

Éditorial

Ce que l'informatique a changé, pourrait changer ou aurait dû changer en cartographie

La production cartographique – de recherche, thématique, statistique, de communication, support de négociation ou aide à la décision, outil d'interaction – semble passer d'un statut de « création graphique » experte ou artistique (et peu explicite) à une activité de « conception cartographique assistée » dont les règles sont en partie au moins stabilisées, même si des styles différents coexistent. Les nouvelles capacités informatiques de production en grand nombre, rapide et économique, par ou pour le plus grand nombre, provoquent un foisonnement souvent peu structuré, contrevenant parfois aux plus élémentaires règles de lisibilité, mais permettant aussi de riches expérimentations systématiques (styles, niveaux de généralisation, analyse de la perception, cartes « qui bougent »). C'est sans doute dans l'espace qu'enferme cette contradiction apparente entre expertise et service du grand public que résident les évolutions les plus prometteuses et les problèmes les plus délicats. Quelques réalisations et recherches en France illustrent ici ces efforts. – **Jean-Paul Cheylan, Anne Ruas**

L'INSTITUT GÉOGRAPHIQUE NATIONAL, HIER ET AUJOURD'HUI

Jacques Poulain *

RÉSUMÉ. L'Institut géographique national est né en 1940 mais s'inscrit dans l'histoire de la cartographie française. Si son rôle était de réaliser une cartographie exacte et à jour du territoire, il est désormais de fournir également des données numériques pour répondre aux différents besoins des utilisateurs. Le passage au numérique a bouleversé les techniques et les métiers de l'IGN, évolution nécessaire pour entrer dans la société de l'information.

ABSTRACT. The IGN (National Geographic Institute) was created in 1940 and has become a part of France's cartographic history. If its role up to now was mainly to create an accurate and up to date map of national territory, it will henceforth also supply numerical data in response to the different needs of its users. Using the numerical system thoroughly changed the IGN's techniques and works : it was necessary so as to enter into the information society.

RESUMEN. El Instituto Geográfico Nacional nació en 1940 y se inscribe en la historia de la cartografía francesa. Si su función era de establecer una cartografía exacta y ponerla al día, ya esta también de facilitar datos numéricos para satisfacer las diferentes necesidades de los utilizadores. Evolución indispensable a fin de entrar en la sociedad de la información, el paso hacia el numérico cambió completamente las técnicas y las profesiones al IGN.

L'Institut géographique national est un ÉPA (Établissement public administratif), placé sous tutelle du ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement.

Les missions de l'IGN sont définies dans son statut (décret 81-505 du 12 mai 1981). L'IGN a pour objet : « d'exécuter

sur le territoire national les travaux nécessaires à l'implantation et à l'entretien d'un réseau géodésique et d'un réseau de nivellement de précision, à la couverture photographique aérienne, à l'établissement et à la tenue à jour des cartes topographiques de base et des cartes dérivées; d'accomplir des travaux relatifs à la télédétection aérienne et spatiale à

* IGN, 2 avenue Pasteur, BP 68, 94160 Saint-Mandé, tél. : 01 42 98 83 24, fax : 01 43 98 81 71

caractère géographique, à la numérisation des données cartographiques et à l'élaboration des cartes thématiques ; d'effectuer les recherches d'intérêt général correspondant aux activités mentionnées ci-dessus ».

Créé en 1940, l'IGN est l'héritier d'une longue tradition cartographique. En 1750, Louis XV charge Cassini de réaliser la carte « géométrique » de la France, gravée en 170 feuilles à l'échelle du 1:86400. En 1817, la Commission royale de la carte se réunit pour examiner le projet d'une nouvelle carte topographique de la France. Une triangulation de premier ordre est réalisée de 1818 à 1827 par des ingénieurs géographes, qui sont intégrés aux officiers d'état-major en 1831 : 270 « cartes d'état-major » sont ainsi réalisées au 1:80000.

Le Service géographique de l'armée (1887-1940) résulte de la volonté de créer un organisme autonome spécialisé en cartographie et de réaliser une carte plus précise en vue de satisfaire aux besoins de la science et de l'industrie. Mais en 1940, à peine un quart de la France est couvert au 1:50 000. Louis Hurault parvient alors à faire signer un décret supprimant le SGA et créant l'Institut géographique national, dont il devient le premier directeur.

