

UTILISATION DES IMAGES SPOT POUR LA REVISION DES CARTES A PETITES ECHELLES

P. Planques
Institut Géographique National
2 avenue Pasteur - 94160 Saint-Mandé - France

Introduction

En vue de préparer l'IGN à l'exploitation des images SPOT, il est nécessaire de connaître les possibilités de révision des cartes déjà existantes qu'offriront ces images.

Des essais, réalisés au cours des années précédentes à partir de simulations, ont montré que l'utilisation de ces images pour la révision des cartes à 1:50 000 n'était ni rationnelle, ni satisfaisante sur le plan technique. Il a donc été décidé d'étudier les possibilités de révision aux échelles inférieures 1:100 000 et 1:250 000.

Les études ont porté sur une zone de 58 km*20 km, située dans le Sud-Ouest de la France (zone dite, "ORTHEZ-ARTHEZ", du nom des deux villes principales qui s'y trouvent). Les mêmes essais ont été faits au 1:100 000 et 1:250 000.

Ces essais sont les suivants :

essais n° 1 : révision de la carte à l'aide d'une simulation SPOT (panchro, niveau 3) et d'un fichier de renseignements (indication des modifications diverses et des travaux effectués dans la zone, plans et cartes à moyenne ou grande échelle, photographies aériennes).

essais n° 2 : révision à l'aide des seuls produits SPOT (simulation panchro de niveau 3, et simulation stéréoscopique).

Conclusions et bilan

Conclusions des essais n° 1 : "SIMULATION + FICHIERS DE RENSEIGNEMENTS"

- La première conclusion qui se dégage de ces essais est la complémentarité intéressante de deux éléments :
- fichier de la Division d'Informations Cartographiques
- image SPOT

Ceci est valable au 1:100 000 comme au 1:250 000.

Le fichier DIC donne à l'opérateur une liste des modifications qui sont apparues depuis la dernière édition. L'opérateur prend donc ces informations, apparues depuis la dernière édition. L'opérateur prend donc ces informations, l'une après l'autre, et les recherche sur l'image SPOT. Si celle-ci est de niveau 3, le report sur la maquette de révision se fait par simple calquage et mise en forme cartographique.

Il n'y a donc pas de photoidentification systématique de l'image SPOT : le fichier DIC permet d'aller chercher rapidement sur l'image les renseignements intéressants, et de ne s'attacher qu'à eux. D'où un gain de temps important par rapport à une investigation complète.

Si, comme c'est fréquemment le cas, l'image SPOT n'a pas une définition suffisante pour préciser certains détails (passages supérieurs ou inférieurs, échangeurs,...), l'examen des photos et des plans à grande échelle du fichier DIC (ou éventuellement des cartes au 1:25 000 ou au 1:50 000 récentes) permet de lever les doutes.

— La deuxième conclusion évidente est la facilité et la rigueur de mise en place des éléments visibles. Cette mise en place se fait de façon plus satisfaisante que dans les cas où l'on ne dispose pas de l'image SPOT. En effet, il ne faut pas oublier que la traduction cartographique implique des dilatations dues au signes conventionnels et à la généralisation. Celles-ci entraînent toujours des décalages (bâtiments le long des axes routiers, voies de communications jointives,...). Grâce à l'image SPOT, le dessinateur peut apprécier de façon immédiate les valeurs relatives des différents décalages souhaitables ; la qualité du produit final est ainsi améliorée sans effort particulier, bien au contraire.

— Le troisième point, ensuite, concerne le fichier de la Division d'Informations Cartographiques. Dans l'essai tel qu'il a été fait, l'image SPOT était accompagnée de ce fichier indiquant quel élément chercher sur l'image ainsi que l'interprétation de cet élément (largeur de la voie, nature du détail,...). L'image, quant à elle, fournissant la mise en place.

Dans cette méthode, et c'est là un point très important, la quantité de renseignements exploités sur l'image (et par conséquent la qualité de la révision) dépend essentiellement du contenu du fichier DIC, qui doit donc être adapté au produit final que l'on désire obtenir.

Quelques remarques enfin :

• On peut remarquer que dans le processus employé, on ne profite encore que très partiellement du fait que l'image SPOT soit numérisée (au niveau de la mise en place, à l'aide d'une image redressée de niveau 3). Des études sont encore à mener pour bénéficier de la numérisation des images SPOT, non seulement au niveau quantitatif mais également au niveau qualitatif : extraction d'éléments de surface dans un premier temps (végé-

tation, eau), puis si possible d'éléments linéaires (routes,...).

