

LE SYSTEME D'INFORMATIONS GEOGRAPHIQUES DE L'I.G.N. :

ou mettre à la disposition de la communauté des utilisateurs une référence topographique numérique fiable et commune

par François Salgé

1. Système d'informations géographiques. Qu'est-ce ?

Des bases de données localisées aux systèmes d'informations géographiques en passant par les notions de bases de données géocodées, urbaines, topographiques, cartographiques, la terminologie est entachée d'un flou artistique que chaque auteur entretient.

On peut définir un système comme un ensemble d'objets et d'activités reliés entre eux et qui interagissent dans un but commun. Dans tout système on distingue, entre les objets et activités qui les composent, des groupes homogènes nettement détachés du reste, que l'on désigne sous le nom de sous-systèmes.

On peut définir les systèmes d'informations comme l'ensemble des procédés pour le recueil, la codification, le stockage, l'analyse, la récupération de données ainsi que pour la présentation de l'information qui s'y rapporte

Les systèmes d'information géographique sont ceux dont l'objectif est de travailler avec une information géographique.

Les anglo-saxons proposent pour les GIS (Geographical Information System) la définition suivante : un ensemble de matériels et de logiciels permettant de saisir, corriger, manipuler, éditer des informations géographiques.

Mais qu'entend-on par information géographique ? Il est indiscutable que toute donnée spatiale, tout point, ligne ou zone qui a une signification physique est une donnée géographique (une source, un fleuve, une limite administrative, une zone homogène d'un point de vue topographique, lithologique, agricole, écologique..)

Des objets tels que population active, investissement, revenu..se référant à des milieux ou des zones concrètes, plus généralement toutes les données socio-économiques que l'on peut rapporter à une zone physique déterminée sont aussi des informations géographiques.

Les systèmes d'informations géographiques traitent donc de toutes ces données physiques ou socio-économiques qui peuvent se rapporter à une unité localisée, à un point, zone, limite de la planète.

Par extension une carte classique associée à son lecteur peut apparaître comme un système d'informa-

tions géographiques. En réalité, le terme de SIG est généralement limité aux seuls systèmes ayant une composante informatique.

Traditionnellement dans un SIG on sépare 4 sous-systèmes homogènes :

- un sous-système de saisie qui a pour fonction principale de transformer des informations géographiques, non structurées et souvent non numériques en informations géographiques numériques cohérentes qui servent de lot principal de données sur lequel se bâtit le SIG.

- un sous-système de gestion de données qui, à l'instar de tout SGBD, est chargé de gérer ces données, à savoir de prendre en entrée les données saisies, de les stocker et de les retrouver en fonction de requêtes utilisateurs.

- un sous-système de traitement de calcul et de combinaison de données permettant d'analyser, croiser, élaborer des déductions contribuant à mieux faire ressortir des caractéristiques d'une zone géographique. Véritable cœur du SIG, c'est généralement par la plus ou moins grande pertinence de ce sous-système que se différencient les SIG du commerce.

- un système de rédaction cartographique permettant de mettre sous forme graphique les informations géographiques de base ou les inférences du sous-système précédent. D'un simple document de travail à une carte «fignolée» telles sont les sorties de ce sous-système.

Le terme de base de données fait référence au seul sous-système SGBD et aux données d'un système d'informations géographiques. On le spécialise en lui adjoignant des qualificatifs :

- localisées quand on ne sait préciser la nature des informations

- géocodées quand on fait référence à une tessellation de l'espace

- urbaines quand le domaine d'intérêt est la ville

- topographiques quand la description de ce que l'on peut voir dans le paysage est le fil directeur

- cartographiques quand une interprétation de ces données est faite de nature cartographique.

2. Le système d'informations géographiques de l'I.G.N.

De par sa mission principale de cartographie du territoire national, l'I.G.N., comme les organismes dont il est l'héritier, a toujours eu des activités orientées vers le domaine graphique. Ces quarante dernières années ont toutefois été marquées par une évolution considérable de la méthodologie d'établissement des documents car-

tographiques.

Dès le début des années 50, l'I.G.N. fut le premier établissement à remplacer systématiquement les techniques traditionnelles de levé sur le terrain par la méthode photogrammétrique, utilisant des couples stéréoscopiques de photographies aériennes. Il fut également l'un des premiers à utiliser les supports reproductibles, facilitant ainsi l'utilisation de ses travaux par les techniciens de nombreuses disciplines.

A la fin des années 60, une équipe d'ingénieurs commença à étudier l'introduction de l'informatique et du numérique en cartographie, mais les travaux furent freinés par l'inexistence, à l'époque, de moyens d'affichage graphique.

