

14° Congrès de la Société Internationale de Photogrammétrie
Hambourg 1980

Société Française de Photogrammétrie et Télédétection
(S. F. P. T.)

RAPPORT DES ACTIVITES NATIONALES
(PERIODE 1972-1980)

RAPPORT DE LA FRANCE

par M. Guy DUCHER, Ingénieur en chef géographe
Directeur du Groupement Recherche,
Etudes et Développement de
l'Institut Géographique National
Secrétaire général de la S. F. P. T.

Sommaire :

Le rapport résume les faits marquants dans les activités françaises en photogrammétrie et télédétection, au cours des 8 années précédentes, tant dans le domaine de la recherche, de l'enseignement que de la production. Les principales caractéristiques concernant la saisie, le traitement et les applications des données aéro-spatiales sont mentionnées. Le rapport s'appuie sur l'envoi d'un questionnaire aux membres de la SFPT et sur les rapports d'activités et communications émanant des principaux organismes spécialisés.

Un aperçu des tendances actuelles est également fourni.

Les faits marquants des activités françaises en photogrammétrie et télédétection au cours des 8 années précédentes, dans chacun des différents secteurs de ces deux disciplines de plus en plus intimement associées et imprégnées des progrès de l'informatique, de l'automatisation et du spatial sont les suivants :

I - Capteurs-Vecteurs

On a assisté à une diversification et un renouvellement des vecteurs aériens : l'Institut Géographique National (IGN) a acquis un second bi-réacteur Mystère 20-Dassault, deux bi-turbopropulseurs Beechcraft Super-King Air 200 et un hélicoptère Alouette III. Tous ces avions sont équipés de 2 trappes pour le doublage de la saisie. Deux monomoteurs Cessna complètent la gamme IGN qui comprend en plus 3 aérocommandeurs, 2 Hurel-Dubois et 2 B-17 dont un équipé de 7 trappes et qui s'avère très précieux pour la télédétection multispectrale.

Des avions légers sont également utilisés par d'autres compagnies pour des levés à basse altitude (approche géotechnique pour étude de tracés routiers, archéologie, surveillance de pollutions...).

L'IGN a acquis un système de navigation Trident, qui par appui sur 3 ou 4 balises au sol, permet de localiser l'avion à quelques mètres près. On en attend des prises de vues pré-centrées qui, grâce à la réutilisation des canevas initiaux, devraient voir leur exploitation en révision facilitée.

L'IGN a également acquis un nouvel altimètre aéroporté à laser YAG qui fournit à la cadence de 20 tirs à la seconde des mesures le long de profils, très utiles pour l'établissement des canevas altimétriques de restitution.

Les études des films les plus appropriés aux diverses conditions rencontrées se sont poursuivies notamment par des essais sur des polygones-tests effectués par l'IGN en coopération avec le DFVLR (Allemagne), dans le cadre de travaux pour le choix des émulsions destinées au premier vol du satellite SPACELAB. On a procédé d'autre part à un examen des conditions actuelles de stockage des films et des améliorations à leur apporter.

Les prises de vues aériennes ont connu un essor important puisque l'on dispose actuellement sur toute la France de clichés datant de moins de 4 ans, certaines régions plus sensibles étant couvertes à un intervalle de 1 ou 2 ans.

Les échelles standards retenues sont le 1 : 14,5 k, le 1 : 30 k (échelle de base) et le 1 : 60 k dans le Midi.

Le littoral est entièrement couvert de vues récentes en panchro et Infra-Rouge (IR) à 1 : 20 k, et certaines zones le sont en plus en couleurs.

Les émulsions utilisées restent surtout le panchro mais de nombreuses prises de vues sont doublées généralement à la même échelle

en couleurs, IR ou IRC. Elles procurent alors un intérêt supplémentaire offert à coût marginal pour l'interprétation, les forêts, le génie civil, l'archéologie...

Certains usagers souhaiteraient disposer de clichés à 1 : 200 k saisis par ballon pour effectuer des mosaïques très avantageuses.

Les futurs satellites pourront peut-être approcher de cette gamme mais pour l'instant il n'existe que les données de LANDSAT qui, dans le cadre du service EARTHNET de l'A. S. E. et par l'intermédiaire du GDTA qui constitue le point de contact national, sont archivées assez systématiquement depuis 1975 : 360 scènes LANDSAT ont été acquises sur la France dont la couverture en comporte 50, de sorte qu'en moyenne on dispose de 7 images LANDSAT sur la France, quelquefois de 10 ou plus, prises à des saisons différentes. Près de 600 bandes CCT et 1 800 films ont été vendus récemment en France par ce réseau, principalement aux services membres du GDTA et aux Universités.