Des essais d'intégration de classifications automatiques (zones boisées, zones urbaines, hydro) étaient prévus dans le cadre de l'expérience sur ORTHEZ-ARTHEZ, mais ils n'ont pas pu être effectués : les classifications concernant les clichés IRC de cette zone s'avérant impossibles (clichés non homogènes).

D'autres essais sont prévus en remplacement, mais sur des zones différentes d'ORTHEZ-ARTHEZ. Leur but sera d'examiner la valeur, l'intérêt et les possibilités d'intégration dans la révision, de classifications automatiques de thèmes particuliers.

De telles classifications, si elles sont utilisables, seront d'autant plus intéressantes que dans le processus de révision employé (essentiellement basé sur des renseignements), les éléments qui se mettent le plus difficilement à jour sont les limites de villes, les limites de végétation ou les limites de surface en général. Or actuellement, ce sont précisément ces éléments de surface qui sont les plus faciles à extraire de façon automatique.

Il y a donc là un domaine prometteur à explorer. Peut-être sera-t-il alors possible de mettre à jour, avec une certaine fréquence de tels éléments sur les cartes à petite échelle et d'augmenter ainsi la qualité du produit révisé ?

• Sur le plan technique, et selon les processus de révision des petites échelles tels qu'ils sont pratiqués à l'IGN, l'emploi des images SPOT est tout à fait possible et ne peut apporter que des avantages, essentiellement au niveau de la qualité : nombre d'éléments révisés, valeur de la mise en place. On peut d'ailleurs noter que dans la prochaine édition de la carte au 1:100 000 contenant la zone d'ORTHEZ-ARTHEZ (Série Verte n 69), cette zone aura effectivement été révisée à l'aide de la simulation.

Il faut également remarquer que dans le cadre d'une Banque de Données à Petite Echelle, un processus analogue est tout à fait envisageable et semble bien adapté pour la mise à jour des éléments de cette BD (rigueur de la "mise en place", fréquence de mise à jour possible inférieure à un an).

Conclusions des essais n° 2 : "REVISION PAR LA SIMULATION SEULE"

Le but de ces deux essais était d'évaluer les possibilités de photoidentification et de révision des cartes à petites échelles (1:100 000 et 1:250 000), dans les cas où l'on ne dispose pas de renseignements complémentaires, autres que la carte à réviser.

La principale conclusion qui se dégage, est que l'image SPOT apparaît comme *insuffisante* pour permettre, à elle seule, la révision des échelles citées.

Ce fait, qui est indiscutable aux deux échelles, apparaît toutefois plus nettement au 1:100 000 qu'au 1:250 000. Ceci est vraisemblablement dû au fait suivant : au 1:100 000, la perte de définition due au pixel est plus perceptible car cette échelle nécessite des renseignements plus détaillés et plus fouillés que le 1:250 000.

Bilan général

Les différents essais de révision qui ont eu lieu nous fournissent des données réelles mais évidemment limi-

tées et partielles : ce sont les premiers essais dans ce sens, ils intéressent une zone relativement petite par rapport à l'ensemble du pays, ils ont été faits à partir de simulations et non d'images réelles. Les conclusions que l'on a pu lire devront donc être généralisées avec prudence.

Quelles sont les idées principales que l'on peut tirer des différents essais de révision au 1:100 000 et au 1:250 000 qui ont été réalisés jusqu'à maintenant ?

— Tout d'abord, au niveau des délais et des coûts, il n'y a pas hélas de solution miracle. Les images SPOT n'apporteront vraisemblablement pas de modifications importantes sur la révision *dans son ensemble*. Il est probable, cependant, qu'elles permettront une amélioration sur une partie du processus, mais il est difficile et encore un peu tôt pour chiffrer le gain sur l'ensemble.

— En ce qui concerne la qualité de nos cartes, il semble que les images SPOT puissent être intéressantes à deux niveaux dans les processus de révision :

• au niveau de la mise en place des détails :

que ce soit lors de la mise en place rigoureuse de nouveaux détails, ou lors de l'appréciation objective des décalages cartographiques souhaitables, ou encore par les possibilités de correction de ce qui est déjà porté sur la carte.

• au niveau de la quantité de renseignements qu'il est potentiellement possible d'extraire :

l'image SPOT, s'apparentant à une "photographie", est beaucoup plus riche et contient infiniment plus de renseignements qu'une carte. Tout le problème va finalement être d'extraire les renseignements souhaités. Plusieurs possibilités s'offrent à nous pour obtenir les dits renseignements : "l'extraction" manuelle, automatique, les documentations annexes,... Peut-être en existe-t-il d'autres ?

