

2 Juin 1988  
D.H. restreinte

6

Michel SOURDAT  
ORSTOM

PROBLEMATIQUE DE L'UTILISATION STEREOSCOPIQUE DE  
L'IMAGERIE SPOT

La vision stéréoscopique de l'imagerie a constitué l'un des arguments promotionnels les plus séduisants du projet SPOT. Il semble cependant que, deux ans après le lancement du satellite, ce mode d'utilisation des données n'aît été qu'assez peu exploré (sauf en ce qui concerne la couverture de grandes surfaces en vue de la cartographie topographique, utilisation réservée à des instituts spécialisés, pourvus d'équipements sophistiqués - nous ne traiterons pas de cet aspect du problème).

Le grand public, celui qui, depuis 40 ans avait appliqué l'interprétation stéréoscopique des photographies aériennes à la connaissance et à l'aménagement du monde entier, ne s'est pas converti à un usage analogue de l'imagerie SPOT. L'analyse statistique et la production informatisée d'images dérivées semblent monopoliser l'attention et l'activité de SPOT-IMAGE et de ses clients (cf. les Actes du Colloque SPOT 1, tenu à PARIS en novembre 1987).

La programmation et l'utilisation visuelle de couples stéréoscopique restent confidentielles. Peu de gens "pensent" à l'usage stéréoscopique de SPOT et s'ils y pensent, ils n'ont qu'une vague idée des conditions sous lesquelles les couples ad hoc peuvent être programmés, obtenus et utilisés. SPOT-IMAGE même ne semble pas avoir suffisamment développé l'expérimentation ni surtout l'information dans cette voie.

En fait, la programmation de couples stéréoscopique est malaisée. Diverses contraintes peuvent affecter la qualité intrinsèque des images, l'effet stéréoscopique du couple, l'adéquation des vues acquises à la problématique scientifique et les délais d'acquisition, ce qui s'exprime pour le client en termes de coût.

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire  
N° :  
Cote : B26587

15. 9. 1988 ex 1 PAF

Faute d'en être instruit (ou sous l'effet d'une information promotionnelle optimiste), le client pourrait s'en sentir frustré. Il est opportun de faire le point.

Chacun sait que les données acquises par SPOT peuvent être traitées sous forme d'images (positives ou négatives, sur film ou sur papier) dont les plus affinées se signalent par les caractéristiques suivantes.

. En composition colorée multispectrale, des images très riches d'information "codée" dont les agrandissements sont parfaitement lisibles à l'œil au 1/100 000 (ou au 50 000 pour les "1/4 d'image").

. En N et B panchromatique, des images moins discriminantes mais plus fines, lisibles au 1/50 000 (ou 1/25 000 pour les "1/4 d'image").

. Des images "simultanées" résultant du mixage des données multispectrales ou panchromatiques.

Dans l'un ou l'autre mode spectral, des couples d'images captées sous des angles différents ~~et~~ offrent un "effet stéréoscopique". Le paramètre B/H qui mesure cet effet peut atteindre la valeur de 1,2. Il est généralement égal ou supérieur à celui que présentent les photos aériennes.

Dans la pratique cependant, la disponibilité de "bonnes images" et plus encore de "bons couples" est soumise à des contraintes dont le cumul ou la combinaison peuvent être excessivement restrictifs. Elles affectent la programmation des prises de vue, l'acquisition des données et leur traitement.

Une zone d'observation étant retenue, c'est en fonction de la problématique scientifique que l'on doit programmer le mode spectral d'acquisition (panchromatique, multispectral ou combiné) et le mode de couverture (par image unique, images successives ou images stéréoscopiquement couplées).

Cette programmation tend à mettre en oeuvre tel ou tel capteur dans telle ou telle direction sous tel ou tel angle lors d'un ou de plusieurs passages (successifs ou non) de SPOT en vue du site, dans le laps de temps de la programmation.

A chaque passage correspond une configuration (prévue) des capteurs et un état (partiellement imprévisible) de la zone observée.