Ce n'est qu'il y a une quinzaine d'années que ces recherches commencèrent réellement à porter leurs fruits et à entrer en production, grâce à l'augmentation des capacités du traitement informatique et surtout à l'apparition de systèmes graphiques interactifs performants.

Cette longue histoire et cette recherche constante du progrès technologique permettent maintenant à l'Institut d'aborder dans de bonnes conditions les grands projets de bases de données localisées et de bâtir son système d'informations géographiques.

Les projets de bases de données

Abordons d'abord le domaine documentaire puisque l'I.G.N. possède un fond cartographique considérable hérité pour une bonne part de ses devanciers et constamment enrichi depuis. L'Institut assure également depuis 1946 la gestion de la photothèque nationale (photographies aériennes et images spatiales). Dans les toutes prochaines années cette documentation, ainsi que celle concernant les points géodésiques et les repères de nivellement, sera totalement informatisée en vue d'améliorer sa gestion et surtout de faciliter considérablement sa diffusion, notamment par voie télématique.

Les progrès accomplis par les scanners permettent également la fourniture de l'information cartographique (ou photographique) existante sous forme numérique maillée et compactée, stockée sur disque optique numérique ou même CD-ROM. Ceci facilite beaucoup l'utilisation des données cartographiques, permettant par exemple des visualisations sur écran graphique avec une définition acceptable.

Mais les deux plus importants projets concernent les bases de données géographiques. La «base de données cartographiques» d'abord, qui vise la gamme d'échelle allant de 1:100 000 à 1:500 000. Elle sera constituée par scannage et traitement des cartes à 1:50 000 existantes pour les éléments linéaires (réseaux), et par traitement de l'imagerie spatiale SPOT pour les thèmes de surface. Son achèvement sur la totalité du territoire national est prévu pour le début des années 92 mais certains «thèmes» (réseau routier, réseau EDF...) devraient être disponibles plus tôt.

Le projet de «base de données topographiques», vise lui, une gamme couvrant les échelles de 1:15 000 à

1:50 000. Cette base sera constituée principalement par exploitation photogrammétrique numérique de clichés aériens à l'échelle de 1:30 000, permettant d'atteindre une précision et une richesse compatibles avec la cartographie à l'échelle de 1:5 000 prévue dans le cadre du plan topo-foncier national. L'objectif actuel est de réaliser la couverture complète du territoire en une trentaine d'années, objectif très ambitieux quand on sait qu'il a fallu à chaque fois près d'un siècle pour achever les trois précédentes générations de la carte dite «de base» (carte de Cassini, carte d'Etat-Major et carte à 1:25 000).

Les bases de données déjà constituées

Face à ces projets qui en sont au stade du démarrage, l'I.G.N. ne part pas de rien et dispose d'ores et déjà de données numériques tout à fait consistantes.

Il s'agit d'abord de la base de données des communes comportant les coordonnées des mairies, des «centroïdes» des communes ainsi que leurs limites. Cette base de données, indispensable pour la cartographie thématique, constitue également la principale clé d'accès aux autres bases ; en effet peu nombreux sont les utilisateurs qui formulent leurs interrogations par l'intermédiaire de coordonnées !

Depuis une dizaine d'années, l'I.G.N. a également constitué une base de données altimétriques du territoire national, par numérisation des courbes de niveau de la carte à 1:25 000. Cette base imposante, puisque son encombrement est d'environ un gigaoctet, permet de nombreuses applications telles que : des calculs de modèles numériques de terrain, de cartes de pentes ou d'ensoleillement, de profils de terrain, de blocs diagramme...ainsi que la réalisation automatique des matrices des cartes en relief.

Enfin, il faut signaler l'avancement rapide de la base de données des toponymes qui contient tous les noms de la carte actuelle à 1:25 000, avec des attributs descriptifs, localisés au kilomètre près. Ultérieurement, au fur et à mesure de la constitution de la base de données topographiques, ces deux bases seront croisées, chaque toponyme venant en attribut de l'objet ou entité qu'il désigne.

L'apport des bases de données par rapport à la cartographie traditionnelle

Cet apport va être tout à fait considérable et ce de plusieurs points de vues.

Pour ce qui concerne d'abord les utilisateurs, la diffusion des données sous forme numérique ou même télématique apportera un gain indéniable en rapidité d'accès et commodité d'emploi. Par ailleurs, les possibilités d'extraction par zone géographique, par thème, etc., permettront aux techniciens de disposer de données adaptées et seulement de celles qui les intéressent, afin d'asseoir géométriquement leurs propres données, d'effectuer des traitements thématiques par croisement avec d'autres bases, etc..