La mise en place des détails semblant donner satisfaction, il faut maintenant travailler sur l'extraction des renseignements que contient l'image SPOT.

Les modes manuels et par renseignements ont été testés et ont donné des résultats intéressants. Il nous faut maintenant chercher en direction des classifications automatiques et leurs applications aux cartes topographiques et BD à petites échelles.

Des expériences dans ce sens sont en cours, et devraient fournir des résultats au cours de l'année 84.

Description des essais n° 1 : "SIMULATIONS + FICHER DE RENSEIGNEMENTS" ET SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

Les essais portent sur la révision d'une même zone de 58 km*20 km, figurant sur des cartes aux deux échelles : 1:100 000 (édition 1971) et 1:250 000 (édition 1968).

Les simulations utilisées sont issues d'une prise de vues panchro au 1:60 000 de 1981.

Éléments utilisés pour chacune des deux échelles

- 1) Copie astralon de la zone à réviser :
 - planimétrie en bleu
 - hydrographie en rouge
- 2) Simulation de niveau 3 à l'échelle correspondante, sur film et sur papier
- 3) Fichier de renseignements avec plans et photos à grande échelle.

Processus utilisé

Le processus est le même pour les deux échelles.

- L'opérateur met en superposition :
- la simulation de niveau 3 sur film
- la copie astralon de la zone à réviser
- un cronaflex maquette de révision

Le fichier de la Division d'Informations Cartographiques (dit "fichier DIC") donne à l'opérateur une liste des modifications qui sont apparues depuis la dernière édition. Cette liste est souvent accompagnée (mais pas toujours) d'une carte à petite échelle situant chacune des modifications. La documentation issue de la DIC comprend également des plans et photos à grande échelle de certains chantiers, et éventuellement des 1:25 000 et 1:50 000 récents.

L'opérateur considère donc chacune des modifications, l'une après l'autre, et les recherche sur l'image SPOT en s'aidant éventuellement de la carte de situation à petite échelle. Si la modification apparaît sur l'image SPOT et si celle-ci est de niveau 3, le report sur la maquette de révision est fait par simple calquage et mise en forme cartographique appropriée à l'échelle.

Il n'y a donc pas de photoidentification systématique de l'image SPOT : le fichier DIC permet d'aller chercher rapidement sur l'image les renseignements intéressants et de ne s'attacher qu'à eux. D'où un gain de temps important par rapport à une investigation complète.

Dans les cas où l'image SPOT n'a pas une définition suffisante pour préciser certains détails (largeur de route, passage supérieur ou inférieur, relais hertzien invisible,...), les renseignements contenus dans le fichier ainsi que les plans, photos ou cartes à grande échelle permettent de lever les doutes.

Résultats

Mise en place :

— 1:100 000 ; la coïncidence par superposition de la planche à réviser et de la simulation de niveau 3 se fait sans problème, sur l'ensemble de la zone.

— 1:250 000 ; la coïncidence est beaucoup plus difficile à réaliser, non pas à cause de la finesse des détails, mais par le fait que certains signes ne sont pas en place. Ceci est dû pour une part à la petitesse de l'échelle, qui impose certains décalages, et d'autre part au fait que certains détails ne sont tout simplement pas à leur place correcte.

Le tableau suivant fait ressortir le nombre des modifications susceptibles d'apparaître sur les cartes révisées, et le nombre des modifications qu'il est possible de mettre en place entièrement à l'aide de la simulation.

	1:100 000	1:250 000
Modification signalées par la DIC	84	19
dont : Modifications n'entraînant pas de changement des signes sur la future édition	35	4
reste : Modifications susceptibles d'apparaître sur la carte	49	15
Modifications qu'il était possible de mettre en place entièrement à l'aide de la simulation	34	13

Les modifications qui n'ont pas pu être mises en place à l'aide de la simulation, l'ont été à l'aide de plans à grande échelle, renseignements, etc... Il s'agit par exemple de lignes électriques, passages dénivelés sur routes, ..., et autres détails de petites dimensions.

Comment se sont effectués les reports des informations signalés par le fichier, pour les différents éléments de la carte ?

— Éléments linéaires

- Travaux importants : autoroute, piste d'aérodrome, échangeur, ... La mise en place est facile et la simulation permet d'éviter les dilatations excessives, autres que celles dues aux signes conventionnels.

- Routes : la mise en place se fait facilement en zone découverte, mais est presque impossible en zone boisée.

- Lignes électriques : invisibles.

- Rivières : en général, elles sont visibles sans problème. Il peut y avoir des difficultés pour déterminer les berges (bancs de sable, végétation).