Dans le cas le plus simple, s'il s'agit d'acquérir une image unique sans spécifications particulières, la programmation se concrétisera dès la première conjonction d'un état acceptable de la zone et d'une configuration adéquate des capteurs.

Tout est plus complexe s'il s'agit d'acquérir une série multitemporelle ou un couple stéréoscopique d'images. La programmation ne se concrétisera qu'à l'issue d'une série plus ou moins longue de conjonctions d'états acceptables de la zone et de configurations adéquates des capteurs. La probabilité d'une telle série de conjonctions favorables sera d'autant plus affaiblie qu'on se sera fixé des tolérances plus étroites quant à l'état de la zone, la qualité des données, les rythmes et les délais d'acquisition.

Dans le cas d'une image unique, la problématique scientifique détermine une certaine programmation dans le temps: selon qu'on recherche ou qu'on évite l'un ou l'autre des états saisonniers de la zone ou de ses états anthropiques prévisibles. L'acquisition restera néanmoins suspendue à l'occurrence d'états accidentels improbables, favorables ou non: présence de nuages, de brume, de traces de feux... ou d'un ciel clair en saison de pluie), ainsi que de la "qualité technique" des données enregistrées.

Dans le cas d'un couple, toutes les contraintes se cumulent ou se combinent. Elles sont souvent contradictoires et parfois inconciliables, soit en termes de qualité intrinsèque des images, soit en terme de compatibilité du couple et d'effet stéréoscopique, soit en termes de rythmes et de délais d'acquisition.

Si par exemple on estime à  $1/x$  la probabilité d'obtenir d'une zone donnée au cours d'une saison donnée une image acceptable quant à l'ennuage et à la qualité technique, la probabilité de l'obtenir dans les 26 jours d'un cycle de SPOT sera (pour la région équatoriale) de  $7/x$  puisqu'une telle image peut être obtenue à partir de 7 passages au moyen de 7 configurations angulaires des capteurs au cours du cycle.

La probabilité d'obtenir dans le même délai un couple stéréoscopique optimal s'effondre. En effet, pour qu'un couple ait été capté sous les angles plus grands, il n'y a que 2 configurations idoines de sorte que la probabilité devient  $1/x^2$ . On risque de n'obtenir qu'une image ou pas d'image du tout.

Pour renforcer les chances, on peut faire des concessions d'ordre technique ou d'ordre problématique.

On peut multiplier les tentatives, autrement dit les cycles d'observation au dépens des délais.

. On risque de sortir des données du problème en acquérant une image, les deux, en dehors de la période idoine, les états de la zone n'étant plus ceux qu'on voulait observer; ou d'outrepasser les délais de réalisation impartis.

. On risque de rendre la "fusion stéréoscopique" malaisée du fait que plus le délai écoulé entre le captage de chacune des images aura été grand, plus importantes pourront être les variations d'état de la zone ainsi que des conditions d'éclairage (sans parler de modifications telles que feu ou neige...); le confort visuel étant affecté par toute variation élémentaire de valeur et donc de teinte des images qu'il faut fusionner.

On peut accroître la probabilité à l'intérieur d'un cycle au dépens du contraste stéréoscopique, approximativement dans les limites suivantes.

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| $3/x^2$  | chances d'obtenir le couple sous angle voisin de | $45^\circ$ |
| $6/x^2$  | " " " " " "                                      | $36^\circ$ |
| $10/x^2$ | " " " " " "                                      | $27^\circ$ |

sachant que le paramètre B/H passe environ de 1,3 pour  $54^\circ$  à 1,1 pour  $50^\circ$ , 1,0 pour  $45^\circ$ , 0,8 pour  $36^\circ$  et 0,5 pour  $27^\circ$  (ce dernier cas serait celui du couplage d'une vue verticale et d'une vue à  $27^\circ$ , configuration qui présente quelques avantages).

En régions de reliefs peu accentués, de telles réductions d'effet stéréoscopique peuvent être inacceptables: il y a incompatibilité des délais et de la qualité.

