

IGN MAGAZINE

IGN MAGAZINE

Le monde de l'Institut Géographique National



Reportage

L'IGN EN DIRECT DU CIEL... LA PHOTOGRAPHIE AERIENNE

N°7 : Septembre-octobre 2001



PARTENARIATS
CSTB, INTER ATLAS



Un an déjà qu'*IGN Magazine* existe et vous relie à l'actualité de l'Institut, notamment par ses reportages sur quelques grands chantiers nationaux ou internationaux.

Ce magazine a aussi pour vocation de donner la parole à tous ceux, partenaires et chercheurs, qui préparent les applications et les innovations de demain dans le domaine de l'acquisition ou de l'utilisation de l'information géographique.

Aujourd'hui, ce numéro met en vedette une activité fondamentale pour l'acquisition de cette précieuse information géographique : la prise de vues aériennes.

Activité essentielle dans la longue chaîne de constitution des bases de données géographiques, la prise de vues aériennes fait partie des missions de service public de l'établissement depuis sa création. Les fonds photographiques ainsi constitués et entretenus par l'Institut constituent un vrai trésor patrimonial mis à votre disposition.

Depuis quelques années déjà, grâce à Internet, vous pouvez accéder au catalogue complet de ce trésor en consultant la base de données de toutes les missions photo réalisées depuis 1921.

Jean Poulit,
directeur général de l'IGN

APPLICATIONS SPATIALES

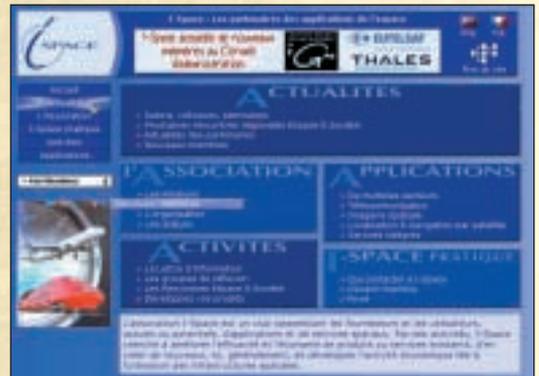
L'IGN ACCUEILLI AU CONSEIL D'I-SPACE

Créée en novembre 2000, I-Space est une association de partenaires qui s'intéressent aux applications spatiales, soit comme utilisateurs, soit comme fournisseurs de services. Ces services concernent l'imagerie spatiale (Spot, ERS...) et le positionnement par satellite (GPS, projet Galileo).

DES ÉCHANGES DE SAVOIR-FAIRE

Les partenaires de ce «club» représentent différentes catégories d'acteurs du monde économique ou sociétal :

- des entreprises industrielles (PME-PMI, grands groupes...);
- des institutionnels (organismes publics, collectivité



Le site www.i-space.cnes.fr

tés territoriales...);

- des accompagnateurs économiques (banques, capitaux risques, fonds d'amorçage...).

Une des principales activités d'I-Space est l'organisation de rencontres régionales au cours desquelles des décideurs locaux, des aménageurs, des membres d'associations, des fabricants de logiciels ou de matériel,

etc., échantent leurs besoins et leurs savoir-faire. L'IGN, qui participe à I-Space depuis sa création, a été accepté comme membre du conseil de l'association lors de l'assemblée générale du 28 juin 2001.

I-Space compte actuellement vingt et un membres, et dispose d'un secrétariat permanent de quatre personnes. ■

Contacts I-Space

SIÈGE SOCIAL :
2, place Maurice-Quentin, 75039
Paris Cedex 1.
Tél. : 01 44 76 74 00,
fax : 01 44 76 74 37,
e-mail : i-space@cnes.fr

Chargée de communication :
Marie-Claude Siron.
Tél. : 01 44 76 74 44.
e-mail : marie-claude.siron@cnes.fr
Contact IGN : Philippe Gerbe.
e-mail : philippe.gerbe@ign.fr

SEPTEMBRE

> Du 17 septembre au 17 décembre exposition « La Terre vue du ciel »

À Marseille, à l'hôtel de la Région Paca, 140 photos aériennes de Yann Arthus-Bertrand et un planisphère géant de l'IGN.

> Le 20 et le 27, Rencontres BD ORTHO®

Le Mans (le 20).
Contact : agence régionale, ar-pays-de-la-loire@ign.fr
Châteauroux (le 27).
Contact : agence régionale, ar-centre@ign.fr

> Du 24 au 26, Salon Urbatec-Urbavert

Villepinte.
Stand IGN
Aménagement-Environnement.

> Le 26, Forum GPS à l'ENSG

A Marne-la-Vallée,
de 9 h à 17 h.

> Du 27 au 30, Salon Eurorando

Strasbourg.
Stand IGN.

LIVRE



L'École nationale des sciences géographiques vient de créer, en collaboration avec Hermès Science Publications, une nouvelle collection d'ouvrages pédagogiques. Cette collection est dirigée par Jean Denègre, directeur de l'ENSG. Elle est consacrée aux sciences et aux techniques de pointe en géomatique. Ces ouvrages intègrent les récentes avancées de l'informatique, de l'imagerie numérique et de l'observation de la Terre par satellite. Le premier ouvrage de cette collection vient de sortir. Il s'agit d'une *Introduction à la Géodésie*, rédigée par Jean-Philippe Dufour, ancien responsable de la géodésie à l'ENSG. Cet ouvrage constitue un des trop rares documents, en langue française, faisant le point sur une science ancienne qui a su évoluer avec son temps. **Prix : 295,18 F (45 €).**

NOUVEAUTÉS

LES CARTES DE RANDONNÉE SÉRIE BLEUE ET SÉRIE TOP 25®

Précises et détaillées, ces cartes à l'échelle du 1 : 25 000 (1 cm = 250 m) ont pris le relais de la carte « d'état-major ». Les moindres détails y sont représentés (sentiers, habitations, rivières, grottes...).

Sur les **TOP 25®**, qui couvrent principalement le littoral, les forêts et les massifs montagneux, des renseignements touristiques viennent compléter ces informations : itinéraires de randonnée, campings...

(Prix indicatif : 8,99 €, soit 59 F)

Déjà fort appréciées des randonneurs, les cartes « **Série Bleue** » répondent également aux attentes de tout promeneur désireux de mieux comprendre son environnement naturel ou urbain, son univers quotidien ou le lieu de ses vacances.

