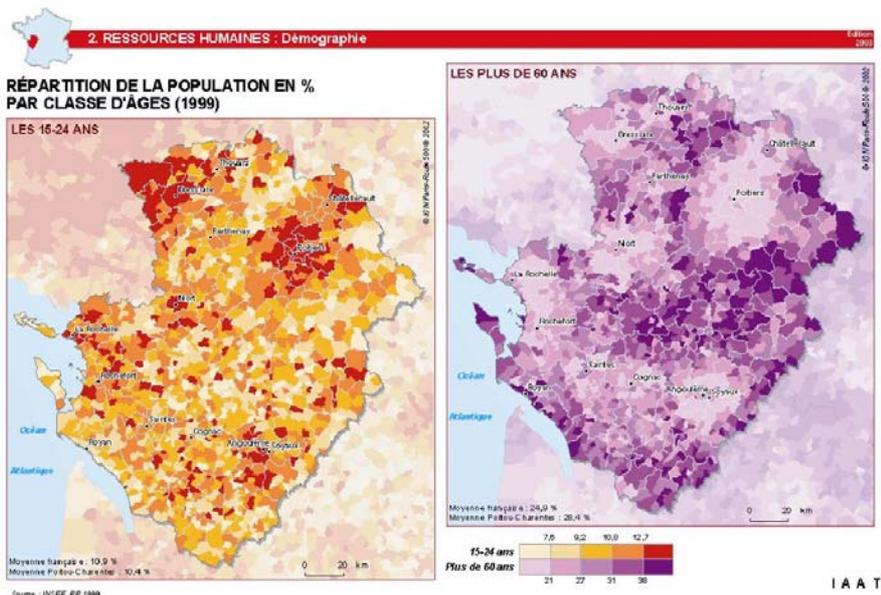


Figure 2.3 Analyse statistique

### 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 les relations entre les objets, par exemple en sélectionnant suivant une distance, une intersection, un positionnement, sans modifier les objets.

On peut travailler sur la topologie quand elle existe (cf.2.2 page 15).

On peut manipuler de la donnée en la découpant, la joignant, l'excluant.

### Etude d'impact visuel

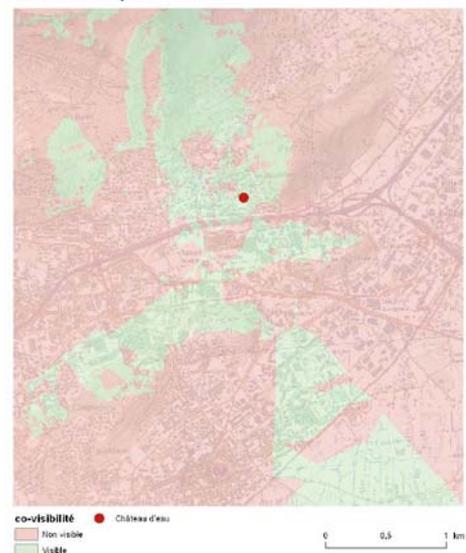


Figure 2.4 Analyse spatiale géométrique

## **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, ...

Si l'affichage n'est pas le cœur du système, il reste un élément très important grâce au pouvoir de communication de la carte.

## Documents et sites Internet de référence

BEGUIN Michèle et PUMAIN Denise. *La représentation des données géographiques*. Armand Colin, 1994, 192 p.

BORDIN Patricia. *SIG concepts, outils et données*. Lavoisier, 2002, 259 p.

DENÈGRE J. et SALGÉ F. *Les systèmes d'information géographique*. Presse Universitaire de France, 1996, 127 p.

PELLE Stéphane. *Quelques conseils pour modéliser des données géographiques*. Ecole Nationale des Sciences Géographiques, 2001, 11 p.

PRIOU Jean-Yves. *Les échanges de données géographiques*. Ecole Nationale des Sciences Géographiques 1997, 10 p.