La préparation des prochains vols spatiaux d'observation de la terre se fait activement par la participation aux groupes sur SPACELAB et surtout par la mise en oeuvre au CNES du projet français de satellite stéréoscopique SPOT. Sous l'impulsion du GDTA, on étudie la définition de la station-sol, la méthodologie et les équipements pour la diffusion de produits standards SPOT de divers niveaux, qu'ils soient ou non remis à l'échelle et redressés sur points d'appui au sol et M. N. T. L'utilisation des images SPOT est évaluée par enquête auprès de tous les usagers concernés et au moyen de simulations faites d'après photos aériennes.

On envisage un emploi très diversifié de SPOT en cartographie thématique (inventaires, surveillance...) ou topographique (aérotriangulation, photo-cartes et cartes au trait, révision...).

Les capteurs spatiaux font également l'objet d'essais aériens et d'évaluations au sein du GDTA et d'Universités : notons des vols IGN avec un radar français Vigie (3 cm), un radar US du JPL (25 cm) et un push-broom dans le visible. Au total, ce sont près de 200 h de vol qui ont été consacrées à la recherche et à ces essais par l'IGN en 1979 pour le GDTA et plus de 100 h les années précédentes.

II - Matériels de restitution et d'exploitation

II, 1) Restituteur analytique

Cette période est caractérisée par l'apparition du premier restituteur analytique français, le TRASTER de Matra dont la précision, l'originalité et la commodité d'emploi sont les traits principaux. Cet appareil permet naturellement la confection des cartes topographiques ; il a été utilisé également pour la restitution d'images prises dans des conditions difficiles, qu'il eut été impossible de traiter sur appareil analogique. Des estimations plus poussées sur l'emploi du TRASTER en aérotriangulation et en restitution numérique sont en cours ainsi que diverses améliorations propres à assouplir le dialogue homme-machine et à doter l'appareil de logiciels supplémentaires pour traiter les données de nouveaux capteurs et élargir le champ d'application.

II, 2) Photogrammétrie numérique

Les possibilités des tables traçantes automatiques modernes et l'intérêt de constituer des fichiers numériques de la planimétrie et de l'altimétrie ont entraîné un développement considérable des systèmes numériques de saisie photogrammétrique .

De nombreux appareils analogiques ont été dotés de codeurs, de pupitres de commande et d'enregistreurs sur bande magnétique ; on conserve le dessin en temps réel à titre de suivi de la restitution tandis que le contrôle et la correction des bandes se font de préférence en aval, grâce à des systèmes à console interactive assistée par ordinateur.

II, 3) Appareils simplifiés

Divers appareils simplifiés ont été mis au point à l'IGN pour les besoins de la révision (révicarte, stéréo-réviseur) et pour l'exploitation des stéréo-orthophotos (orthoster). Il s'agit d'un domaine où de nombreuses variantes sont nécessaires pour mieux satisfaire aux conditions rencontrées. Certains appareils, comme le stéréo-réviseur, ont fait l'objet d'une petite série pour l'IGN.

II, 4) Téledétection

Le traitement des images numériques de LANDSAT se trouve facilité par l'apparition de divers systèmes à console colorée interactive (TRIM-Alcatel, ERMAN-IBM, I2S-101-Matra...) assistés d'ordinateurs et de mini-processeurs spécialisés. On rencontre de tels systèmes dans divers organismes (CNES, IGN, laboratoires...), et leur nombre est en extension.

La restitution des images sur film s'opère ensuite avec des caméras à tambour, souvent à laser (VISUMAT de Matra au CNES, VIZIR de la SEP à l'IFP, SEMIO à l'IGN...).

III - Aérotriangulation

L'emploi de l'aérotriangulation s'est généralisé quels que soient l'échelle et le producteur (Cadastre, IGN, géomètres...).

On l'associe quelquefois à la confection d'un semis de points cotés. Des perfectionnements ont été introduits dans les logiciels pour réduire les temps d'ordinateur ou augmenter la précision.

IV - Méthodes de restitution et applications topographiques

IV, 1) Photogrammétrie à grande échelle, graphique et numérique

On note une extension des levés photogrammétriques à 1 : 5 000 et 1 : 2 000 et en direction des très grandes échelles (jusqu'au 1 : 500) utilisées pour le génie civil, le cadastre et les projets d'irrigation avec quelquefois insertion de profils numériques en long et en travers. L'intérêt pour les plans à buts multiples s'accroît.

