Du territoire à la carte

Comment sont élaborées les cartes de base au 1:25000 de l'IGN, depuis la photo aérienne jusqu'au produit commercial, papier ou numérique.

Cette photo aérienne est l'un des rares clichés encore existant des années trente. Il représente un détail de l'agglomération rennaise

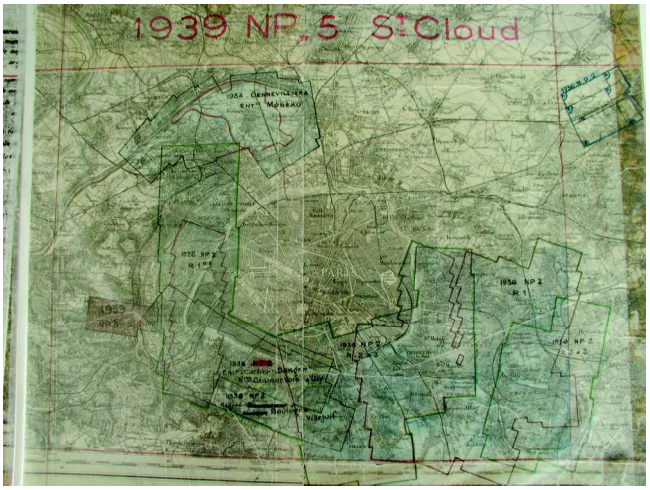
La photothèque de l'IGN, ou tout commence par une photo

La source fondamentale de toute cartographie, numérique ou non, demeure encore à l'heure actuelle la photographie aérienne. En ce qui concerne l'IGN, des campagnes systématiques sont menées sur l'ensemble du territoire français pour renouveler les prises de vue au maximum tous les cinq ans, sachant que certaines zones urbanisées, où le bâti et la voirie changent fréquemment, doivent être survolées plus souvent que des villages situés en pleine campagne ou des zones inhabitées.

La première campagne aérienne systématique de l'IGN date des années 46-51, juste après la seconde guerre mondiale. Des clichés avaient naturellement été pris avant, mais d'une manière ponctuelle (missions privées, objectifs précis) souvent en « monoscopie » (on se rappelle que, dès l'invention de la photo, des tentatives avaient été faites pour réaliser des clichés aériens... à bord de cerfs-volants. Cf. *Géomatique Expert* n° 19). Les services cartographiques militaires disposaient de clichés stéréoscopiques depuis les années trente.

La collection complète des photographies représente environ 1200 planches au 1: 50 000 pour le territoire métropolitain. Tous les négatifs ont été archivés, en partie dans l'établissement central de Saint-Mandé, en partie à la base de Creil qui réalise les tirages et agrandissements à destination des particuliers. Les établissements régionaux de l'IGN, situés en province, conser-

Cette table d'assemblage montre la rareté des zones photographiées en région parisienne avant la deuxième guerre mondiale

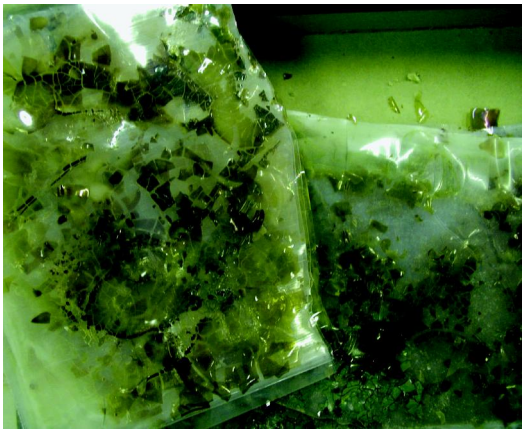


reportage.p65 34 23/01/03, 11:03

vent également un double des négatifs les plus récents de leur « zone de compétence », ce qui permet de répondre plus efficacement aux demandes de tirage émanant des collectivités locales ou des simples curieux.

« *Naturellement*, précise Michel Rivière, chef de la photothèque, *archiver autant de clichés pose des problèmes qui ne sont pas que des problèmes de place. Les négatifs de l'après guerre vieillissent mal, ils s'oxydent et finissent par devenir inutilisables. Imaginez que nous stockons six millions de clichés !* » Car l'IGN possède non seulement son fond « ordinaire », destiné à la production cartographique autochtone, mais également des fonds « spéciaux ». Par exemple, des clichés dans les anciennes colonies : Indochine, Algérie, AOF... ainsi que des images prises pendant la dernière guerre mondiale par l'aviation alliée et allemande.