PUMAIN Denise et SAINT-JULIEN Thérèse. *L'Analyse Spatiale*. Armand Colin 1997, 167 p

<http://www.adae.pm.gouv.fr> « Projet de volet information géographique du cadre commun d'interopérabilité entre systèmes d'information de l'administration »

[http://www.ensg.ign.fr/Presentation\\_SEIG.html](http://www.ensg.ign.fr/Presentation_SEIG.html) (serveur éducatif dédié à l'information géographique)

<http://www.eurogeographics.org>

<http://www.ign.fr>

### III. LA MISE EN PLACE

Nous n'allons pas développer la mise en place ou la gestion de projet, mais plutôt les spécificités de ce type de projet en raison de son caractère « géographique ».

La réussite d'un projet SIG dépend, pour une bonne part, de facteurs non techniques tels que l'analyse des besoins, la méthodologie de mise en place, les conditions économiques liées aux investissements et au fonctionnement.

Sa pérennité nécessite :

Un personnel formé et permanent

Un fonctionnement quotidien

Une adaptation à l'organisation des services

L'élaboration d'un scénario d'évolution.

## **1. Initialisation**

### **1.1 Réunir les conditions pour la réussite du projet**

Mise en place d'un organe de pilotage constitué d'élus, de chefs de service, qui aura pour mission de désigner un chef de projet et de valider les différentes étapes du projet. Il est à noter que ce type de projet doit être porté par des élus convaincus de l'intérêt de l'Information Géographique.

Désignation d'un responsable projet ayant des connaissances en information géographique qui aura en charge la constitution d'un groupe de travail rassemblant des techniciens manipulant de façon implicite de l'information géographique numérique ou non.

Sensibilisation, information, communication doivent entourer le projet. La sensibilisation des élus est importante, tout comme l'information vers les techniciens, futurs utilisateurs, est primordiale. Le SIG peut-être un élément déstabilisant car il peut introduire des redéfinitions de poste, de nouvelles tâches, de nouveaux rapports.

Ne pas oublier que la donnée géographique a un coût (la numérisation d'une parcelle cadastrale varie actuellement de 1,1€ à 1,5 € TTC), c'est un investissement conséquent pour une collectivité territoriale.

### **1.2. Etude préalable**

#### Analyse des besoins.

Il faut déterminer les utilisations souhaitées, les résultats attendus, le territoire couvert, les délais de mise en œuvre, la plus value du SIG, ...

Pour recenser les besoins et / ou les souhaits de l'ensemble de la collectivité, il faut normaliser un guide d'entretien avec l'inventaire des informations souhaitées. Ce guide est destiné aux différents centres de décisions et d'intérêt (Secrétaire Général, Chefs de services, Utilisateurs spécialisés, Utilisateurs finaux).

Recherche intuitive

*Quels sont les thèmes d'informations utiles (en rapport avec le SIG) ?*

*Existe-t-il des contraintes particulières (confidentialité, fiabilité,...) ?*

*Quelle sera la valeur ajoutée dans le service ?*

Recherche à partir du besoin exprimé par le demandeur

*Quels sont les futurs utilisateurs du SIG ?*

*Quelles sont les données ?*

*Quels problèmes le SIG résoudra-t-il ?*

*Combien de temps ce besoin existera-t-il ? Qu'est-ce qui va faire évoluer le besoin ?*

Etude de l'environnement, du contexte – Analyse de l'existant

*Quelles sont les conditions d'utilisation du SIG ? Interaction de celui-ci avec les données et/ou logiciels préexistants ? (interne)*  
*Quels sont les SIG et les sources de données déjà existants ? (externe et interne)*  
*Quels sont les données numériques(mode), les nomenclatures, les référentiels et les progiciels existants dans le service ? (interne)*  
*Comment va être accepté le SIG ? Quels changements dans l'organisation impliquera-t-il ? (interne)*

Cette phase doit-être un accompagnement auprès des acteurs, car si la donnée géographique est simple à imaginer, elle est plus complexe à mettre en œuvre.