A ces restrictions s'ajoute, au voisinage de l'équateur, la contrainte de "spécularité". Les capteurs sont protégés d'une réflexion directe du soleil sous un angle inférieur à  $5^\circ$  de sorte que certaines visées vers l'Est sont exclues. La probabilité des images Est codées  $XX^\circ YY'$  est inférieure à celle des images Ouest (codées  $XX^\circ YY' R$ ).

La programmation de couples stéréoscopiques SPOT est donc très délicate. Trop sans doute pour être laissée à l'initiative du client qui, déçu par des produits inadéquats ou des délais trop longs, pourrait imputer au producteur ou à la conception même du système SPOT le résultats de ses propres erreurs. SPOT-IMAGE doit donc assumer plus complètement l'assistance et mieux garantir l'insatisfaction. Il lui faudrait peut-être accroître sa propre expérimentation, mettre en oeuvre des programmes de recherche opérationnelle adaptée à la recherche de couples en archives, à la programmation de nouveaux couples, au calcul du meilleur investissement en fonction des multiples combinaison de qualités et de prix, et mieux informer son public dans ce domaine particulier.

Dans l'état actuel des choses, il existe peu de couples en archives et la conception d'un programme scientifique qui reposerait sur l'exploitation de couples "à acquérir" serait excessivement hasardeuse.

Après acquisition, il reste à traiter les images de la façon la plus efficace et la stéréoscopie ne souffre pas la médiocrité. Il s'agit non seulement d'obtenir la meilleure perception de détail comme dans tout autre mode d'exploitation mais aussi de réaliser la fusion visuelle la plus parfaite. Les traitements ad hoc ne sont généralement pas du niveau du standard commercial (SPOT-IMAGE d'ailleurs n'est pas intéressé à assumer ces traitements et préfère livrer des données brutes, à charge pour le client de trouver un autre traitant).

La disparité constatée entre la qualité des produits courants et celle de certains produits artistiques et promotionnels ne peut que déconcerter le client qui conclura peut-être que ces derniers sont véritablement "exceptionnels".

On offre par exemple à la vente, à prix réduits, des images uniques, tirées en grands formats sur papier glacé (non reproductibles) des agrandissements au 1/50 000 (XS-couleurs) ou au 1/25 000 (N et B panchro) issus de "1/4 d'image" d'une scène du centre de la Côte d'Ivoire.

Ces images sont remarquables par la richesse de l'information et la finesse.

Des couples d'une pareille qualité résoudre parfaitement certains problèmes de cartographie qui se posent actuellement. Les probabilités de reconstituer ou compléter ce couple sont hélas très faibles.

Il reste que, entre autres problématiques scientifiques qui ressortissent aux légitimes ambitions technologiques de SPOT-IMAGE, l'apport de l'exploitation stéréoscopique à l'investigation morpho-pédo-agronomique reste insuffisamment exploré. Il existe un créneau inoccupé car il n'incombe pas à SPOT-IMAGE d'équiper en personnel et en matériel l'atelier nécessaire mais un atelier de ce genre ne pourrait fonctionner sans être à la source des produits ou en disposer contractuellement dans des conditions privilégiées.

Les techniques spatiales et informatiques qui se veulent à la pointe du progrès ne lésinent sur rien pour se forger les outils de leur progression. Le fait qu'à SPOT-IMAGE comme d'ailleurs à l'IGN, on regarde les couples avec des stéréoscopes qui ont été conçus voici plusieurs décades pour observer les photographies aériennes (appareils de poche à l'IGN !) sans platines mobiles, montre assez combien ce créneau reste marginal.

Faute de couples en archives, il ne semble pas qu'on ait procédé à une comparaison systématique de l'adéquation des produits à divers usages. Le catalogue par exemple propose des images dites "simultanées" mais je n'en n'ai vu ni entendu parler nulle part.

On craindrait donc de devoir résumer la situation en concluant que l'utilisation stéréoscopique visuelle de l'imagerie SPOT est potentiellement performante mais que dans la pratique, elle ne l'est que si les couples sont acquis et traités dans les meilleures conditions naturelles et techniques, de sorte que leur disponibilité est statistiquement <sup>peu</sup> improbable dans la généralité des cas.