La restitution numérique s'étend considérablement tant en zone urbaine (fichier topographique et cadastral) que péri-urbaine ou rurale (études d'environnement, projets routiers et ferroviaires). La précision de la méthode et celle des appareils modernes entraînent un gain important dans les rapports d'échelles utilisés entre la prise de vues et le

document graphique issu du fichier sur table traçante automatique. Les principales combinaisons rencontrées ou souhaitées sont les suivantes :

Focale (mm)	Film	Echelle des prises de vues	Echelle de sortie
152	panchro	1 : 14,5 k	1 : 5 k → 1 : 2 k
-	-	(1 : 10 k et) (1 : 8 k)	1 : 2 k → 1 : 500
210	couleurs	1 : 6 k	1 : 1 k → 1 : 500
152	panchro	1 : 2,5 k	1 : 500
210	couleurs	1 : 1 k (hélico)	

On assiste au développement de systèmes de gestion d'informations urbaines et à leur implantation dans quelques grandes villes.

IV, 2) Restitution photo et orthophotographique

Les appareils automatiques modernes tels que le Wild OR1 qu'a acquis l'IGN accroissent la rentabilité de l'orthophoto notamment par l'augmentation du coefficient d'agrandissement qu'ils permettent sur les prises de vues : Celles à 1 : 60 k sont utilisées à 1 : 25 k, 1 : 10 k et même jusqu'à 1 : 5 k.

On recourt à l'orthophoto pour des études d'occupation du sol, des travaux péri-urbains, des éditions à grande échelle et la révision des cartes au trait en particulier dans les zones urbanisées et accidentées.

À l'IGN, 14 % de la révision de la carte de base à 1 : 25 k l'a été dernièrement par ce moyen, tant à partir de clichés à 1 : 30 k qu'à 1:60 k et l'accélération envisagée du cycle de révision devrait entraîner une production plus grande d'orthophotos ; ce processus a de plus l'intérêt d'offrir aux usagers locaux l'orthophoto dans des conditions très avantageuses.

Dans le domaine des moyennes et petites échelles des photocartes LANDSAT ont été réalisées sous diverses formes en France et à l'étranger, soit brutes, muettes, en couleurs et en relief (Corse à 1 : 250 k, IGN) soit en couleurs et complétées de surcharges au trait pour le tourisme (essais IGN banlieue parisienne à 1 : 125 k) soit en noir et blanc (essais IGN à 1 : 500 k) ou comme carte générale (France à 1 : 1,4 M, IGN, BRGM, France et Alpes à 1 : 1 M, BEICIP).

Afin de faciliter l'interprétation des orthophotos, l'intérêt de la stéréo-orthophotographie a été testé en liaison avec les usagers. Des essais ont été réalisés à l'IGN, sur l'OR1, à diverses échelles, et évalués par le SETRA pour l'étude des projets routiers (autoroute Toulouse-Albi) et la saisie de données sur l'environnement.

Un appareil très simple d'exploitation mis au point à l'IGN ("l'orthoster") est en cours d'essai ; il permet également des déterminations altimétriques qui s'avèrent bénéficier de la propriété des stéréo-orthophotos de l'atténuation des erreurs du M. N. T. initial sur la cote finale. Mais aucun programme important n'est envisagé pour le moment.

IV, 3) Révision

L'accélération des rythmes de révision entraîne une diversification des procédés pour obtenir une meilleure adaptation aux conditions rencontrées. On peut citer l'emploi de l'orthophoto et de la stéréo-orthophoto (testée en réfection) le recours à des prises de vues à plus petite échelle (1: 60 k pour la carte à 1: 25 k de l'IGN), l'utilisation d'appareils de restitution rigoureux, en zone accidentée avec appui sur la restitution de détails anciens, ou d'appareils simplifiés, opérant par facette (Révi-carte, ZTS), la décentralisation des ateliers de révision amenés également à faire des mises à jour locales partielles lorsque l'urgence le nécessite et l'emploi de l'imagerie LANDSAT pour réviser les masques de forêts sur les cartes au trait à 1: 100 k et 1: 250 k de l'IGN.