— Éléments ponctuels

En général invisibles. Seuls quelques uns sont visibles au 1:100 000 (barrage d'une certaine importance, ...)

— Éléments de surface

- Plans d'eau : visibles et nets

- Zones urbanisées : si les zones urbanisées sont représentées par des trames, leur mise en place est possible avec la simulation. Si ce n'est pas le cas (représentation plus ou moins généralisée des bâtiments), la mise en place des bâtiments est difficile ou impossible à l'aide de la seule simulation.

- Zones boisées : il était prévu des essais de classifications automatiques en vue d'une réfection de la planche de vert. Malheureusement, les clichés IRC sur la zone d'ORTHEZ-ARTHEZ n'étant pas homogènes, il n'a pas été possible d'effectuer ces classifications automatiques. Des investigations manuelles ont eu lieu : on pourra lire leurs résultats dans la descriptions de la deuxième série d'essais.

Remarques générales

Il ressort des différents travaux au 1:100 000 et au 1:250 000

— que la rédaction des maquettes de révision est grandement facilitée pour la "traduction cartographique", des grands travaux, en évitant les difficultés de report (qui sont à l'origine d'erreurs) des plans à grande échelle. Toutefois, de tels plans restent nécessaires pour l'identification des détails (échangeurs, dérivation de rivière, passage supérieur ou inférieur, largeurs de routes,...). Le document SPOT sert essentiellement à la mise en place des modifications, quant au choix des signes conventionnels, il est fait d'après les renseignements et plans annexes.

— que l'image SPOT permet une appréciation concrète, rapide et globale de la valeur de la mise en place planimétrique des détails et signes conventionnels. Il est ainsi facile de voir si certains détails ne sont pas en place du fait de décalages imposés par l'échelle, ou sans raisons bien précises. On a ainsi la possibilité de corriger et d'améliorer le produit final.

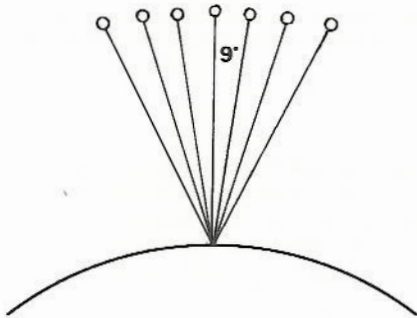
— que du point de vue de l'opérateur, l'interprétation correcte des images SPOT nécessite une bonne maîtrise de la lecture photo. Par ailleurs, l'examen de détails relativement fins à la table lumineuse, entraîne une certaine fatigue visuelle (en particulier au 1:250 000).

— qu'il est nécessaire d'avoir une documentation annexe, complémentaire de l'image SPOT. Sans cette documentation (ici le fichier de renseignements), il est impossible de lire l'image SPOT de façon sûre : mauvaise lisibilité due à la finesse des détails et à l'aspect touffu des images, difficultés d'interprétations, etc...

Utilisation d'images de niveau 2

Par rapport au niveau 3, les images SPOT de niveau 2 ne seront corrigées ni du relief, ni des oscillations haute fréquence du satellite.

Afin d'estimer les effets du relief, une zone particulière des simulations initiales de niveau 3 a été déformée à l'aide d'un MNT, et pour différents "angles d'observations α : 0°, 9°, 18°, 27°, vers l'Est comme vers l'Ouest.



Les effets dus au relief se traduisent par des déplacements qu'il est facile de calculer.

On trouvera ci-après deux tableaux indiquant les dénivelées en fonction de l'angle d'observation et du déplacement dL provoqué sur une image au 1:100 000 et au 1:250 000.

1:100 000

dL	0,1 mm	0,2 mm	0,3 mm	0,4 mm	0,5 mm
α					
5°	114m	228m	343m	457m	571m
10°	57m	113m	170m	227m	283m
15°	37m	75m	112m	149m	187m
20°	27m	55m	82m	110m	137m
25°	21m	43m	64m	86m	107m
30°	17m	35m	52m	69m	87m

1:250 000

dL	0,1 mm	0,2 mm	0,3 mm	0,4 mm	0,5 mm
α					
5°	285m	571m	857m	1143m	1428m
10°	141m	283m	425m	567m	708m
15°	93m	186m	279m	375m	466m
20°	68m	137m	206m	274m	343m
25°	53m	107m	160m	214m	268m
30°	43m	87m	130m	173m	217m

Prenons par exemple le cas d'une révision du 1:100000 (premier tableau) : si l'on désire des déformations < 0,2 mm dans une zone comportant des dénivelées de l'ordre d'une centaine de mètres ; il faudra choisir un angle d'observation inférieure à 10°.

