

Zeitschrift: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

Band: 84 (1986)

Heft: 3

Artikel: Après SPACELAB-1, première grande expérience photographique de l'espace, en route vers SPACELAB-2

Autor: Ducher, G.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-233031>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Après SPACELAB-1, première grande expérience photographique de l'espace, en route vers SPACELAB-2

G. Ducher

Le premier vol du laboratoire européen SPACELAB, qui a eu lieu du 28 novembre au 8 décembre 1983, comportait parmi les multiples expériences embarquées, une grande première dans le domaine de la photographie spatiale destinée à l'Observation de la Terre et réussit à saisir avec une chambre photogrammétrique, plus de 1000 clichés 23 x 23 cm.

L'évaluation IGN, dont un résumé substantiel est donné ci-après par leurs auteurs, a couvert tout le domaine envisagé, qu'il s'agisse de restitution altimétrique ou orthophotographique, de cartographie topographique ou thématique, de spatiocartes ou de révision de cartes au trait.

Der erste Flug des europäischen Raumlaboratoriums SPACELAB, der vom 28. November bis 8. Dezember 1983 stattgefunden hat, umfasste neben den vielen durchgeführten Experimenten eine grosse Premiere auf dem Gebiet der Satellitenphotographie der Erde: Mit einer photogrammetrischen Messkammer gelangen mehr als 1000 Aufnahmen vom Format 23 x 23 cm.

Die Auswertungen und Untersuchungen des IGN, die durch die Verfasser selbst im Überblick in diesem Beitrag dargestellt werden, umfassen alle vorgesehenen Gebiete, nämlich Höhenauswertungen, Orthophotographie, topographische und thematische Kartographie, Satellitenkarten und Nachführung von Landeskarten.

Le premier vol du laboratoire européen SPACELAB, qui a eu lieu du 28 novembre au 8 décembre 1983, comportait parmi les multiples expériences embarquées, une grande première dans le domaine de la photographie spatiale destinée à l'Observation de la Terre et réussit à saisir avec une chambre photogrammétrique, plus de 1000 clichés 23 x 23 cm, dont 550 sur film IRC et 450 sur film panchromatique noir et blanc, [3]. Groupées en 27 traces au sol, ces images traversaient quelques 65 pays répartis sur tous les continents, assurant partout une couverture stéréoscopique régulière, à l'échelle du 1:820 000. Chaque cliché couvre au sol 190 x 190 km et la surface totale ainsi saisie approche les 10 M km².

Après la distribution, courant juin 1984, d'environ 700 images contretypées par les soins du DFVLR (1), sous le contrôle du groupe «Metric Camera» de l'ASE (2), auprès d'environ 60 investigateurs principaux, et la vente de plus de 2000 images supplémentaires, un premier bilan de cette expérience a pu être fait en février 1985 lors

du colloque des investigateurs principaux, organisé par l'ASE, près de Munich, (voir [1]). Depuis, d'autres points de rencontre ont eu lieu, qu'il s'agisse de celui de Londres, en mars 85, organisé par la Société britannique de Photogrammétrie, des conférences d'experts français à la Société Française de Photogrammétrie et Télédétection, de compte-rendus au Comité de la Recherche et du Développement de l'IGN ou de la publication de rapports dans les revues spécialisées (Bulletin SFPT, Photogrammetric Record . . .).

L'IGN, qui s'était trouvé impliqué dès le début dans la préparation de cette expérience (voir [2] et [3]), s'est placé au premier rang de l'évaluation et a pu rassembler une équipe active et étoffée, autour de ses trois investigateurs principaux de SPACELAB-1. Cette équipe a pu être relayée à l'extérieur de L'IGN par une vingtaine de chercheurs français supplémentaires, spécialisés notamment en géographie, agronomie et géologie, prêtant leur concours en tant qu'investigateurs secondaires.

L'importance accordée à ces travaux était il est vrai justifiée par l'existence de trois traces sur la France, dont deux exemptes de nuages, l'une en IRC passant sur le Morbihan et la côte Normande, l'autre en noir et blanc, couvrant Marseille, Aix, Avignon, Grenoble. De plus l'IGN avait pu réaliser, deux heures après le passage de la navette SPACELAB, un sous-vol aérien au 1:60 000 de Marseille à St-Etienne-de-Tinée, réalité

aérienne simultanée particulièrement précieuse et quasi inespérée pour une telle date. Aussi la proposition de l'IGN d'équiper le couple SPACELAB n° 864-866, trace 25, pour en constituer un polygone européen standard fut-elle bienvenue. Après de patientes quêtes dans les archives et des reports sur photos, l'équipe IGN a pu ainsi qualifier plus de 200 points connus sur ce polygone.