(Prix indicatif : 7,01 €, soit 46 F)

- 1212 ET**, La Haye-du-Puits – Lessay ;
- 1412 OT**, Pointe du Hoc – Omaha-Beach – forêt domaniale de Cerisy ;
- 1512 OT**, Bayeux – Arromanches-les-Bains – plages du débarquement ;
- 1809 OT**, Fécamp – St-Valery-en-Caux – côte d'Albâtre ;
- 2108 OT**, Forêt d'Eu – Blangy-sur-Bresle – Gamaches ;
- 2928 ET**, Mâcon – Cluny – roche de Solutré ;
- 2932 ET**, Monts du Lyonnais ;
- 3022 ET**, Val-Suzon – Saint-Seine-l'Abbaye – Dijon ouest ;
- 3025 OT**, Beaune – Chagny ;
- 3031 OT**, Lyon – Villeurbanne – Mont d'Or ;
- 3041 OT**, Avignon – Châteauneuf-du-Pape ;
- 3315 ET**, Nancy – Toul – forêt de Haye ;
- 3324 ET**, Arc-et-Senans – Quingey ;
- 3325 OT**, Arbois – Salins-les-Bains.



SUR LE NET : www.ignfi.fr



Depuis l'an dernier, le site de la filiale internationale de l'Institut s'est considérablement développé. On y trouve les références de ses principales interventions dans le monde entier, de la Russie à l'Arabie saoudite, en passant par le Cambodge, le Guatemala, la Roumanie, le Luxembourg...

La Marseillaise



Premier bilan du contrat de plan État-Région 2000-2006. Yvon Ollivier, préfet de Région, Michel Vauzelle, président de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur (Paca) et Jean Poulit, directeur général de l'IGN, ont signé, à l'Hôtel de la Région, à 16 h 45 le 21 juin, la convention sur l'utilisation des bases de données géographiques de l'Institut.

La Tribune

Le 26 juin. « L'IGN a signé, le 21 juin, un accord avec l'État et Conseil régional de la Région Paca visant à créer une plate-forme régionale d'animation. Selon ce texte, qui constitue une première en France, les partenaires mettent en commun leurs bases de données d'information géographique et les proposent gratuitement aux collectivités, aux chambres consulaires, aux services de l'État ou au secteur de l'enseignement. L'IGN concède une licence étendue de ses bases cartographiques pendant six ans... »

OCTOBRE

> Du 2 au 6, **Semaine française « France Expo 2001 »** Casablanca. (Maroc). Pôle NTIC. Stands IGN FI et Club Export - Afigeo.

> Du 5 au 7, **24^e colloque de l'AFT** Ouverture du 3^e millénaire, au centre de la France, à la cité de l'or de Saint-Amand-Monrond, Morlac et Vesdun.

> Du 4 au 7, **12^e Festival international de géographie** Saint-Dié (Vosges). Exposition « Les info-géographes », par Philippe Lemonnier, sur les métiers de l'IGN. Nouvelle carte routière géante numérique de la France (8 m sur 8), au 1 : 125 000 (1 cm = 1,25 km), à la gare SNCF.

> Le 19 et le 25, **Rencontres BD ORTHO®** Lyon (le 19). Contact : agence régionale, ar-rhone-alpes@ign.fr Toulouse (le 25). Contact : agence régionale, midi-pyrénées@ign.fr

L'IGN en direct du ciel

LA PHOTOGRAPHIE AÉRIENNE

L'île de Sein.



CHAQUE ANNÉE, DU 15 MAI AU

15 SEPTEMBRE, LES AVIONS DE LA FLOTTE

AÉRIENNE DE L'IGN QUADRILLENENT LE CIEL DE FRANCE POUR

ASSURER LA COUVERTURE GÉOGRAPHIQUE DU TERRITOIRE, TEL QUE CELA A ÉTÉ DÉFINI

DANS SA MISSION DE SERVICE PUBLIC. PUIS, L'AUTOMNE VENU, ILS DESCENDENT

VERS LE SUD À LA POURSUITE DU SOLEIL, QUI SEUL LEUR PERMET DE TRAVAILLER

EFFICACEMENT, ET EFFECTUENT TOUTES SORTES DE VOLS À CARACTÈRE SCIENTIFIQUE,

MÉTÉOROLOGIQUE OU DE PRÉSERVATION DE L'ENVIRONNEMENT, AU BÉNÉFICE DE PAYS PARTENAIRES.



À gauche : la baie du Mont-Saint-Michel ; en haut à droite : le naufrage de l'Amoco Cadiz, étude sur la pollution ; ci-dessus, à droite : exemple d'usage agricole, arrosage circulaire de plantations.

Antoine de Saint-Exupéry ne se sentirait pas dépaycé sur l'aérodrome de Creil. Buck Danny non plus ! D'ailleurs, il y a à peine plus de dix ans, la flotte de l'IGN était encore constituée d'une escadrille de bombardiers B-17, les légendaires forteresses volantes américaines qui participèrent à la seconde Guerre mondiale et contribuèrent à la victoire de 1945. À partir de 1947, l'Institut en racheta 14 exemplaires pour une bouchée de pain. Elles totaliseront plus de 50 000 heures de vol, jusqu'à leur réforme définitive en 1990. À cette date, les temps avaient changé et ces magnifiques quadrimoteurs présentaient un handicap majeur. Alain Reynes, directeur adjoint de la base raconte :

“ L'usage de ces appareils était devenu prohibitif. Mille litres d'essence (et pas du kérozène) à l'heure, c'était plus que trop ! On ne pouvait même plus ravitailler, car les réserves d'essence sur les aéroports, quand elles existaient, correspondaient à une clientèle de petits avions... ”

Quelques bâtiments, enfouis dans la végétation : le labo, la salle d'opérations et, surtout, le hangar qui abrite la flotte du Service des activités aériennes de l'Institut (le SAA). Quatre Beechcraft King Air autour desquels les

mécaniciens s'affairent et, tout au fond, un Mystère 20, dont les réacteurs sont encapuchonnés et qui n'effectue que des missions scientifiques, en partenariat avec l'Institut national des sciences de l'univers (Insu), Météo-France et le CNES.