Certaines sont malheureusement déjà réduites à l'état de poussière, en raison de l'instabilité du support. « *Nous n'avons pas beaucoup de moyens pour assurer la conservation de ce patrimoine pictural. Et plus le temps passe, plus les planches deviennent coûteuses à restaurer - pour autant qu'il soit encore possible de le faire !* », déplore Christian Piette, responsable des archives photographiques. D'autres photographies sont en outre d'un accès confidentiel, puisque y sont entreposés certains clichés couverts par le secret défense.



Certaines planches, particulièrement fragiles, finissent par se détruire complètement. C'est le cas d'anciens supports organiques type celluloïd, ainsi que des tirages papier des années 60

Enfin, l'Institut a été désigné comme destinataire du dépôt légal des tirages photographiques de toutes les campagnes photo menées au-dessus du territoire français (EDF, collectivités locales, etc.).

Depuis 1980, les clichés panchromatiques ont été progressivement remplacés par du multispectral du moins dans le domaine commercial. « *Ce qui n'a pas sonné le glas des prises de vues en noir et blanc*, s'exclame Michel Rivière, *des progrès ont été faits depuis la guerre sur les émulsions, qui sont plus fidèles, plus sensibles, moins granuleuses. En outre, nous disposons également de panchromatique étendu à l'infrarouge pour des besoins particuliers* ».

L'assemblage des différents clichés en dalles (utilisées également pour les besoins de la *BD Ortho*) est réalisé dans un atelier graphique, à l'aide de deux logiciels, dont l'un a été développé en propre à l'IGN. Pour les retouches ou les montages non critiques, le service utilise simplement le classique *Photoshop*.

La photothèque de l'IGN abrite, sur 10 km linéaires de rayonnages, l'une des plus grandes collections mondiales de photographies aériennes, qui couvrent aussi bien la France métropolitaine que les anciennes colonies jusqu'à leur indépendance

reportage.p65 35 23/01/03, 11:03

Après le cliché, la photogrammétrie

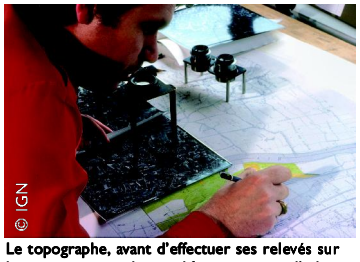
Une fois les clichés stéréoscopiques développés et tirés, il faut passer à la photo-interprétation. Il y a encore quelques années, les appareils de photogrammétrie utilisaient des tirages papier (ce qui existe encore dans nombre de petites entreprises fabriquant leurs propres MNT) ; désormais, ce sont des clichés numériques (donc des fichiers images) qui servent à l'interprétation, et un système informatique composé de stations de travail *Sun* et de périphériques adéquats constitue le quotidien de l'opérateur de photogrammétrie.

Les nouvelles méthodes modernes de photointerprétation sont entièrement numériques. L'opérateur visualise d'une part l'image en relief grâce à un logiciel et une paire de lunettes adaptées (à gauche), et d'autre part le résultat de la photointerprétation (à droite)

Grâce à un logiciel combinant, sur l'écran de l'ordinateur, la prise de vue stéréoscopique, et une paire de lunettes occlusives, l'opérateur est capable de percevoir en relief la scène photographiée. Sa tâche consiste alors à identifier, du mieux que possible, les différents éléments composant le « paysage » : bâti, forêts, cours d'eau, lignes à haute tension, etc. Comme les clichés sont déjà géoréférencées, la saisie des constituants (dont la nature est indiquée par des couleurs différentes) se fait sous forme de polygones qui peuvent directement être convertis en éléments de la base de données. C'est ainsi que se constitue pour partie la *BD Topo*, base de données la plus détaillée que fournit l'IGN. « *Sa fabrication va cependant être interrompue avant la fin de l'année*, regrette Renée Chaumaz, chef du service de l'information topographique. *Cette base était trop riche, sa production à l'échelle du territoire aurait demandé un temps prohibitif : complétude vers les années 2017, 2020. Il a donc fallu s'orienter vers un autre mode de production, devant les demandes pressantes du ministère de tutelle et des futurs utilisateurs.* »

Le topographe et le dessinateur, main dans la main

Une fois la zone analysée stockée dans la base de données, il s'agit de repérer quels peuvent être les changements par rapport à la dernière édition cartographique publiée. Pour cela, les extraits des photos aériennes sont communiqués au topographe qui s'occupe de la planche concernée. Celui-ci, grâce à sa connaissance précise (et acquise) du terrain, repère où se trouvent les mutations : « *Le travail du topographe reste et restera toujours inséparable de la recherche sur site. De toute façon, la photo-interprétation ne fournit pas toutes les données imprimées, elle doit être précisée par une enquête locale : description des nouveaux objets litigieux, nature de travaux, recherche des noms, population des communes, etc.* », explique Renée Chaumaz.