En 1947, l'IGN, disposant de 1550 agents, est chargé d'établir la nouvelle carte de France au 1:50 000 à partir de levés au 1:10 000 et 1:20 000, ainsi que des cartes de base au 1:50 000 en Afrique du Nord et au 1:100 000 ou 1:200000 dans les territoires d'outre-mer de l'Union française. La mission de l'IGN s'étend sur près de 12 millions de km²!

En 1964, pour répondre aux besoins d'harmonisation de la cartographie de base européenne, le Comité central des travaux géographiques de l'État, structure interministérielle, adopte la publication de la carte de base au 1:25 000 en 4 couleurs. En 1967, l'IGN est doté de son nouveau statut d'ÉPA qui lui confère l'autonomie financière nécessaire pour lui permettre de mener de front ses missions. Il est financé par une dotation de l'État. Entre 1964 et 1972, l'IGN crée un réseau d'agences et diversifie ses produits en lançant les « séries » rouge (1:250 000), verte (1:100 000), bleue (1:25 000) ainsi que des cartes sur les parcs naturels. En 1976, un ensemble de six unités autonomes, chargées chacune d'une famille de produits et disposant des moyens nécessaires à leur fabrication, est créé. En 1981, la Commission nationale de l'information géographique (CNIG) est créée à l'initiative du ministère de tutelle, afin



1. Carte Cassini (extrait de la feuille n° 57, Lodève)

de définir une véritable politique cartographique. La CNIG propose en particulier d'établir une base nationale de données topographiques, la BDTopo®, quatrième génération de la carte de base et référence géographique des systèmes d'information numérique localisée, allant de la commune au département. Enfin, en 1985, un premier contrat de plan clarifie les relations entre l'IGN et l'État.

Les années 1985-1995 sont donc essentiellement consacrées à l'élaboration d'un ensemble de bases de données géographiques (BDTopo®, BDCarto, Géoroute, BDMillion, BDAlti, etc.), afin de répondre aux nombreuses demandes. L'IGN a dû mettre au point de nouvelles lignes de production à partir de logiciels internes ou externes. Il a fallu également modifier les programmes d'enseignement de l'ENSG (École nationale des sciences géographiques) et développer des formations continues afin de réaliser au mieux la conversion du personnel de l'IGN vers un univers informatisé. Quatre laboratoires de recherche ont été créés afin d'améliorer les méthodes de saisie et de traitement de l'information géographique.

L'expérience montre que l'usage pertinent des informations ainsi collectées rend nécessaire une évolution des mentalités. Entre le moment où une base de données géographiques est disponible et le moment où un décideur s'approprie un nouvel outil, fondé sur cette base mais intégrant ses propres données et les utilisations qu'il attend, il s'écoule un laps de temps assez long, pendant lequel s'enchevêtrent des étapes d'évolution des mentalités et des technologies. Anticiper ces évolutions est le défi auquel doit désormais faire face l'IGN, comme d'ailleurs tout producteur de données géographiques, pour prendre la place qui lui revient dans la future société de l'information.

La BDTopo® de l'IGN : une nouvelle ligne de production

Comme les autres grandes bases de données de l'IGN, la BDTopo® est née de la volonté de disposer sous forme numérique d'une des séries cartographiques sur papier existantes. Il s'agit ici de la couverture au 1:25 000, plus connue sous le nom de « série bleue ». Cette couverture est la plus précise produite par l'IGN : il faut environ 2 200 feuilles différentes pour couvrir tout le territoire français.

Pour constituer une base de données, il existe trois voies. La première aurait consisté à scanner l'ensemble des cartes au 1:25 000. On aurait ainsi disposé très rapidement d'une base de données, mais uniquement utilisable en fond d'écran puisque aucune information sur les objets numérisés n'aurait été intégrée par l'ordinateur. La seconde consistait à numériser les cartes au 1:25 000, c'est-à-dire à saisir l'ensemble des points de tous les éléments présents sur la carte à l'aide d'une table à numériser. Le résultat aurait été une base de données « vecteur » riche de toute l'information cartographique, mais les éléments de la base de données n'auraient eu que la précision des anciennes cartes et aucune information altimétrique n'aurait été saisie. L'IGN a finalement choisi la voie la plus ambitieuse et la plus longue : recommencer depuis le début la couverture du territoire en adaptant sa chaîne de fabrication de carte classique à la fabrication d'une base de données en informatisant les principales phases de saisie.