Les mécanos attendent le «Beech» FGALP derrière un tracteur et le sortent devant le hangar. Dans quelques minutes, il va franchir la grille qui sépare l'aérodrome de la base aérienne 110, dont il fait partie, et décoller pour effectuer une mission sur l'agglomération d'Amiens.

DES CAMPAGNES LIMITÉES DANS LE TEMPS PAR LES IMPÉRATIFS MÉTÉOROLOGIQUES

La photographie aérienne est entièrement tributaire de l'ensoleillement. Premier critère : le soleil doit être à plus de 30° au-dessus de l'horizon, sinon les ombres portées gênent la lisibilité. L'hiver, le soleil est trop bas. En France, la saison officielle s'étend des environs du 15 mai au 15 septembre, et jusqu'au 15 octobre, dans le meilleur des cas. Au-delà de ces dates, les avions de l'IGN descendent vers l'équateur pour effectuer des missions internationales, les régions équatoriales bénéficiant d'un soleil toujours très haut sur l'horizon.

Mais un second critère entre en collision avec le premier : celui de la végétation qui, atteignant son apogée en plein été, dissimule un grand nombre de détails, qu'il s'agisse d'itinéraires de circulation ou de bâti. La solution consiste à réaliser une première série de prises de vues au printemps, avant la feuillaison. L'éclairage n'est pas ►►

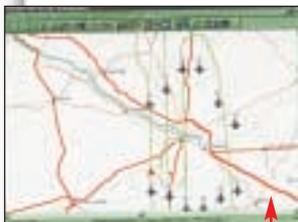
LA FLOTTE DE L'IGN

L'Institut géographique national possède sa propre flotte aérienne.

Elle comprend :

- quatre biturbopropulseurs "Beechcraft Super King Air 200 T". Ils sont dotés d'une autonomie de 8 heures ; leur vitesse de croisière est d'environ 440 km/h et leur plafond maximal peut atteindre 9 450 m (8 800 m en pratique). Ce type d'avion est en service à l'IGN depuis mars 1977.
- Un "Mystère 20", qui peut voler à 800 km/h. L'IGN en avait acquis deux en 1972 et 1975. Seul le second vole encore.

LOXANE, LE LOGICIEL DE NAVIGATION EMBARQUÉ



À partir d'un logiciel de navigation routière créé par la société Loxane, l'IGN a développé un plan de vol numérisé que le navigateur introduit dans l'ordinateur de bord.

Les données de ce plan, complétées par les renseignements fournis par le GPS différentiel et les balises au sol, vont permettre au pilote de corriger les dérives et d'optimiser son positionnement. ■



Le poste de pilotage du Beechcraft.

>> idéal, mais les clichés pris durant cette période permettront de compléter les informations manquantes. Tous les avions sont équipés de deux chambres de prises de vues, que l'on appelle aussi caméras : l'une chargée de film panchromatique noir et blanc (servant à la cartographie proprement dite), l'autre de film couleur, ou infrarouge pour les applications spéciales. Chaque vol coûtant relativement cher, il est intéressant de pouvoir travailler sur deux applications à la fois.

Les émulsions sont spécialement fabriquées pour la photo aérienne. Ce sont des films en continu de 24 cm de large, permettant de réaliser plusieurs centaines de poses. L'optique la plus couramment utilisée est une focale de 152 mm.

Pour le moment, la majorité des prises de vues est réalisée à l'aide d'un film, mais toutes les photos sont systématiquement scannées et numérisées. Les épreuves numériques présentent de nombreux avantages, et le service de recherche de l'Institut a développé un prototype, aujourd'hui opérationnel, de caméra numérique, en cours d'industrialisation. Elle autorise l'acquisition d'images avec une luminosité moindre et permet de leur appliquer des calculs de transformation qui atténuent le voile atmosphérique. Il devient dès lors possible d'allonger la période de prises de vues sur l'année, ainsi que le créneau horaire au cours d'une journée. L'été, ce dernier s'étend de 8 h à 18 h, ce qui signifie 10 heures de travail effectif.

DES PHOTOS POUR UNE CARTOGRAPHIE EN 3D

Salle d'opérations, 10 h. Michel Béliikian, le pilote qui va décoller dans une demi-heure, étudie le plan de vol avec sa navigatrice et photographe : Pascale Lugand.

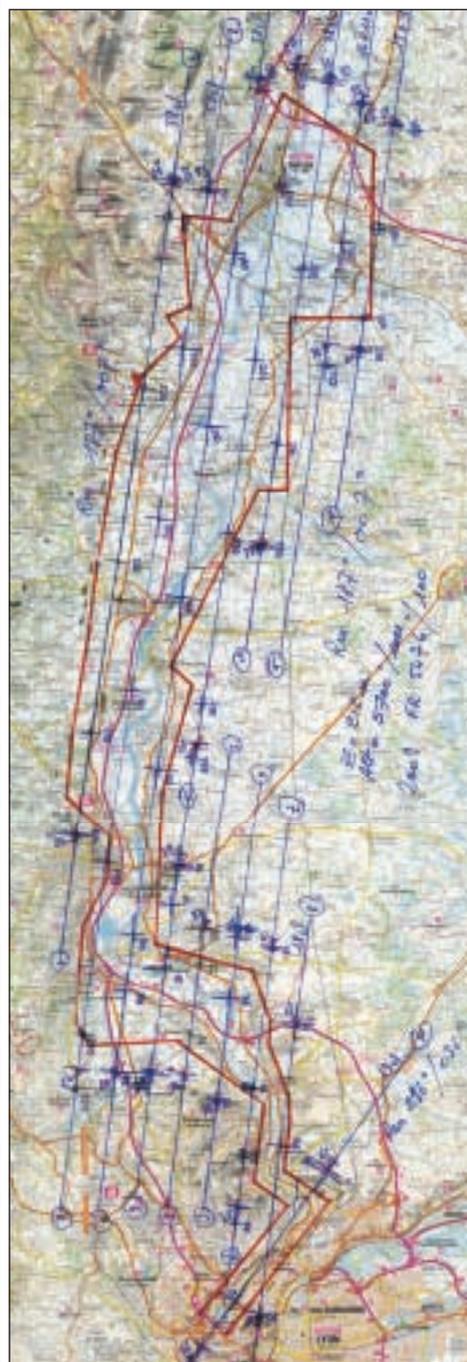


Michel Béliikian, pilote, et Pascale Lugand, photographe et navigatrice.