© IGN

Le topographe, avant d'effectuer ses relevés sur le terrain, repère les modifications entre l'édition cartographique courante et les nouvelles photos aériennes

C'est ainsi que le correspondant de l'IGN se déplace pour renseigner les changements - ajouts ou destructions. Il valide les résultats de la photo-interprétation, se rend dans les mairies pour consulter les planches cadastrales, interroge également une ou deux personnes (généralement désignées par le maire) pour connaître ou préciser la toponymie des lieux, s'enquiert auprès de la DDE afin de connaître la numérotation des routes, l'ONF pour les découpages forestiers, etc.

Dans le cadre de la constitution des cartes de base de la série *Top 25*, la tâche des correspondants a été alourdie, puisqu'il a fallu aller recueillir également l'ensemble des informations d'ordre tou-

Le cartographe, muni des minutes du topographe, des films représentant l'édition en cours et de ses outils, modifie les calques pour y porter les mutations du terrain

© IGN

reportage.p65 36 23/01/03, 11:03

Combiner cartographie et orthophotographie chez InterAtlas

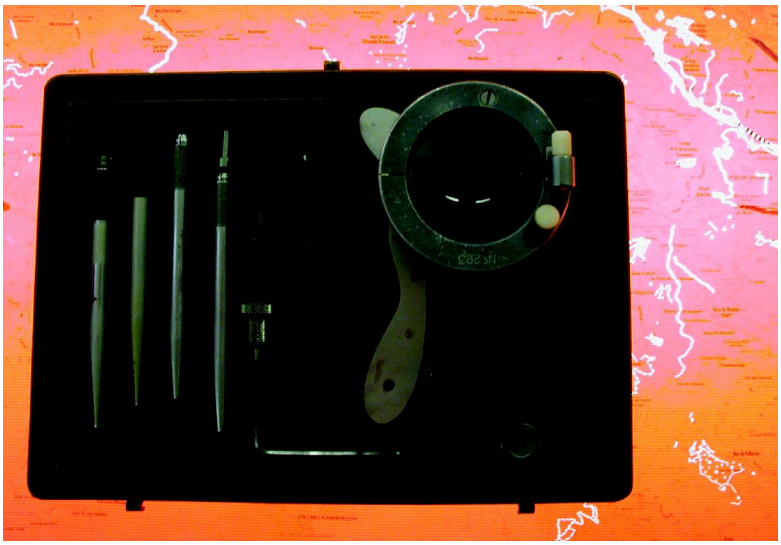
La PME de Meudon ne fait pas que de l'édition cartographique sur Internet (sujet que nous aborderons le mois prochain). Grâce à son activité de producteurs d'ortho-images, et sa compétence en SIG, InterAtlas propose un produit mixte combinant habilement les deux technologies. Le plan de ville, fourni par la municipalité, est dessiné sur un fond de prise de vue aérienne (les curieux peuvent voir leur maison !).

Nous avons fabriqué ce genre de produits pour du mobilier urbain de style Decaux, précise David Mac-Cartney. *Généralement, dans les mairies, le service SIG ne possède pas les outils nécessaires à la réalisation de telles cartes (ou alors les différents acteurs ne dialoguent pas entre eux !). Pour nous qui possédons la double compétence SIG/PAO, il est facile de récupérer un format de fichier SIG, Shape ou autres, l'importer, puis le caler sur le fond de photo aérienne.*

Vient ensuite une étape de PAO directement effectuée en PostScript, et enfin une impression sur traceur au format convenable pour affichage. Rien de plus simple pour qui possède la chaîne de fabrication et le savoir-faire nécessaire. "

Ce genre de cartes grand public innovantes et originales ont déjà été installées dans la ville nouvelle de Saint-Quentin-en-Yvelines, ainsi qu'à Paray-Vieille-Poste, dans l'Essonne.

La boîte à outils traditionnelle du dessinateur cartographe, sur fond de mylar inactinique où l'on porte les " ajoutures "



ristique, et les identifier avec les éléments topographiques : sentiers de randonnées, pistes de VTT, refuges, terrains de sport... Un travail qui, jusqu'alors, était plutôt dévolu à des éditions spécialisées travaillant à partir des cartes de base banalisées ; lesquelles ont également servi de source de renseignements.