IV, 4) Modèles numériques du terrain (MNT)

La constitution d'un fichier numérique du relief français est en cours par numérisation des courbes de niveau de la carte à 1: 25 k et par restitution avec profils peu espacés en région montagneuse. Les applications des MNT sont en extension. Certaines sont opérationnelles : redressement différentiel sur appareil à commande automatique (OR1) pour effectuer l'ortho et la stéréo-orthophoto, courbes des séries dérivées, cartes de pente et d'ensoleillement. On envisage d'en étendre l'emploi aux études d'intervisibilité (études d'impact, liaisons hertziennes...) sous l'impulsion d'un groupe de travail animé par le SETRA et qui étudie de manière approfondie les problèmes de constitution, de représentation, d'interpolation, de structure, de spécifications, d'échanges et d'archivage des MNT en vue d'en promouvoir les applications. Les liaisons des fichiers MNT avec l'occupation du sol (fichier du sur-sol) et la géologie (banque BRGM du sous-sol) sont également examinées. La pérennité et la souplesse d'emploi des fichiers MNT devraient satisfaire aux besoins ressentis dans de nombreux secteurs urbains et ruraux (projets routiers et ferroviaires, géologie de l'ingénieur, aménagement, environnement, télécommunications, lignes électriques, canevas d'appui pour la restitution aérospatiale (projet SPOT)...))

V - Applications non cartographiques

L'universalité et les avantages des processus photogrammétriques entraînent une grande diversification des applications non cartographiques, qui se développent avec un recours accru aux traitements informatiques pour en tirer des résultats plus complets.

L'architecture reste avec l'archéologie l'un des secteurs les plus concernés. Les travaux concernent la restitution et la reconstitution de la grotte de Lascaux, de la momie de Ramsès II, le relevé de cathédrales (à 1: 50), l'intégration de projets dans les sites (photomontages, simulations) l'étude des volumes urbains (vues perspectives et axonométriques) et le contrôle de la verticalité de tours lors du coffrage.

L'industrie et le génie civil ont également recours à ces procédés pour des études de déformation des ponts suspendus, des tunnels routiers et ferroviaires, le contrôle des formes des antennes de radar de 12 m (à 0,6 mm près) l'étude stroboscopique de perches lors du saut, l'exper-

tise par étude comparée de coques de bateaux, la mise en évidence de mouvements verticaux décimétriques et la mesure de volumes de terrassements pour servir de base aux règlements financiers.

Des essais se poursuivent également en médecine.

VI - Photo-interprétation

Parmi les travaux classiques basés sur l'interprétation des photos aériennes avec réalité de terrain et/ou documents complémentaires on peut mentionner les suivants:

- études de géologie et géomorphologie
- études d'urbanisme
- prévision de risques naturels (avalanche, érosion)
- suivi d'évolution avec études multitemporelles (état phyto-sanitaire d'environnements sidérurgiques)
- inventaires forestiers et agricoles
- inventaire de l'ensemble du littoral français avec cartographie thématique (occupation du sol) à 1:25 k(en cours à l'IGN). On constate que la photo-interprétation se trouve de plus en plus associée à l'exploitation des autres données de la télédétection aérospatiale, mais son apport et son originalité restent précieux.

VII - Télédétection

VII, 1) On a assisté dans le domaine de la télédétection à une expansion considérable des activités qui se poursuit actuellement et n'a pas atteint son plein épanouissement. De nombreux laboratoires et chercheurs appartenant aux Universités et aux grands organismes publics ou para-publics ont acquis des équipements et un savoir-faire théorique ou appliqué à travers diverses expérimentations dont certaines ont déjà atteint le niveau opérationnel, d'autres restant encore au stade d'essai ou pré-opérationnel. Des structures ont été créées comme le Groupement pour le Développement de la Télédétection Aérospatiale, qui a d'abord rassemblé 2 organismes (CNES et IGN) puis 4 (+ IFP, BRGM) et enfin 5 (+ BDPA) autour de programmes de recherche visant à saisir, exploiter et évaluer des données sur divers polygones et thèmes, et au cours de travaux de production et d'interventions (marées noires) menés en commun.

Une opération pilote interministérielle (OPIT) financée par 5 ministères a permis de lancer des expériences, d'évaluer et diffuser les résultats en rapprochant les scientifiques, les producteurs et les utilisateurs. Les constructeurs, producteurs et le CNES se sont regroupés au sein de Prospace pour promouvoir en particulier les équipements. Divers laboratoires participent aux activités de l'Earsel.

VII, 2) Thermographie aérienne

La saisie par scanner IR (8-12 microns) placé à bord d'avion et d'hélicoptère est opérationnelle dans divers secteurs :

- a) surveillance des pollutions marines et rejets des navires (mission Surpolmer) avec retransmission au sol en temps réel,

- b) courantologie et détection de sources d'eau douce en mer
- c) études de sites et contrôle des rejets d'eau douce de centrales électriques
- d) étude de fuites thermiques de toitures.