« Voilà, Pascale ! Nous décollerons à 10 h 30, cap au nord, direction Amiens. Nous volerons à 3 000 pieds, vitesse 200 nœuds. Nous effectuerons 2 axes orientés nord-sud. Puis nous mettrons le cap sur Abbeville pour photographier la baie de Somme. Ensuite, retour par la verticale de Beauvais et intégration dans le circuit de Creil pour l'atterrissage. Déclenchement automatique tous les 1 824 m, entre les segments indiqués sur le plan. Je vais prévenir Beauvais... »

À 10 h 30 précises, le Beechcraft décolle. Pascale a introduit la disquette du plan de vol dans l'or- >>

LE PLAN DE VOL



Ici, un vol au-dessus de la vallée de la Saône, de Mâcon à Villeurbanne, pour évaluer l'étendue des inondations.

Zone à couvrir : 
 nombre d'axes : 9 ; 
 segments : 
 nombre de clichés : 331 ;
 distance entre clichés : 912 m ;
 km linéaires : 285 ;
 altitude en pieds : 5 700' (environ 2 000 m) ;
 nombre de virages : 13 ;
 focale : 152 mm ;
 recouvrement longitudinal : 60 %/228 ;
 recouvrement latéral : 20 %/228.



Un tracteur sort le Beechcraft du hangar.

>> dinateur. Toutes les particularités de la mission ont été prises en compte. Le V/H (le ratio de la vitesse sur l'altitude du vol) est automatiquement calculé par un système optique visant le sol depuis la caméra. L'appareil va suivre une trajectoire déterminée et contrôlée par le récepteur GPS embarqué qui permet de corriger les dérives et de vérifier le positionnement exact de l'avion par rapport à son plan de vol. Simultanément, le recouvrement choisi est affiché. En cas de déclenchement automatique des prises de vues, l'informatique tient compte pour respecter la précision des intervalles entre les cli-

chés. Pascale explique l'importance de cette donnée de recouvrement :

“ Tous nos axes de vols sont parallèles. Les clichés doivent impérativement se recouvrir dans les deux sens.

Le recouvrement latéral, d'axe en axe, s'appelle l'entraxe. D'une valeur de 20 %, il permet, d'une part, d'éviter les «trous» qui pourraient résulter d'un fort vent latéral et, d'autre part, de superposer les points homologues >>



Développées par le Laboratoire d'optique électronique et de micro-informatique (Loemi) de l'IGN, à partir de capteurs CCD Kodak, les caméras numériques sont désormais opérationnelles. Le Loemi a également mis au point des logiciels de transformation qui corrigent le voile atmosphérique et permettent d'exploiter la bonne qualité des images numériques.

GPS, NAVIGATION ET AÉROTRIANGULATION

La constellation de satellites GPS est utilisée, depuis une quinzaine d'années au SAA, pour assurer, dans un premier temps, la navigation de l'avion en temps réel, puis pour fournir des données complémentaires qui serviront pour les travaux d'aérotriangulation de la mission.

L'installation de base GPS comporte une antenne aéronautique, un préamplificateur, un récepteur 12 canaux mono-fréquence, un PC portable pour la navigation et un PC de stockage des données brutes en provenance des satellites.

Le logiciel, implanté sur le PC de navigation, affiche, sur un

fond de carte sommaire, les axes que l'avion doit suivre ainsi qu'une représentation symbolique de la position de l'appareil. Il fournit au pilote les éléments indispensables au suivi des axes. Il enregistre, au moment du déclenchement d'un cliché, la position de l'avion en temps réel et à quelques dizaines de mètres près.

Pour les missions en France, les données brutes sont enregistrées simultanément par un récepteur GPS implanté au sol sur un point très précisément géoréférencé. Les données brutes « avion et sol » sont interprétées par un logiciel de trajectographie qui permet de

déterminer, a posteriori, la position de l'avion au moment du déclenchement de la chambre de prise de vues à quelques dizaines de centimètres près. Ce sont ces résultats qui sont utilisés par l'aérotriangulation.

En 2002, il est prévu d'intégrer un récepteur GPS bi-fréquence dans l'avion. L'application aéroportée ne sera pas très différente. En revanche, la disponibilité, en France, du réseau géodésique permanent devrait permettre de supprimer la station sol de référence. Surtout, ces équipements devraient permettre, avec de nouveaux logiciels, d'atteindre des précisions centimétriques.



Le navigateur-photographe est assis à la droite du pilote. À sa gauche, en retrait, le logiciel de navigation. La position de l'avion est matérialisée en permanence sur l'écran, ce qui permet d'activer manuellement l'obturateur à la seconde près, lorsque les prises de vues ne sont pas effectuées en déclenchement automatique.

Ici, au premier plan, l'une des deux caméras, fixée sur son puits vertical. La seconde est située à l'arrière de l'avion, devant une chambre noire, prévue pour décharger et recharger les magasins à films en cours de vol.



Un tracteur sort le Beechcraft du hangar.

➤ ➤ dinateur. Toutes les particularités de la mission ont été prises en compte. Le V/H (le ratio de la vitesse sur l'altitude du vol) est automatiquement calculé par un système optique visant le sol depuis la caméra. L'appareil va suivre une trajectoire déterminée et contrôlée par le récepteur GPS embarqué qui permet de corriger les dérives et de vérifier le positionnement exact de l'avion par rapport à son plan de vol. Simultanément, le recouvrement choisi est affiché. En cas de déclenchement automatique des prises de vues, l'informatique tient compte pour respecter la précision des intervalles entre les cli-

chés. Pascale explique l'importance de cette donnée de recouvrement :

“ Tous nos axes de vols sont parallèles. Les clichés doivent impérativement se recouvrir dans les deux sens.

Le recouvrement latéral, d'axe en axe, s'appelle l'entraxe. D'une valeur de 20 %, il permet, d'une part, d'éviter les «trous» qui pourraient résulter d'un fort vent latéral et, d'autre part, de superposer les points homologues ➤ ➤

GPS, NAVIGATION ET AÉROTRIANGULATION

La constellation de satellites GPS est utilisée, depuis une quinzaine d'années au SAA, pour assurer, dans un premier temps, la navigation de l'avion en temps réel, puis pour fournir des données complémentaires qui serviront pour les travaux d'aérotriangulation de la mission.