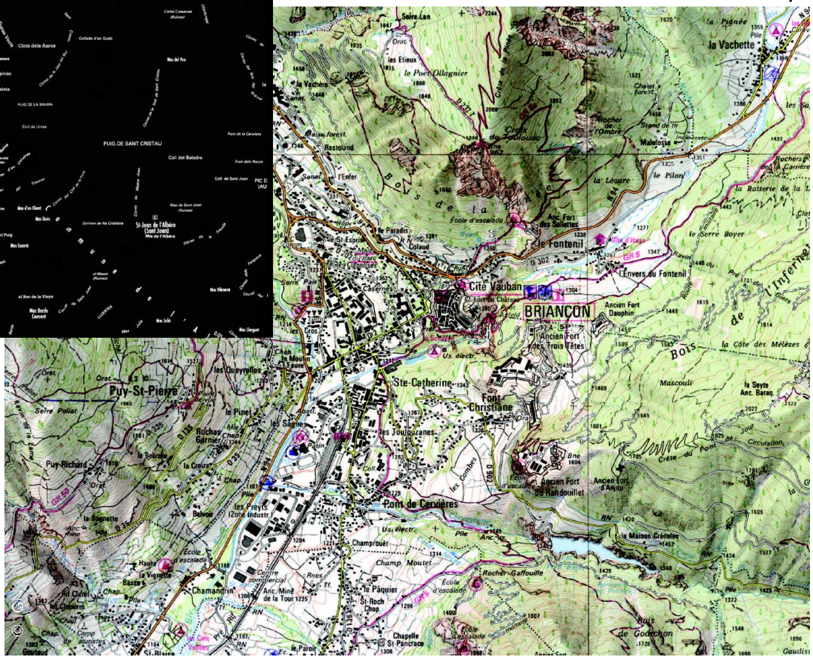
Une fois l'enquête terrain complétée, le topographe envoie ses minutes au siège de Saint-Mandé. Celles-ci sont revues, notamment en ce qui concerne la toponymie (voir le dernier numéro de Géomatique Expert). Après validation des relevés, les minutes sont transmises au dessinateur, qui effectue les modifications sur le fond cartographique.

Naguère encore, les dessinateurs travaillaient à domicile. Mais l'avènement des techniques numériques sonne peu à peu le glas de ce travail séculaire, presque artistique. « *La fin du travail de dessin manuel est prévu avant 2004* », indique Renée Chaumaz. Il reste néanmoins environ 35 dessinateurs parmi le personnel de l'IGN, qui seront progressivement convertis aux vertus du logiciel de CAO.

Dans la méthode traditionnelle, le cartographe dispose de plusieurs films plastiques représentant l'édition de la carte à réviser - le fond de plan y est imprimé avec une encre délébile. Un de ces films comporte une couche rouge inactinique également éliminable par grattage. Grâce à une boîte particulière de plumes à gratter calibrées pour chaque type de trait («Vaccinostyle »): chemins, routes secondaires, nationales, autoroutes, etc., le dessinateur reproduit alors les « ajoutures », en s'aidant des minutes du topographe. En parallèle, sur les autres films transparents, un par couche colorée de la planche, il efface les traits aux endroits où il faut procéder à des enlèvements.

reportage.p65 38 23/01/03, 11:03

Le film représentant la couche de toponymie dans la planche 1 : 25000



Ces deux planches de la série Top 25 illustrent la différence de charte graphique entre l'ancienne méthode manuelle (Briançon) et la constitution à partir de données vectorielles, la *BD Topo*

En ce qui concerne les noms de lieux, le topographe demande, une fois l'aval de la commission de toponymie obtenu, l'impression d'un film particulier où figure les nouveaux noms formatés à la charte graphique adéquate (police et chasse particulières, etc.). Il découpe ensuite ce mylar en morceaux contenant un toponyme et un seul, qu'il colle sur l'autre film représentant la couche

ECOLE NATIONALE DES SCIENCES GEOGRAPHIQUES

Compte tenu du succès du Forum 2002, les élèves du *Mastère Photogrammétrie numérique, image métrique et vision 3D* de l'ENSG organisent le deuxième :

FORUM DE PHOTOGRAMMÉTRIE

Jeudi 30 janvier 2003 9h - 18h

Lieu : ENSG Cité Descartes, 6 et 8 avenue Blaise Pascal - Champs-sur-Marne, 77455 Marne-la-Vallée Cedex 2