C'est ce que l'on constate sur la partie déformée à l'aide du MNT sur ORTHEZ-ARTHEZ : cette partie est toujours utilisable pour des angles de 0° (évidemment) et 9°, mais pour 18° et 27° certaines routes sont déplacées de 0,3 à 0,5 mm.

Il semble donc d'après cet essai que, sous réserve que les déformations dues aux oscillations haute fréquence du satellite ne soient pas prohibitives, il sera possible d'utiliser directement des images de niveau 2, dans certains cas choisis en fonction du relief et de l'angle d'observation.

Description des essais n° 2 "révision à l'aide de la simulation seule" et synthèse des résultats

Les études ont porté sur la même zone que les premiers essais.

Éléments utilisés pour chacune des deux échelles

- 1) Copie astralon de l'image à réviser, en deux couleurs (planimétrie en magenta, hydrographie en bleu).
- 2) Simulation de niveau 3 en deux versions : image tramee - image demi-teinte
chaque version en deux présentations : épreuve papier - épreuve film
- 3) Simulation de "niveau 2" sur l'ensemble de la zone

(déformations dues au relief introduites à l'aide d'un MNT et pour une inclinaison de 27°).

En association avec la précédente, cette simulation permet l'observation stéréoscopique du terrain seul (arbres et bâtiments n'apparaissent évidemment pas en relief, la déformation ayant été obtenue à partir d'un MNT).

4) Prise de vues panchro de 1982 au 1:17000 de toute la zone, pour vérification de la photoidentification.

Processus utilisé

Le but de l'étude est d'évaluer les possibilités d'interprétation d'une image SPOT, en vue d'une révision, lorsqu'on ne dispose d'aucun renseignement complémentaire autre que la carte à réviser.

L'image SPOT est à la même échelle que la carte.

Il s'agit en quelques sortes, de la photoidentification d'images SPOT au 1:100 000 et au 1:250 000.

Pour ce faire, l'essai a comporté plusieurs phases :

- une première phase de "restitution", au cours de laquelle l'opérateur a reporté sur un calque toutes les modifications vues sur la simulation, et semblant compatibles avec l'échelle considérée, 1:100 000 ou 1:250 000.

- une phase de photoidentification de ce premier calque

- une phase de contrôle et de critique de cette photoidentification, à l'aide d'une prise de vues de 1982 au 1:17 000.

Chacune de ces étapes a fourni un calque.

Résultats

— *Éléments linéaires*

Leur mise en place est facile et rigoureuse. Leur interprétation manque de sûreté et reste aléatoire sans renseignement complémentaire.

— *Éléments ponctuels*

Ils sont en général invisibles sur l'image.

— *Éléments de surface*

- Zones urbanisées :

- au 1:100 000, l'image révèle correctement les zones bâties denses, les zones pavillonnaires, les zones industrielles, les grands ensembles collectifs. Il serait envisageable de traiter au 1:100 000 ces différentes zones par des trames.

- au 1:250 000, les extensions de villes se voient bien, mais la petitesse des détails et les difficultés de lecture rendent la mise en place peu sûre.

- Plans d'eau : ils sont visibles et nets, mais peuvent se confondre avec d'autres détails.

- Zones boisées : en l'absence de classifications automatiques sur la zone d'ORTHEZ-ARTHEZ, des essais d'investigation manuelle ont été faits au 1:100 000 et au 1/250 000, puis vérifiés à l'aide de la prise de vues au 1:17 000.

Les bois apparaissent assez nettement, et l'investigation semble sûre à environ 90 % ce qui est tout à fait valable.

Le procédé n'est cependant pas envisageable en production courante, car il est fatigant (les parcelles de bois sont souvent petites et morcellées) et très lourd (environ 990 h de travail sont nécessaires pour la révision de la seule planche de vert d'une feuille au 1:250 000 de 63 x 45 cm).

Des essais de classification automatique sont prévus dans le cours de l'année 1984.

Il ressort de ces essais que l'image SPOT est intéressante pour la révision des petites échelles, en ce sens qu'elle révèle un très grand nombre d'objets existant à une époque donnée, et que le positionnement de ces objets est précis.

Par contre, l'interprétation de cette image pose quelques problèmes :

- elle exige tout d'abord une bonne formation en télédétection et un bon degré de connaissance cartographique, permettant de sélectionner les seules informations compatibles avec l'échelle de la carte.

- Et surtout, l'image seule ne permet pas une interprétation suffisamment fine de la nature des objets vus. Il est nécessaire pour cela de lui adjoindre une ou plusieurs sources de renseignements supplémentaires.