L'installation de base GPS comporte une antenne aéronautique, un préamplificateur, un récepteur 12 canaux mono-fréquence, un PC portable pour la navigation et un PC de stockage des données brutes en provenance des satellites.

Le logiciel, implanté sur le PC de navigation, affiche, sur un

fond de carte sommaire, les axes que l'avion doit suivre ainsi qu'une représentation symbolique de la position de l'appareil. Il fournit au pilote les éléments indispensables au suivi des axes. Il enregistre, au moment du déclenchement d'un cliché, la position de l'avion en temps réel et à quelques dizaines de mètres près.

Pour les missions en France, les données brutes sont enregistrées simultanément par un récepteur GPS implanté au sol sur un point très précisément géoréférencé. Les données brutes « avion et sol » sont interprétées par un logiciel de trajectographie qui permet de

déterminer, a posteriori, la position de l'avion au moment du déclenchement de la chambre de prise de vues à quelques dizaines de centimètres près. Ce sont ces résultats qui sont utilisés par l'aérotriangulation.

En 2002, il est prévu d'intégrer un récepteur GPS bi-fréquence dans l'avion. L'application aéroportée ne sera pas très différente. En revanche, la disponibilité, en France, du réseau géodésique permanent devrait permettre de supprimer la station sol de référence. Surtout, ces équipements devraient permettre, avec de nouveaux logiciels, d'atteindre des précisions centimétriques.



Développées par le Laboratoire d'optique électronique et de micro-informatique (Loemi) de l'IGN, à partir de capteurs CCD Kodak, les caméras numériques sont désormais opérationnelles. Le Loemi a également mis au point des logiciels de transformation qui corrigent le voile atmosphérique et permettent d'exploiter la bonne qualité des images numériques.



Le navigateur-photographe est assis à la droite du pilote. À sa gauche, en retrait, le logiciel de navigation. La position de l'avion est matérialisée en permanence sur l'écran, ce qui permet d'activer manuellement l'obturateur à la seconde près, lorsque les prises de vues ne sont pas effectuées en déclenchement automatique.

Ici, au premier plan, l'une des deux caméras, fixée sur son puits vertical. La seconde est située à l'arrière de l'avion, devant une chambre noire, prévue pour décharger et recharger les magasins à films en cours de vol.

LE LABORATOIRE : DÉVELOPPEMENT ET CONTRÔLE



Les activités, sur la base de Creil, sont strictement photographiques. Le travail commence avec l'établissement du plan de vol. Une fois les photos prises, les films sont apportés au laboratoire, où ils sont développés. Puis, chaque vue est vérifiée de manière à en éliminer les éventuels défauts. Si ces rectifications s'avèrent impossibles à réaliser, la mission est à refaire. Enfin, le laboratoire procède à la numérisation des clichés argentiques.

GRAND PUBLIC : PHOTOS AÉRIENNES À LA CARTE

C'est également à Creil que sont produits les tirages photographiques destinés au grand public. Les trois quarts des quatre millions de clichés qui constituent les archives photographiques nationales sont répertoriés sur le site Internet de l'IGN. Aujourd'hui, seuls un million de clichés peuvent être commandés.

Pour recevoir une photo sous forme de cédérom ou de tirage photographique, il suffit, après avoir désigné la commune concernée, de la choisir sur un fonds cartographique parmi les photos disponibles.

ign.fr/fr/GP/photaer

>> de bande à bande. Longitudinalement, le recouvrement est prédéterminé : il est généralement de 60 %, jamais moins, avec un déclenchement toutes les 20 secondes, par exemple. C'est lui qui permet la vision stéréoscopique. Cette fonction est fondamentale pour réaliser les travaux de restitution planimétrique et altimétrique.



De fait, ces 60 % comprennent 10 % de marge de sécurité. Si un recouvrement de 59 % pourrait suffire, 49 % ne permettrait pas la vision stéréoscopique sur la totalité des couples de photos et la mission devrait être recommencée.

UN VASTE CHAMP D'APPLICATIONS

En devenant orthophoto, grâce à la puissance des ordinateurs et des logiciels actuels, la photographie aérienne devient compatible et superposable à une carte. Il est désormais possible d'effectuer des mesures directes. L'orthophotographie répond, de manière simple, à un grand nombre de besoins, tout particulièrement dans les domaines de l'agriculture, de l'urbanisme et de l'environnement. C'est une des quatre composantes du référentiel à grande échelle (RGE). Elle permet, à l'aide de logiciels adaptés, de développer toutes sortes d'applications, hier encore inexistantes et désormais indispensables à l'aménagement du territoire et à la gestion de

notre environnement : des cartes de la pollution, du bruit, des zones inondables, des risques naturels telles les avalanches... Les collectivités locales sont les premières utilisatrices des produits géographiques de l'IGN. De même, les architectes, les urbanistes, les pompiers, les services du cadastre, les parcs nationaux et régionaux ou l'Office national des forêts sont demandeurs d'informations photographiques.

Contrairement à une idée reçue, la cartographie n'est pas réalisée à partir de prises de vues satellitaires, même si ces dernières sont utiles dans certaines zones très vastes et peu développées, sur lesquelles on peut numériser certains éléments avec une grande précision : le réseau routier, par exemple. C'est ce que l'on appelle une «spatiocarte», un outil essentiel pour répondre à certains marchés importants à l'export ou concernant la Défense. Un service hautement spécialisé produit ces spatio-cartes : IGN Espace, à Toulouse.

Mais, pour tous travaux de cartographie à grande échelle, les prises de vues aériennes demeurent indispensables. Les images satellitaires qui sont prises – en couleurs –, à 800 km du sol en moyenne, n'offrent pas encore de résolution supérieure à 2,5 m, et il est peu probable qu'elle soit considérablement affinée dans un avenir proche, tandis qu'une photo aérienne peut, suivant les échelles, avoir une définition de 10 cm.