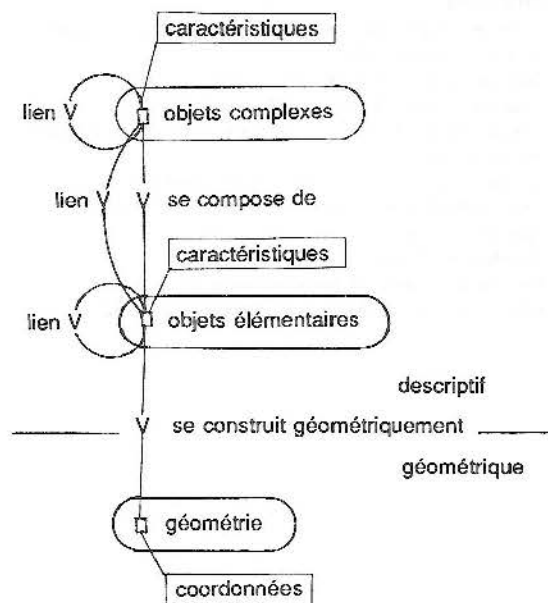
En matière de contenu de l'information, là aussi le

gain sera très important. La principale caractéristique des bases de données localisées est en effet de dissocier radicalement la saisie de l'information de son exploitation, et ceci dans le domaine cartographique constitue une véritable révolution. On obtient ainsi une amélioration de la précision de l'enregistrement des données liée aux performances des appareils actuels et ce d'autant plus que chaque objet est numérisé à sa position réelle : amélioration également de la richesse du contenu surtout dans les zones très chargées en détails (où précisément la représentation graphique imposait des choix dès la saisie).

Dès lors, la base de données est à même de servir de support à des informations externes propres à l'utilisateur. Cette évolution se manifeste par la transition du concept de cartographie numérique à celui de système d'information géographique.

3. Les caractéristiques requises par un système de gestion de base de données localisées.

Les éléments géographiques, non nécessairement cartographiés dans les cartes conventionnelles, et les informations qu'ils supportent, demandent à être modélisés dans un modèle de données localisées reflétant la réalité géographique. De tels modèles de données se décomposent classiquement suivant deux composantes principales : un niveau géométrique renseignant sur la forme des éléments géographiques et contenant les coordonnées et un niveau descriptif ou géographique explicitant la nature et les caractéristiques de ces éléments.



- Schéma conceptuel des données d'une base de données localisées

Les éléments du terrain à conserver dans la BD (objets géographiques) ne sont pas indépendants les uns des autres. Des liens permettent d'exprimer des relations entre ces objets. On distingue deux catégories d'objets, ceux élémentaires qui sont décrits directement par le niveau géométrique, ceux complexes, qui se construisent à partir de ces objets élémentaires. chaque objet est décrit par un certain nombre de caractéristiques (voir schéma 1)

Le niveau géométrique repose en général sur un graphe formé d'arcs, de sommets et de faces regroupant tous les traits et les intersections nécessaires pour construire les objets géographiques.

Une fois qu'un phénomène spatial a été précisément structuré de façon appropriée suivant un modèle défini, le défi demeure pour l'utilisateur d'extraire et manipuler des données et d'afficher les informations résultantes d'une façon pertinente pour un problème spécifique. Ces données sont extraites en suivant des critères de sélection géométrique (limite d'extraction, simplification en géométrie) et des critères thématiques (sélection d'objets ayant certaines caractéristiques).

Intrinsèquement une base de données localisées est spécifiée pour permettre à un utilisateur de définir un lot d'informations réduit au strict nécessaire pour son application. Le système de gestion de base de données localisées (SGBDL) doit donc fournir les fonctionnalités pour satisfaire cette spécification.

Peu de systèmes de cartographie numérique ou de SIG ont eu recours à des techniques de SGBD. D'une façon abstraite, la technologie des SGBD fournit des fonctionnalités utiles pour la gestion des données localisées. Parmi celles-là, on trouve des fonctions de stockage de données en relation sans qu'il ne soit nécessaire d'introduire des redondances, celles rendant les programmes d'application indépendants des données (indépendance logique), celle permettant une approche commune et contrôlée pour ajouter, modifier, retrouver les données de la base.

Les fonctionnalités offertes par un SGBD relationnel pour répondre aux requêtes spécifiques semblent le rendre le moins mauvais actuellement pour les données spatiales.