L'évaluation IGN, dont un résumé substantiel est donné ci-après par leurs auteurs, a couvert tout le domaine envisagé, qu'il s'agisse de restitution altimétrique ou orthophotographique, de cartographie topographique ou thématique, de spatiocartes ou de révision de cartes au trait.

Cette évaluation s'est trouvée facilitée par les possibilités offertes par les équipements disponibles à l'IGN (stéréocomparateurs, TRASTER, OR1 . . .), par le savoir-faire déjà acquis dans le spatial notamment dans la préparation des traitements photogrammétriques destinés à la confection de produits cartographiques réguliers issus des données du prochain satellite SPOT et par l'existence d'une abondante réalité-terrain, aérienne ou cartographique, antérieure au vol de SPACELAB.

Les résultats obtenus à l'IGN sont tout à fait représentatifs de ce qu'il est possible d'extraire des clichés de SPACELAB-1 et s'intègrent entièrement dans les conclusions qu'en ont tiré également les autres investigateurs étrangers.

L'ensemble des résultats témoigne d'une qualité légèrement inférieure à ce qu'il était permis d'espérer d'après les caractéristiques de l'expérience, à cause essentiellement de la date de la prise de vue, peu favorable à une telle mission, effectuée sous un site solaire très bas (10° à 15°) provoquant des ombres importantes et obligeant à poser au 1:250 de seconde pour ne pas trop sous-exposer. Un filé de 30 m en est résulté. Toutefois il est intéressant de relever une convergence internationale quasi générale sur les valeurs suivantes:

- précision interne de 6 à 10 m
- précision planimétrique de 15 à 20 m
- précision altimétrique de 25 à 30 m
- détectabilité: de 15 à 20 m en moyenne, correspondant ainsi à un pixel de 10 à 15 m (un peu plus gros que celui du HRV panchromatique de SPOT).

Cette détectabilité dépend d'ailleurs considérablement du contraste et il est intéressant de signaler qu'elle a pu atteindre 5 m sur quelques objets linéaires apparus particulièrement nets, comme des dunes, des voies ferrées, des chemins en remblai . . . Ce qui ne signifie pas pour autant que les villes aient été toutes bien visibles! D'ailleurs les cosmonautes, qui ont signalé l'impressionnante beauté de la Terre observée depuis le SPACELAB et le nombre spectaculaire des détails qu'ils apercevaient, ont éprouvé des difficultés à voir les villes dont la couleur se rapproche souvent

(1) DFVLR: Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt e.V. (organisme de recherche aérospatiale allemand).
(2) ASE: Agence Spatiale Européenne (ou ESA).

Cet article a été publié dans le Bulletin d'information de l'Institut géographique national no 52, octobre 1985.

de celle de leur environnement, sauf la nuit, incitant peut être à saisir quelques images de nuit!

Chacun s'est également accordé à souligner la très grande facilité à garantir sur l'ensemble du cliché cette qualité métrique, qui ne nécessite qu'une densité de points d'appuis extraordinairement faible si on la compare à celle requise pour couvrir la même surface avec des clichés aériens.

Les détails peuvent être localisés avec une précision qui rend ces images bien adaptées à la cartographie au 1:100 000, ou plutôt qui les rendrait adaptées, s'il y avait davantage de détails visibles. Le travail de complètement de terrain serait en effet trop important pour réaliser de telles cartes sur des régions très chargées en détails planimétriques peu contrastés comme il s'en trouve dans nos pays européens.

La confection d'orthophotos et de spatio-cartes à moyenne échelle paraît en revanche très prometteuse dans des zones dégagées, semi arides ou désertiques. C'est certainement la meilleure façon d'exploiter cartographiquement ces données.

De nombreux investigateurs ont souligné l'intérêt de l'observation stéréoscopique pour la compréhension des espaces analysés. Elle constitue une information précieuse, unique, qui permet de dégager remarquablement bien l'ossature oro-hydrographique du paysage.

Elle s'ajoute aux effets de synthèse et de généralisation propres au spatial, pour dégager les unités géographiques, hiérarchiser les valeurs, révéler les grandes structures géomorphologiques, montrer au géologue des tracés nouveaux de linéaments et de failles ou prolonger ceux déjà connus. Il peut en résulter d'excellentes cartes structurales ou hydro-géologiques au 1:200 000, des tracés littoraux très précis au 1:100 000, intéressants pour de nombreux îles ou îlots mal cartographiés et éloignés, et une aide efficace à la gestion des ressources naturelles sur de vastes territoires.