C'est pourquoi la photo aérienne, grâce à sa grande souplesse d'utilisation et à la multiplicité de ses applications, possède un grand avenir. ■

DE LA PHOTO À LA CARTE : LA PHOTOGRAMMÉTRIE



C'est au site de production principal de l'Institut, à Saint-Mandé, que les clichés sont traités en photogrammétrie. Cette technique permet, en plaçant un couple de clichés dans un appareil de photogrammétrie (analytique ou numérique), de reconstituer une image virtuelle en trois dimensions du terrain photographié. C'est à partir de cette image (ou modèle) géométriquement fiable que seront restitués tous les éléments caractéristiques du terrain, pour être ensuite intégrés dans la base topographique nationale (BD TOPO® Pays).

Chronologie

HISTORIQUE

1938

Le Service géographique de l'armée (SGA) est équipé de quatre Potez 540, bimoteur de reconnaissance et de bombardement reconverti pour la photographie.



La Première Guerre mondiale a démontré l'intérêt que présentait l'observation aérienne. Le Service géographique de l'armée (SGA) envisage dès lors de compléter les données terrestres par des vues d'avion, pour accélérer la réalisation de la carte de France.

À partir de 1938, le SGA dispose d'avions spécialement équipés pour la prise de vues aérienne à axe vertical.

En 1940, le Service est dissous, afin qu'il ne tombe pas aux mains de l'ennemi, et est recréé sous une forme civile.

En 1944, les premières missions de l'IGN consisteront à inventorier les dégâts de la guerre.

1968 voit l'arrivée d'avions légers bimoteurs, les Aérocommander 680 FL.

Des missions très particulières leur sont confiées, notamment des thermographies et des mesures de champ magnétique.

Aujourd'hui, avec sa flotte de cinq avions basée à Creil, l'Institut assure la mise à jour permanente de la cartographie du territoire, ainsi que de multiples missions scientifiques.

Au total, ce sont plus de 4 millions de clichés qui ont été pris depuis 1921.

1944-1948

Une escadrille de six NC 701 est créée. Le nez vitré de ces anciens bombardiers légers, qui volaient à 300 km/h à 7 000 m, était particulièrement adapté à la prise de vues.



Le prototype du SE 1010 s'écrase lors de son second vol d'essai, et le projet d'en construire six est abandonné.



1947-1990

En 1947, l'IGN acquiert, « à la casse », 14 *Flying fortress* américaines B-17. Elles totaliseront 53 884 heures de vol en France et ailleurs dans le monde. Les augmentations successives du prix des carburants les rendront obsolètes.



Les caméras de l'époque étaient à l'échelle des B-17. Quant à la cabine, elle n'était pas pressurisée.

1947-1951

Les derniers bombardiers reconvertis : neuf Loire et Olivier (LO 453 ou 455 PH), construits par la SNCASE. Ils effectuèrent 4 500 heures de vol.



Hurel-Dubois



1957

L'IGN possédait huit de ces bimoteurs

spécialement étudiés pour lui. On les appelait les « coupe-papier volants ».

1986-2001

Ce Fokker F-27, spécialement équipé pour la recherche atmosphérique, vient d'effectuer sa dernière mission dans le cadre d'«Escompte», une étude sur la pollution dans la vallée du Rhône.



Depuis 1972

Le Mystère 20, n° 02, le seul avion de l'IGN qui ne soit pas, aujourd'hui, un Beechcraft.



À partir des données BD TOPO®, BD ALTI® et des informations sur les sources de bruit, MITHRA-SIG calcule, en 3D, le niveau de bruit sur les façades des immeubles. Exemple, ici, de l'impact d'une autoroute.

Échelle des valeurs en dB(A)

> 76
74 à 76
72 à 74
70 à 72
68 à 70
66 à 68
64 à 66
62 à 64
60 à 62
58 à 60
56 à 58
54 à 56
52 à 54
50 à 52
< 50

© CSTB



LUTTE CONTRE LE BRUIT CSTB-IGN

PARTENAIRE DE L'IGN, LE CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT (CSTB)

EST À LA POINTE DE L'INNOVATION DANS LE DOMAINE DE LA CONSTRUCTION.

LE CSTB

Créé en 1947, le CSTB est un établissement public à caractère industriel et commercial (Épic), placé sous la tutelle du ministère du Logement. Il emploie 600 personnes, dont 300 ingénieurs et chercheurs. Son chiffre d'affaires est de 347 millions de francs.

Le Centre scientifique et technique du bâtiment réunit des experts des matériaux et des techniques de construction, des équipements et de la sécurité, de la thermique, de l'acoustique, de l'aérodynamique, de l'éclairage, de l'environnement, de la santé, des nouvelles technologies de l'information et de la communication, de l'économie et de la sociologie.

QUATRE MÉTIERS ASSOCIÉS : RECHERCHE, CONSULTANCE, ÉVALUATION ET DIFFUSION DU SAVOIR

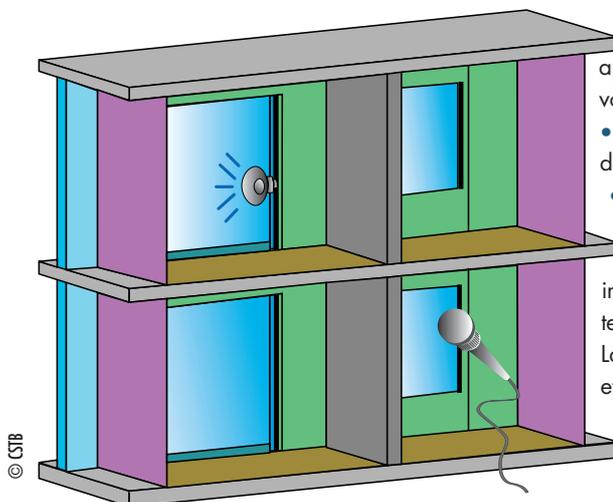
Le CSTB apporte son concours aux industriels, entrepreneurs, bureaux d'étude, architectes et maîtres d'ouvrage. Il assiste les pouvoirs publics pour la réglementation technique et la qualité de la construction.