Les SIG doivent également supporter l'accès de plusieurs utilisateurs sur une BD localisée centrale. Cela rend cruciaux les problèmes de sécurité, d'intégrité, de synchronisation etc..

La clé de base pour créer un SGBD localisé est de permettre l'utilisation intégrée d'un type nouveau de données = les données localisées. L'extension du modèle relationnel pour tenir compte des points, arcs, sommets, faces devrait simplifier grand nombre des problèmes qui existent en essayant d'utiliser un SGBD du commerce. (première extension).

L'utilisation de champ de longueur variable dans les SGBD du commerce (Bulk pour Empress) permet de résoudre le problème du stockage. Cependant cette méthode est prise en défaut quand il s'agit d'ajouter un jeu d'opérateurs spéciaux pour ce type de données (5). (deuxième extension).

La troisième extension majeure concerne l'expression des requêtes spatiales. Des questions telles

à plus de 5 km d'une caserne de pompiers» sont inexprimables à l'aide de langages tels que SQL. On peut supposer que l'addition d'opérateurs spatiaux pourrait éliminer certaines de ces difficultés par adjonction à SQL de termes tels que «intersection spatiale». L'addition de méthodes de requêtes utilisant le graphique et les souris pourrait simplifier l'interface opérateur.

Au-delà de ces quelques extensions aux SGBD relationnels pour leur permettre de gérer des données localisées, et en supposant que leur implémentation soit efficace, il reste deux domaines clé pour les performances du système.

1. Un optimiseur de requêtes, qui opère d'abord sur les restrictions relationnelles, poursuit ensuite par des jointures relationnelles et assure enfin les restrictions spatiales.

2. Des performances acceptables pour les requêtes peuvent être satisfaites par des index géométriques appropriés.

4. Conclusions

L'information géographique numérique forme un domaine où les possibilités des bases de données classiques sont rapidement dépassées et où les développements des techniques des bases de données généralisées et de systèmes experts devraient trouver un champ d'application important.

L'information géographique a par essence des spécificités qu'il convient de prendre en compte : cette information peut-être rattachée à un point du terrain et par voie de conséquence se trouve immergée dans un espace topologique ayant ses propres propriétés (d'où le terme de localisé).

Cette information se modélise et l'utilisation d'un SGBD relationnel pour gérer les informations de ce niveau ne présente pas de difficulté particulière.

Le travail de structuration quoique fondamental, est aisé dès lors que sont parfaitement connus les entités pertinentes à prendre en considération, leurs caractéristiques et les liens qu'elles peuvent présenter. C'est généralement cette tâche de collation et de définition qui constitue la pierre d'achoppement de la définition d'un système d'informations géographiques.

La conceptualisation du niveau géographique n'est pas d'une grande complexité technique, mais se heurte à la difficulté de définir «l'univers du discours», ensemble des informations pertinentes à prendre en considération.

L'examen, non exhaustif, des problèmes que posent les systèmes d'informations géographiques montre la complexité du traitement numérique de l'information géographique. Cependant, compte tenu de l'évolution de notre société, de plus en plus difficilement modélisable, il semble fondamental que cette information géographique soit disponible «en temps réel» pour que les décisions d'aménagement, de gestion du territoire, d'intervention consécutive à une catastrophe, etc., soient prises en connaissant précisément l'environnement géographique dans lequel elles s'inscrivent et en évaluant rapidement l'impact des projets ou des solutions envisagés. Seules l'informatique et l'information géographique numérique permettent de satisfaire un tel besoin.

La connaissance de cet environnement géographique passe nécessairement par la mise dans un même référentiel des données d'origines diverses repérées par rapport à une même référence. C'est la raison d'être du système d'information géographique de l'I.G.N., unique référence topographique, point de passage garantissant l'exacte superposition des informations de l'environnement.

Les systèmes d'informations géographiques seront une réalité de demain, une réalité incontournable. La recherche française, à l'instar de celles instaurées dans le monde, doit donc se porter sur ce domaine au champ d'application très important amenant de réelles économies pour la société, même si elles sont indirectes et donc difficilement mesurables.

Références :

- 1 - Journées nationales de la recherche géographique
CNIG - 13 avril 1988
- 2 - Systèmes d'information géographique
Rafael Herrero Garcia - IGN Espagne
- 3 - Les bases de données localisées à l'I.G.N. L. Pressensé - F. Salgé
La jaune et la rouge n° 426 - juin-juillet 1987.
- 4 - Désirable characteristics of a spatial data base management system
Stephon G. Guptill - USGS
- 5 - Spatial operators for selected data structures
Claire - Guptill Autocarto V proceedings 1982