L'évaluation d'une telle moisson, de données n'est d'ailleurs pas encore totalement achevée.

Chaque laboratoire a d'abord travaillé seul, indépendamment des autres, en se limitant en quelque sorte à une zone de faible étendue qu'il connaissait bien. Il reste maintenant à mettre en oeuvre une coopération scientifique et technique plus large, en faisant jouer à des organismes comme l'Organisation Européenne d'Etudes Photogrammétriques Expérimentales le rôle de coordination qui est le leur. Il reste à monter des expériences nécessitant des points d'appui ou de vérification et des données cartographiques très nombreuses, s'échelonnant sur les différents pays traversés par le satellite au cours d'une même orbite. Un essai est en cours à l'OEEPE sur le polygone européen standard tandis que l'IGN a proposé de réaliser une expérience de spatio-triangulation d'une longue bande,

sur la trace 25 s'étendant depuis Marseille jusqu'à Munich, en sollicitant la création d'un fichier de points connus auprès des services autrichiens, bavarois, italiens et suisses.

Un projet de révision et de confection d'une carte topographique est également envisagé en Afrique sous la conduite de l'Ordnance Survey (Grande-Bretagne).

Il faut se réjouir à cet égard de la très bonne coopération qui s'instaure dans ce domaine à l'OEEPE.

Cette évaluation internationale a pour l'instant porté sur des images appartenant à environ la moitié des traces disponibles; certaines images, parmi les plus belles ou les mieux équipées, ont été étudiées par plusieurs investigateurs.

Faut-il rappeler à ce sujet l'aspect saisissant de certaines images comme celles en IRC sur la Chine. L'Everest, le Soudan, la Somalie ou l'Arabie Saoudite? Sur un couple du Népal, l'Himalaya apparaît avec des dénivelées inusitées jusqu'à ce jour en resituation, étageant ses altitudes de 950 m à 8900 m.

Mais inversement il faut bien constater que pour l'instant il ne s'est agi que de recherches et non d'exploitation systématique de données SPACELAB.

Aucun pays n'a présenté de coupures cartographiques régulières, au trait, avec courbes de niveau, issues de SPACELAB, prêtes à s'insérer dans ses séries normales à moyenne échelle. Si, pour les raisons avancées précédemment, cela n'est pas pensable en Europe, les zones arides ou semi-désertiques d'Afrique ou du Moyen-Orient devraient pouvoir s'y prêter en premier lieu, et cela d'autant que plus de 50% des images de SPACELAB-1 ont été prises en Afrique.

Quelques efforts dans cette direction ont certes été faits au Népal, en Somalie et probablement en Chine, mais il reste très fragmentaires. D'autres suivront peut-être, stimulés peu à peu par la facilité relative d'exploitation de ces clichés. Mais il faut bien reconnaître que l'effet de submersion a joué. L'habitude reste à acquérir de savoir traiter des images couvrant de telles surfaces et offrant une telle abondance de données. Il faudra prévoir des moyens, des instruments, former des personnels. On ne travaille pas au 1:800 000 comme on le fait au 1:50 000. L'identification des points d'appui y est plus laborieuse, celle des détails plus éprouvante. Il faudra adapter les produits aux besoins des pays en voie de développement pour qui les données de ce genre devraient être plus particulièrement dédiées.

Mais est-ce que ce dont souffre actuellement SPACELAB lui est bien spécifique?

Ne s'agit-il pas une fois de plus de la difficulté habituelle à passer d'une expérience isolée à un système opérationnel? Mais s'agissant de SPACELAB, la condition fondamentale pour que cette imagerie connaisse un tel développement n'est-elle pas

que le système spatial lui-même offre la garantie d'une continuité des services sur une dizaine d'année, avec la possibilité d'assurer à terme une couverture mondiale stéréoscopique complète sur film, tant panchromatique qu'IRC, et à deux saisons?

Cela n'est bien sûr pas du ressort de l'ASE, qui met sur pied des démonstrations, mais de celui des usagers eux-mêmes.