La journée comprendra :

- une série de conférences sur le thème :

LASER ET PHOTOGRAMMÉTRIE
DEUX TECHNIQUES COMPLÉMENTAIRES

- une exposition de constructeurs (matériels et logiciels de photogrammétrie et lasergrammétrie)

ENTRÉE LIBRE

Renseignements et inscriptions visiteurs : Sur le site www.ensg.ign.fr, rubrique «forum photogrammétrie»
Correspondance presse, exposants et visiteurs : Par courrier électronique à forum.photogrammetrie@ensg.ign.fr

reportage.p65 39 23/01/03, 11:03

toponymique. Une fois les modifications faites, les matrices modifiées servent à régénérer des originaux selon un procédé photosensible, lesquels à leur tour piloteront directement l'impression papier finale.

L'ordinateur remplace les outils

Toute cette technique, qui tenait de l'art, du savoir-faire et de la précision, sera donc définitivement supplantée à la fin de l'année par du dessin sur ordinateur. Ici, deux visions cohabitent.

Quelques planches ont été réalisées à partir de la première version de la *BD Topo*. Elles bénéficient d'un graphisme légèrement différent des version classiques, et, principale différence, sont constituées directement à partir de données vectorielles. Ces planches continueront à être mises à jour régulièrement en parallèle aux modifications de la base (quoique celle-ci ne soit plus étendue en surface). Le logiciel utilisé pour le dessin vectoriel dans ce cas ci est une version de *Géoconcept*.

Comme nous l'avons dit, la constitution de la *BD Topo* autonome a été abandonnée, trop longue, trop complexe. La nouvelle *BD Topo*, qui doit la remplacer, devrait être finalisée avant 2006, conformément aux exigences ministérielles pour la constitution du RGE : « *Au point de vue cartographique, il s'agira de constituer une synthèse de la BD Carto, de la BD Alti, de la BD Nyme et de la BD Ortho - à partir de laquelle nous devrions extraire les données de végétation*, indique Renée Chaumaz. *Il était temps que nous entreprenions un tel travail. Pensez que certaines planches couvrant des régions un peu réculées dataient d'il y a... vingt ans environ !!* »

L'élaboration des cartes à partir de cette nouvelle *BD Topo* sera totalement différente. Il s'agira de partir non plus d'un fond vectoriel, mais d'une image *raster* constitué simplement du fichier idoine extrait de la collection *Scan 25*. Là-dessus, le dessinateur modifiera l'image grâce à un logiciel particulièrement simple appelé *OCad*[1] . Ce dernier a été conçu par un informaticien suisse, Hans Steinegger. « *L'aspect simplicité a été privilégié dans ce choix, car certains de nos dessinateurs n'ont pas l'aisance des nouvelles générations avec les ordinateurs* », lance Renée Chaumaz. D'autres outils graphiques complémentaires permettront de fignoler l'aspect de la carte (estompage, etc.).

Vers des mises-à-jour au fil de l'eau

Quelles sont les autres évolutions en cours ? La plus importante concerne la mise en place d'une procédure de mise à jour de la nouvelle *BD Topo* au fil de l'eau. Le travail du topographe va donc changer. Même si les vérifications sur le terrain resteront toujours indispensables - mais ne représenteront plus qu'une petite partie du temps - l'essentiel consistera à collecter les informations issues des différentes administrations susceptibles de modifier la topographie : DDE, etc. ainsi que les photos aériennes prises sous l'égide des différentes collectivités locales. Les éditions papier devraient suivre régulièrement, grâce à la technique d'impression de type *direct to plate*. Cette initiative commencera dès le premier semestre de cette année.

D'autres produits devraient également voir le jour. L'échelle du 1 : 50000, retenue pour la *BD Carto*, et constituant également la *Série Orange* devrait connaître une nouvelle jeunesse, puisqu'elle devrait perdre son statut de simple généralisation de la carte de base au 1 : 25000 pour devenir un produit autonome, numérique, directement dérivé de la *BD Carto*. De la même façon, les autres produits commerciaux à échelle plus importante (Séries Top 100, départementales, etc.) devraient désormais être obtenus par généralisation de la *BD Carto*.

1 http://www.ocad.com pour plus de renseignements sur ce produit (pages en anglais et en allemand).

Le mois prochain : la production cartographique sur Internet

reportage.p65 40 23/01/03, 11:03