Depuis plus de 20 ans, le service acoustique du CSTB, installé à Grenoble, développe des outils permettant d'intégrer la qualité acoustique à la conception des bâtiments, de leurs composants et de leur environnement extérieur. Ses principaux partenaires sont les industriels du secteur de la construction des bâtiments, mais aussi des constructions navales, automobiles et aéronautiques. Quelques exemples de la gamme actuelle des produits disponibles :

- **CARMEN** : système électroacoustique actif pour le contrôle de l'acoustique des salles de spectacle ;
- **ACOUBAT** : logiciel d'aide à la conception acoustique des bâtiments ;
- **ICARE** : logiciel de calcul du bruit dans des espaces complexes par la méthode de rayons, applicable aux salles de concert, habitacles de voitures ou avions ;
- **MICADO** : logiciel de calcul par éléments finis de l'efficacité acoustique d'écrans anti-bruit ;
- **MEFFISTO** : logiciel de calcul des vibrations dans le sol dues au passage des trains ;
- **MITHRA** : logiciel de prévision du bruit des infrastructures de transport, avec possibilité d'écouter le bruit des trafics calculés.

La gamme MITHRA est particulièrement réputée, et utilisée par des professionnels du monde entier.

Ce moteur de calcul de propagation du bruit utilise des informations géographiques telles que l'altimétrie, les bâtiments, l'hydrographie ou la végétation. Il permet de calculer des cartes de bruit et de simuler l'impact d'aménagements tels que l'installation d'écrans anti-bruit. Il se base sur quatre



© CSTB

ACOUBAT permet de calculer les isolements entre les pièces d'un bâtiment dont on a, au préalable, décrit la géométrie et les constituants.

Contacts CSTB

Service acoustique du CSTB : 38 personnes, installées à Saint-Martin-d'Hères (Grenoble) et à Marne-la-Vallée.

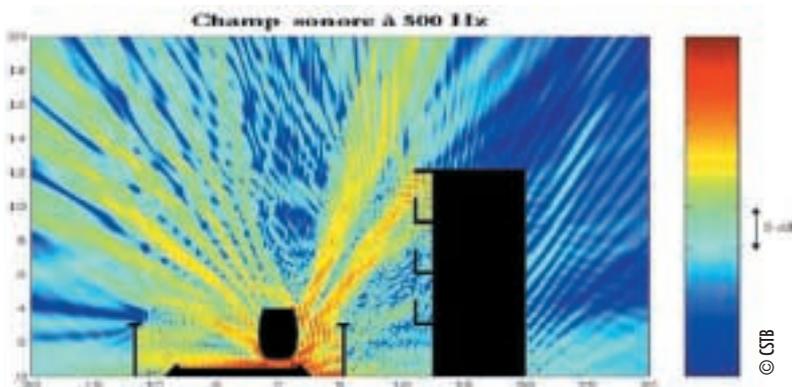
Tél. : 04 76 76 25 25.
Fax : 04 76 44 20 46.

Site Internet : www.cstb.fr/grenoble

types de sources de bruit, également géoréférencées : routes, voies ferrées, lignes d'aviation et sources de bruit industrielles.

UN PARTENARIAT ENTRE LE CSTB ET L'IGN A ÉTÉ SIGNÉ EN 2000

Pour faciliter l'utilisation des données géographiques, le CSTB s'est rapproché de l'IGN afin d'améliorer l'interfaçage entre MITHRA et les bases de données géographiques. Un partenariat a été signé en 2000, qui aboutira au co-développement d'un nouvel outil, MITHRA-SIG. Le CSTB apporte ses compétences et ses outils pour le calcul du bruit ; l'IGN fournit un appui pour automatiser le chargement de données issues de la BD TOPO®, la BD ALTI® et la BD ORTHO®, mais aussi pour la visualisation 3D des résultats.



Le logiciel MICADO calcule le bruit résultant du trafic routier ou ferroviaire dans des situations complexes.

Un tel outil, simple à utiliser et autonome, sera particulièrement utile aux bureaux d'aménagement et aux collectivités locales, en particulier dans le cadre de la future directive européenne sur le bruit, prévue pour 2002, qui obligera les villes de plus de 250 000 habitants à réaliser des cartographies du bruit. ■

BD ORTHO® Agglo Cities Revealed INTER ATLAS-IGN

IGN ET INTER ATLAS ONT SIGNÉ, LE 25 MAI 2001, UN CONTRAT DE COÉDITION ET DE COPRODUCTION DESTINÉ À RÉALISER UNE ORTHOPHOTOGRAPHIE COUVRANT LA ZONE AGGLOMÉRÉE DE L'ÎLE-DE-FRANCE.



Paris : l'île de la Cité.

© Inter Atlas

La société Inter Atlas, spécialiste de la photographie aérienne et de la production de cartes vectorielles sur Internet, vient de signer un contrat de partenariat avec l'IGN portant sur la coédition et la commercialisation d'une nouvelle base de données : la BD ORTHO® Agglo Cities Revealed. Il s'agit là de la première tranche d'un vaste projet orthophotographique qui couvrira, à l'horizon 2005, l'ensemble des agglomérations françaises de plus de 100 000 habitants. Cette première réalisation sera disponible à partir d'octobre 2001, mais peut être commandée dès maintenant.

UNE PHOTOGRAPHIE NUMÉRIQUE DOTÉE DE LA QUALITÉ GÉOMÉTRIQUE D'UNE CARTE

La BD ORTHO® Agglo Cities Revealed couvre un peu plus de 4 700 km², incluant Paris et la « petite couronne » et une partie des départements de la « grande couronne », dont les sept agglomérations de Beaumont, Coulomiers, Provins, Montereau, Nemours, Étampes et Rambouillet. La prise de vues aériennes a été réalisée par l'IGN, à l'aide de ses caméras numériques. L'usage de cet équipement de pointe permet d'éviter

les coûts et les pertes de qualité liées au scannage de clichés argentiques. Cette série de prises de vues représente environ 12 000 clichés, qui ont tous été « orthorectifiés » (c'est-à-dire corrigés de leurs déformations géométriques) par l'IGN. Il en résulte une photographie numérique, continue sur une vaste emprise, possédant la qualité géométrique d'une carte. Inter Atlas, pour sa part, prend en charge la phase de « mosaïquage », autrement dit l'assemblage des images entre elles, ainsi que le bon rendu radiométrique final.