VII, 3) Données spatiales

a) LANDSAT. De très nombreux travaux ont été effectués à partir des données MSS multitemporelles de LANDSAT, tant sur film que sur bande CCT ; divers traitements plus ou moins automatisés leur sont appliqués, quelquefois par des logiciels propres aux usagers (cartographie, géophysique) avec classifications supervisées. On note une tendance à les associer aux photos aériennes et aux données d'autres satellites (NOAA, Météosat...). On peut mentionner l'emploi de LANDSAT :

- en cartographie, pour la révision (identification des zones à évolution rapide et programmation des prises de vues, révision du thème forêts), pour la confection de photocartes, comme document de terrain pour report de renseignements sur la nature des sols en région aride, sur le suivi des crues, l'étendue de lacs...

- en agriculture pour détecter les incendies de forêt, distinguer les feuillus des résineux non jeunes, classer la végétation, les structures agricoles, relever les zones sèches ou inondées... Mais divers problèmes liés à l'influence des saisons, ombres, relief, au coût et à la fiabilité ne sont pas encore entièrement résolus. En Afrique et Amérique latine on l'utilise pour des études de couvert végétal (forêt tropicale) et sortir des cartes des sols.

- en géologie ou géomorphologie on utilise LANDSAT pour l'interprétation à 1 : 100 k, la mise en évidence de linéaments, l'exploration pétrolière et minière avec croisements de données gravimétriques et aéromagnétiques, éventuellement figurées en pseudo-relief sous forme de stéréo-ortho associée. En fait le 1 : 100 k est limité.

- pour diverses études d'occupation des sols, inventaire des ressources, avec ajout de limites administratives, en France et en milieu africain aride avec production de cartes thématiques à 1 : 100 k utiles aux aménageurs. Le thème de l'eau, associé à l'environnement, à son évolution, au littoral et à son aménagement, au suivi de l'estran et des zones humides, à la sédimentologie est très étudié en liaison avec les couvertures aériennes. C'est un exemple d'association active et riche de la photo-interprétation et du traitement informatique.

x x x

Rien n'a encore été fait avec les données RBV de LANDSAT tandis que les prochains satellites plus performants envisagés laissent entrevoir un vaste avenir à ces techniques encore jeunes et très prometteuses. Il devrait en résulter de nouvelles applications thématiques de la télédétection ; des recherches sont à poursuivre en ce sens avec les usagers.

VIII - Enseignement

Il convient de signaler une expansion considérable des stages et enseignements de toute nature dans les domaines de la photo-interprétation et de la télédétection, tant dans les Universités qu'auprès des organismes producteurs, en France ou en coopération avec les pays en voie de développement. Divers films et expositions à caractère pédagogique ont été également montés.

IX - Publications, colloques...

De très nombreuses publications ont été éditées, en particulier dans les revues spécialisées (Bulletin de la SFPT, bulletin d'informations de l'IGN, Cahiers de l'OPIT, Revue Photo-interprétation) et lors des réunions internationales. Divers ouvrages ont été publiés parmi lesquels de M. J. Dassié un "manuel d'archéologie aérienne", de M. R. Bariou un "manuel de télédétection", de M. R. Agache "la Somme pré-romaine d'après prospections aériennes", de M. J. Hurault "surpâturage et transformation du milieu physique", de M. Regrain "géographie physique et télédétection des marais charentais"... et de nombreux autres qu'on ne peut mentionner tous, comme ceux de l'"Equipe Fralit".

Divers colloques ont été organisés en France : commissions SIP IV en 1974 et II en 1978, journées GDTA 1976 et 77 et cartographie spatiale (GDTA 1979), colloques OST et OPIT (1978), journée d'étude de la stéréo-orthophoto (IGN 1977), colloque de télédétection (Paris 1977)... tandis que la SFPT organisait des conférences d'information au rythme de 6 à 8 par an et que de nombreux spécialistes participaient aux activités des groupes de travail SIP (littoral, tests d'exactitude...).

X - Remerciements

Il convient de remercier tous ceux qui ont aidé à constituer ce rapport qui n'est nullement exhaustif, en particulier ceux qui ont répondu au questionnaire envoyé à cet effet, qu'ils appartiennent à des services de l'IGN, IFP, SETRA, BRGM, Cadastre, à l'Université (Caen, Lille, Rennes, Amiens), au CNRS et CEGET, à la SEP, à la CGG, à la CTET, Société Canal de Provence, IBM-France ou qu'ils soient géomètres-experts. Les rapports d'activité des organismes ont également été utilisés.