Et pour contribuer à rompre cet attentisme, ne convient-il pas d'assurer d'abord au système SPACELAB la plénitude des qualités que l'on peut en attendre? Cette première expérience n'est qu'un demi-succès. Si le généraliste et le thématique paraissent assez satisfaits, le topographe en revanche ne l'est pas suffisamment. Il ne peut analyser ni trouver les nombreux détails qui peuplent les cartes régulières à 1:50 000 et 1:100 000. SPACELAB-1 a souffert des conditions défavorables. Aussi lui est-il promis par la NASA un revol gratuit vers septembre 1986, à une saison plus propice. Il est de plus prévu d'améliorer la saisie en utilisant une chambre Zeiss de même focale mais munie cette fois d'un système de compensation du filé qui permettra d'insoler des films plus lents, à haute résolution, en posant au 1/100 s. On espère ainsi doubler la résolution. Atteindra-t-on alors une détectabilité moyenne de 7 à 10 m, équivalent à des pixels de 5 à 7 m, nettement plus fins que ceux de SPOT et ouvrant la voie à une cartographie spatiale régulière au 1:50 000?

De plus trois émulsions seront prévues, un film en couleurs naturelles venant s'ajouter à ceux en noir et blanc et IRC.

Un nouvel essai aérien conjoint IGN - DFVLR a déjà eu lieu en juin 1985, à Montpellier, afin de tester les meilleures émulsions embarquables dans SPACELAB - 2, selon la hauteur du soleil.

Ce revol de SPACELAB fera l'objet d'un nouvel appel à investigation de la part de l'ASE. Chacun est donc convié à se préparer à y répondre positivement, de façon à pouvoir progresser encore plus vite et à profiter des images qu'on nous annonce bien meilleures; il serait souhaitable de disposer d'un plus grand nombre d'investigateurs principaux français, et non secondaires, notamment en sollicitant les laboratoires thématiques extérieurs à l'IGN.

Que se passera-t-il ensuite? Les vols ultérieurs, avant d'être décidés, devront être l'objet de financement de la part des usagers.

Seront-ils réellement d'un prix de revient inférieur de moitié, voire davantage, à celui de levés cartographiques de même échelle, issus de photos aériennes, ainsi que certains l'estiment actuellement?

Ne faudra-t-il pas, pour satisfaire les exigences légitimes des pays intéressés, envisager d'améliorer encore la caméra? Et pour s'y préparer ne conviendrait-il pas de préciser à nouveau la réponse que l'on attend des images spatiales sur film? Qu'y cherche-t-on en fait:

– une bonne altimétrie?, mais on ne pourra jamais atteindre une équidistance inférieure à 10 ou 20 m; ne faut-il pas chercher une précision juste suffisante pour corriger les déformations dues au relief dans les images spatiales, du type de celles de SPOT?

– une cartographie au trait? mais sur quelle région et est-on prêt à assurer le volume de complètement de terrain nécessaire

– de grandes possibilités thématiques, des spatio-cartes? mais avec quelles émulsions

– une surface couverte plus large à chaque orbite? est-ce indiqué, alors que chaque vol de quelques jours demande déjà plus d'un an pour être exploité cartographiquement et de façon partielle

– une meilleure résolution? et est-on prêt à l'accepter au prix d'une réduction de la surface couverte?

A en juger des hésitations actuelles devant les résultats de SPACELAB-1, il semble bien que ce soit effectivement une question décisive; peut être apparaîtra-t-il souhaitable après SPACELAB - 2 de recourir à une chambre de focale double, 600 mm, ainsi que l'IGN l'avait suggéré lors du contrat d'étude que l'ASE lui avait passé en 1975 à ce sujet (voir [2] et [3]). Ne faudrait-il pas aussi étudier les moyens d'améliorer la diffusion des images et de limiter les pertes

actuelles de l'ordre de 20% en résolution lors des duplications?

Si l'on se porte à l'horizon 1995, c'est tout un système spatial à composantes multiples et complémentaires qui va tendre à se structurer et au sein duquel, grâce aux enseignements tirés des premières expériences, SPACELAB devrait figurer en bonne place pour offrir des services que seule sa spécificité lui confère: SPACELAB pourra alors être utilisé en tant que tel ou associé à d'autres systèmes spatiaux numériques, dans le visible, comme SPOT, ou dans les hyperfréquences Radar, comme ERS-1.

D'autres projets comme celui du mini-laboratoire habité HERMES, proposé actuellement par le CNES, interrogeront également la communauté des usagers.

Quels capteurs d'observation de la terre mettre à bord?

Il est probable qu'ensuite, une fois le globe recouvert au moins une fois et pour l'essentiel, par chacun des divers systèmes spatiaux, ce qui, pour les satellites habités doit pouvoir se faire en une quinzaine de vols d'une semaine, de nouvelles réflexions se feront jour pour dégager les systèmes définitifs servant de base à l'observation spatiale de la Terre à des buts cartographiques. Les délais nécessaires à la préparation des systèmes spatiaux et les enjeux en ques-

tion imposent de la part des usagers des temps de réaction très brefs.