UN PARTENARIAT IGN-INTER ATLAS ASSURE LA PRODUCTION ET LA COMMERCIALISATION

L'édition et la commercialisation du produit sont assurées par l'IGN et Inter Atlas. La BD ORTHO® Agglo Cities Revealed sera mise sur le marché sous forme de licence (le droit d'utilisation étant limité aux besoins propres de l'acquéreur). La livraison sera effectuée, fin 2001, sur CDROM. Des éditions au détail – pour une commune, par exemple – seront possibles. Une licence standard monoposte s'élèvera à environ 4 000 F hors taxes, pour l'emprise d'une commune moyenne (TVA : 19,6 %). ■

INTER ATLAS

Créée en 1997 par Michel Somoguy et David Mc Cartney, la société Inter Atlas est spécialisée dans la photographie aérienne et la cartographie. Elle vient de développer, sur le Web, le nouveau produit « ShockyMap » : une cartographie vectorielle fondée sur la photographie aérienne.

Contact Inter Atlas

Michel Somoguy,
10, avenue Réaumur,
92140 Clamart.
Tél. : 01 46 30 63 63.
Fax : 01 46 30 23 80.
info@interatlas.fr

L'IGN, AU-DELÀ DE NOS FRONTIÈRES

ALAIN COUZY, DIRECTEUR GÉNÉRAL D'IGN FRANCE INTERNATIONAL

Société anonyme, filiale de l'IGN fondée en 1986, IGN FI est une entreprise d'ingénierie géographique dont la mission est de développer et de promouvoir le savoir-faire de l'Institut et de ses partenaires sur le marché international.

Dans ce contexte, la flotte aérienne de l'Institut est un outil de production essentiel.



Alain Couzy, ingénieur géographe, directeur général d'IGN FI.

C'est au Sénégal, où il occupe, pour l'IGN, son premier poste à sa sortie de Polytechnique puis de l'ENSG qu'Alain Couzy prend toute la mesure de l'intérêt de l'ouverture aux marchés internationaux. Par la suite, détaché au ministère de l'Environnement, il y travaille pendant une dizaine d'années, en particulier sur un nouvel outil de collecte d'information géographique : la télédétection par exploitation d'images satellitaires. Au début des années 80, il réintègre l'IGN, où on lui confie le Département international.

IGN FI : UN RÔLE DE CHEF DE FILE ET D'ENTRAÎNEUR

« Au Département international, j'ai proposé la mise en œuvre d'une mesure intégrée depuis peu au statut de l'IGN : la création d'une filiale. Celle-ci, en échappant aux lourdeurs du statut public, mettrait l'IGN à armes égales avec la concurrence et permettrait de dynamiser son action à l'étranger. »

C'est ainsi qu'en 1986 IGN FI est créé et qu'Alain Couzy en est nommé directeur. Le ministre de tutelle, à l'époque, insiste particulièrement sur le rôle d'entraîneur et de chef de file que ce nouvel organisme sera appelé à jouer au bénéfice du secteur de l'information géographique français.

IGN FI est donc une SA, dont les

deux tiers du capital appartiennent à l'IGN, le tiers restant étant réparti entre cinq partenaires, dont deux sont étrangers. L'un, *Telespazio*, est italien ; l'autre est espagnol : c'est Le Centre national d'information géographique (CNIG), qui dépend de l'homologue de l'IGN au-delà des Pyrénées.

« Ces deux partenaires permanents (nous en croisons un grand nombre à titre ponctuel) élargissent notre image européenne et sont un atout, lors de l'attribution des marchés de l'Union. De plus, le premier nous apporte également sa compétence en termes d'applications thématiques des enregistrements satellites (les aspects géométriques étant traités par IGN Espace), et le second nous apporte son soutien sur les marchés d'Amérique latine. Ces deux axes sont stratégiques. Enfin, je dirai brièvement que, de par notre personnalité spécifique, nous avons pu constituer un réseau d'experts, une diversité de compétences qui nous permettent d'enrichir les propositions que nous sommes appelés à faire, jusqu'à la satisfaction globale du client, c'est-à-dire souvent au-delà de la seule information géographique. Nous répondons entièrement à sa demande, et notre statut nous permet d'offrir toutes les prestations complémentaires que ceux qui nous sollicitent n'ont plus besoin d'aller chercher ailleurs. C'est le « plus » consi-

dérable que nous sommes en mesure d'apporter à l'IGN, qui ne peut remplir seul cette fonction. »

LES AVIONS DE L'IGN : UNE LOGIQUE ÉCONOMIQUE

La flotte de l'IGN est un moyen de production efficace à l'export. Mais la photographie aérienne requiert de bonnes conditions d'ensoleillement. Il semble donc évident, a priori, qu'il suffise de transporter les avions dans l'hémisphère sud, durant la période où cette flotte ne peut travailler en France, autrement dit de lui faire "suivre le soleil". Et il est exact qu'il existe, dans cette partie du monde, un marché dont IGN FI parvient souvent à conquérir des parts.

« Toutefois, le succès ou l'échec de nos propositions dépend fondamentalement des conditions financières que nous sommes capables de proposer, précise Alain Couzy. Il existe, dans ce contexte très concurrentiel, un prix de marché au-dessus duquel nous ne pouvons pas travailler. C'est là où la notion de distance prend toute son importance : si l'éloignement du chantier n'est pas compensé par l'étendue du territoire à couvrir, le surcoût induit par la mise en place de nos moyens (en temps et en carburant, autrement dit en argent) sera trop élevé par rapport à des concurrents géographiquement mieux positionnés. »

La mise en place d'un chantier repose, en permanence, sur des bases économiques et stratégiques. Il peut arriver qu'il soit nécessaire de sous-traiter un marché à l'étranger. Les Australiens, par exemple, étaient mieux placés que l'IGN pour traiter la Polynésie.

« C'est pourquoi nous ne transportons pas systématiquement nos avions vers le sud, mais plutôt là où leur mise en place ne constitue pas un handicap. Nous avons très bien travaillé en Irlande (où les conditions d'ensoleillement sont relativement moins favorables qu'en France), au Luxembourg, en Albanie... Nous avons effectué, en Espagne, des travaux de contrôle de la politique agricole, au bénéfice de la Communauté européenne.

Nous avons également réalisé des missions très réussies en Tunisie, à la suite desquelles nous mettons en place, dans le cadre d'un nouveau marché avec la Direction générale des forêts, une nouvelle manière de nous affranchir des contraintes solaires grâce à la caméra numérique. Nous ne nous contentons pas de proposer les moyens classiques de l'IGN, mais également les outils de pointe qui, souvent, n'ont pas encore d'applications opérationnelles dans l'Hexagone. C'est à nouveau, pour nous, une manière d'assurer notre rôle d'entraîneur. » ■