### Préparation des scénarios :

- Prise en compte des ressources humaines soit par ré-affectation de poste ou création.

Quatre niveaux de compétence sont admis :

L'administrateur de données localisées est en charge de la gestion du patrimoine de données géographiques.

Le géomaticien expérimenté est en charge de l'analyse, du traitement et de la représentation de la donnée géographique. Il est la personne ressource en matière d'utilisation de logiciels. Il maîtrise les concepts et les techniques de la géomatique, il possède les compétences en sémiologie graphique.

L'opérateur géomatique participe à l'analyse, au traitement et à la représentation de la donnée géographique. Il possède une bonne pratique des techniques de la géomatique.

L'utilisateur est un consommateur d'information géographique. Il utilise des applications clef en main qui répondent à des procédures techniques ou administratives.

- Prise en compte des formations à envisager.

- Prise en compte du type de donnée à acquérir et de sa disponibilité sur le marché.

Pour exemple, voici une liste non exhaustive et arbitraire de données géographiques utiles à un territoire :

Cadastre, fonds de plan, réseau d'assainissement, réseau de distribution d'eau potable, réseau de distribution d'électricité, réseau d'éclairage public, signalisation lumineuse, réseau téléphonique, réseau de télédistribution, voirie, mobilier urbain, espaces verts, habitat, installations classées, activités économiques, zonages réglementaires en matière d'environnement et d'hygiène, PLU, urbanisme pré-opérationnel, ...

- Prise en compte des solutions techniques en matière de matériel, de solution logiciel.

## **2. Réalisation**

Une fois le scénario choisi, reformuler le projet et décrire plus précisément celui-ci.

La rédaction du cahier des charges et du cahier des clauses techniques particulières doit permettre au commanditaire de bien reformuler le projet et au futur fournisseur de construire le projet le mieux adapté.

### **2.1. La phase d'acquisition**

Elle comporte :

Le choix du fournisseur et / ou du prestataire capable d'assurer la maîtrise d'œuvre de la partie logiciel et de sa mise en œuvre :

- du déploiement d'un logiciel de base et des éventuels modules,
- du déploiement de logiciels métiers (pour les utilisateurs finaux),
- d'éventuels développements spécifiques,
- de la formation,
- de l'installation,
- de l'assistance,
- ...

Le choix du fournisseur et / ou du prestataire capable d'assurer la création ou l'acquisition de données géographiques.

L'établissement d'un calendrier, car nous sommes sur des projets à moyen et long terme.

### **2.2. la mise en œuvre**

Prendre le relais des organes de pilotage pour suivre le déroulement des travaux, la conformité des livraisons, résoudre les éventuels problèmes. Ceci se fera sous la responsabilité du chef de projet.

Mettre en œuvre des formations professionnelles, des éventuels recrutements pour garantir en partie la permanence du projet.

Continuer l'information et la sensibilisation auprès des élus et des futurs utilisateurs en ce qui concerne l'état d'avancement.

## Documents et sites Internet de référence

BORDIN Patricia. *SIG concepts, outils et données*. Lavoisier, 2002, 259 p.

DENÈGRE J. et SALGÉ F. *Les systèmes d'information géographique*. Presse Universitaire de France, 1996, 127 p.

ESSEVAZ-ROULET Michel. *La mise en œuvre d'un système d'information géographique dans une collectivité territoriale*. La lettre du Cadre Territorial (Dossier d'experts) mai 1999, 194 p.

RAVALET Sylvie et PANET Isabelle. *Vademecum du chef de projet SIG*. Ecole Nationale des Sciences Géographiques, 2001, 47 p.

Schéma Directeur de l'Information Géographique du Ministère de l'Equipement. CERTU, 2003, 98 p. <http://www.certu.fr>