Il faut s'efforcer qu'il ne s'écoule plus 10 ans entre le moment où une possibilité nouvelle apparaît à l'issue des recherches, et celui où elle diffuse en production dans l'ensemble des pays intéressés. C'est pour cela qu'il faut se convaincre et convaincre chacun d'éviter de prendre du retard dès le départ, tant dans la préparation, l'évaluation, l'équipement, la formation que dans la programmation de ce qui apparaît possible, dès que la faisabilité en est suffisamment démontrée.

[1] Metric Camera Work Shop: Proceedings of a joint DFVLR-ESA workshop – fev. 1985.
European Space Agency (ESA SP-209).

Bulletins d'Information de L'IGN:
[2] N° 44, p. 50-53 «SPACELAB, ou une autre voie» (G. Ducher).
[3] N° 49, p. 36-37 «Nouvelles de SPACELAB» (G. Ducher).

Adresse de l'auteur:

G. Ducher
Ingénieur général géographe
Directeur de la Recherche
Institut géographique national
2, avenue Pasteur
F-94160 Saint-Mandé

Optimierung von Freileitungen

W. Weiss, L. Condrau, F. Kiessling

Der Aufsatz beschreibt ein umfassendes Computerprogramm-System, mit dem bei vorgegebenen topographischen Daten das günstigste Längenprofil von Freileitungen bestimmt werden kann und anschliessend die Masten und die Fundamente berechnet und optimiert werden können.

L'article décrit un système très complet de programmes pour ordinateur pour déterminer le profil longitudinal le plus favorable de lignes aériennes sur la base des données topographiques, puis calculer et optimiser les pylônes et leurs fondations.

1. Einführung

Die Planung einer Freileitung beginnt gewöhnlich mit der Festlegung der Trasse im Feld und der Vermessung, d.h. mit der Ermittlung von Daten zur Produktion des Längenprofils. Zu diesem Zweck müssen grosse Datenmengen erfasst und verarbeitet werden. Das Resultat ist das Längenprofil. Der nächste Schritt ist die Mastausteilung auf dem Profil: die Auslegung aufgrund bestimmter Kriterien. Dieser Vorgang wird durchgeführt, indem entsprechende Kettenlinien-Schablonen von Hand auf den Längenprofilen zur Bestimmung der Maststandorte und der Seilkurven dienen. Auf-

grund der genauen Standorte werden Seil- und Mastkräfte berechnet und Masten entworfen und berechnet.

Dies ist in wenigen Worten das Prozedere, welches zum Entwurf einer Freileitung nötig ist. Seit vielen Jahren werden Berechnungen mit elektronischen Rechnern verschiedenster Grössen durchgeführt. Die Berechnungen erfolgen z.T. mit Tisch- oder Taschenrechnern. Die dazu nötigen Programme lösen jedoch jeweils nur Einzelprobleme. Die grossen Datenmengen, die beim Entwurf einer Freileitung verarbeitet werden müssen, rufen aber nach einem Programmsystem, welches eine kontinuierliche Verarbeitung von Daten erlaubt – von der Vermessung im Feld bis zur fertigen Zeichnung bzw. Berechnung. Ein derartiges Verfahren eliminiert nicht nur eine ganze Reihe von Fehlerquellen, darüber hin-

aus steht das digitale Profil mit allen weiteren Angaben gespeichert jederzeit zur Verfügung sowohl zur Nachführung oder für Projektänderungen während der Ausführungsphase als auch zur Produktion von Ausführungszeichnungen und evtl. permanenten Speicherung als Datensicherung.

Die Autoren beschreiben, wie sie CAD/CAE beim Entwurf von Freileitungen, zur Produktion der Längenprofile und zur optimierten Auslegung einsetzen. Dieses Ziel wurde durch die hocheffizienten Vermessungssysteme gefördert, die heute erlauben, die Vermessungsdaten in einem Datenterminal automatisch zu registrieren und direkt dem Programmsystem zuzuführen. Von besonderem Interesse ist die Möglichkeit, Längenprofile zum Entwurf von Freileitungen, wo es die Vegetation erlaubt, digital aus vorhandenen Karten entsprechender Massstäbe oder direkt aus Stereophotomodellen zu entnehmen. In Kapitel 3 und 4 beschreiben die Autoren ferner ein Programmsystem zur Optimierung von Freileitungsmasten und Fundamenten.

2. Auslegung mit dem Programmsystem SPOT

2.1 Erfassung von Terraindaten

Die Terraindaten werden durch eine Vermessung mit Informatik-Theodoliten im Feld ermittelt und automatisch in einem Datenterminal gespeichert. Das im folgen-