• *Saisie à partir de photographies aériennes.* La carte au 1:25 000 et la BDTopo® ont la même origine, une couverture aérienne systématique du territoire par un service aérien spécialisé. Celui-ci couvre le sol français par blocs de 20x30 km². Chaque bloc est constitué d'une cinquantaine de clichés noir et blanc. L'appareil photographique utilisé est une chambre de prises de vues de très haute précision. Afin de pouvoir déterminer très précisément les coordonnées tridimensionnelles d'objets présents sur des clichés aériens, il est nécessaire que chaque détail du terrain soit présent sur au moins deux clichés consécutifs. Il y a donc un recou-

vrement entre chaque photographie d'un même bloc. Pour pouvoir exploiter les clichés, il est nécessaire de disposer sur chacun de ces clichés de points connus, c'est-à-dire de pouvoir y repérer des détails dont les coordonnées sur le terrain seront parfaitement déterminées. Cette opération de repérage de détails photographiques et de mesures de leurs coordonnées terrain s'appelle l'*aérotriangulation*. Elle conditionne toute la précision des opérations de saisie. Elle utilise de plus en plus les systèmes GPS (*Global Positioning System*).



Comme dans l'ancien processus de fabrication de la carte classique, les clichés aériens sont ensuite exploités sur des appareils très spéciaux : les stéréorestituteurs. Deux films de la mission photographique présentant un recouvrement sont placés dans un appareil. Un système optique permet à un opérateur d'observer ces deux clichés consécutifs de la mission en stéréoscopie (c'est-à-dire avec perception du relief). L'opérateur est ainsi capable de « promener » un pointeur à l'intérieur de la zone commune aux deux clichés et de mesurer tout ce qu'il voit avec une précision sur le terrain de l'ordre du mètre.

Dans l'ancien processus, tout ce que l'opérateur mesurait était directement dessiné sur papier : c'était le premier fond de carte, qui allait ensuite être enrichi. Pour la constitution de la BDTopo®, les stéréo-restituteurs sont maintenant reliés à des ordinateurs. L'opérateur peut ainsi numériser tous les détails vus en trois dimensions avec une grande précision. Ces détails sont codés conformément aux spécifications de la base de données, qui sont proches du contenu des anciennes cartes au 1:25 000. La BDTopo® prend ainsi naissance.

• *La saisie des informations non vues sur les clichés : le complètement.* Sur la carte au 1:25 000 comme dans la BDTopo®, un certain nombre d'éléments ne sont pas visibles sur les photographies. Il faut aller chercher l'information sur le terrain. C'est le cas de tous les renseignements administratifs de la zone (collectés dans les mairies), de tous les toponymes présents sur la carte et d'éléments difficilement identifiables sur les photographies : les sentiers en sous-bois, les nombres de voies des routes, etc.

Pour cette opération, des topographes parcourent la zone avec des dessins issus de la phase de restitution et collectent l'information manquante. Le soir, ils numérisent l'information à l'aide d'un micro-ordinateur. Chaque extrait de la base de données issu de la restitution est ainsi complété. De retour à l'IGN à Paris, tous les morceaux de la base de données complétés sont rassemblés pour constituer la BDTopo®.

• *La diffusion et l'utilisation de la BDTopo®.* Lorsque ce travail est terminé, la base de données subit de multiples contrôles, tant dans sa structure (cohérence de tous les fichiers informatiques créés) que dans son contenu (sorties de dessins de contrôle). Les fichiers de la base de données sont ensuite transformés dans un format informatique standard. En attendant leur exploitation, pour la fabrication de produits cartographiques ou numériques, la BDTopo® est archivée.

Pour réaliser un tel travail, l'IGN s'est équipé de huit ateliers dits « lignes de production ». Chaque atelier peut saisir environ dix feuilles au 1:25 000 par an et il faudra environ quatre millions d'heures de travail pour couvrir la France... soit quinze ans, ce qui mène aux alentours de 2010. Déjà, les grandes zones urbaines sont en passe d'être réalisées. Avant que l'ensemble du territoire français soit couvert, il faudra songer à mettre à jour la base de données sur les zones anciennes, de façon à conserver la plus grande actualité possible sur nos données numériques.

– **Christophe Dekeyne**