

BREF APERÇU DES DONNEES, DES MOYENS DE MISE EN OEUVRE ET DES POTENTIALITES DE LA TELEDETECTION SPATIALE

par

S. de BETHUNE

RESUME - Cet aperçu passe en revue les caractéristiques principales de la nature des données fournies par les satellites de télédétection LANDSAT et SPOT et de la chaîne de traitement des images digitales. Les diverses utilisations de l'imagerie satellitaire dans le secteur géographique, géologique et agronomique sont esquissées.

ABSTRACT - This note briefly describes the most important features of the LANDSAT and SPOT satellites image data and the equipment needed to deal with digital imagery. The usefulness of satellite images in geography, geology and agriculture is also stressed.

MOTS-CLES : télédétection, LANDSAT, SPOT, géographie, géologie, agriculture.

KEY-WORD : remote sensing, LANDAT, SPOT, geography, geology, agriculture

La télédétection spatiale est une discipline scientifique récente qui vise essentiellement à gérer et présenter des données satellitaires, ayant trait à l'état de surface terrestre, à des fins d'analyse et d'exploitation. Elle intéresse dès lors, d'une manière générale, toute personne ou toute association de personnes qui, à quelque titre que ce soit, sont directement ou indirectement impliquées, de par leurs activités, dans la connaissance de cet état de surface et de son évolution dans le temps.

CONSIDERATIONS SUR LES DONNEES DE LA TELE- DETECTION SPATIALE

LA SOURCE DES DONNEES

Les données de la télédétection spatiale sont fournies par des satellites spécifiques, dont les plus connus sont les satellites SPOT et LANDSAT. De nombreux satellites météorologiques (NOAA, Météosat, ...) fournissent également des données relatives à la surface de la terre.

Depuis 1972, cinq satellites Landsat ont été mis sur orbite, et en 1986, le satellite français SPOT1, le premier d'une série de quatre, dans le cadre d'un programme qui doit se poursuivre jusqu'à la fin des années nonante. Actuellement plusieurs pays prévoient, ou sont déjà impliqués dans la construction de leur propre satellite de

télédétection. En Europe, l'ESA patronne la mise au point de nouveaux types de satellites (ERS) qui devront être opérationnels dès 1990.

La source des données semble donc d'ores et déjà assurée, et la quantité de données à traiter ne va cesser de croître dans les années à venir.

LA NATURE DES DONNEES

Les satellites de télédétection fournissent des banques de données relatives à l'état de surface d'un territoire donné. Ces banques de données contiennent l'information nécessaire pour reconstituer diverses images digitales de cette surface au moment du survol.

Les satellites actuels enregistrent la lumière solaire réfléchie par la surface terrestre au moyen de divers types de radiomètres.

Ces radiomètres sont constitués de minuscules détecteurs photosensibles convertissant l'intensité lumineuse reçue en un signal électrique retransmis vers le sol. Chaque détecteur enregistré à un instant donné la quantité de lumière réfléchie par un élément du paysage, dont la taille caractérise ce que l'on appelle la résolution au sol du détecteur.

La résolution au sol des satellites Landsat est de 80x80 mètres (capteur MSS) ou de 30x30 mètres (capteur TM).

Celle de SPOT est de 10x10 ou 20x20 m. Les satellites météorologiques ont une résolution kilométrique ou plurikilométrique. Le type des données que l'on choisit d'utiliser dépendra par conséquent de l'échelle des phénomènes que l'on désire mettre en évidence.

Les radiomètres embarqués sont conçus pour mesurer simultanément l'intensité de plusieurs radiations électromagnétiques préalablement sélectionnées. On parle dans ce cas de canaux et de résolution spectrale.

Les satellites Landsat enregistrent 4 (MSS) ou 7 (TM) canaux simultanément. Le satellite SPOT en possède 3 (20 mètres de résolution au sol) ou 1 avec une résolution de 10 mètres. Les satellites météorologiques disposent également de plusieurs canaux. L'information spécifique liée à chaque canal facilite la discrimination des phénomènes observés. Là aussi, par conséquent, un choix s'impose, lié cette fois à la nature des phénomènes à analyser.

Les dispositifs radiométriques embarqués à bord des satellites sont conçus de manière à pouvoir enregistrer à un instant donné les données relatives à une bande transversale de terrain de 185 km de large (Landsat) ou de 60 km (SPOT). On parle dans ce cas de lignes de données. Le mouvement propre du satellite permet d'enregistrer des lignes successives et d'assurer ainsi la "couverture photographique digitale" complète du terrain survolé.

Les orbites des satellites sont calculées de manière à survoler cycliquement la même scène après un certain nombre de jours. La répétitivité de SPOT est de 26 jours (elle peut être réduite en visée oblique), celle de Landsat, de 16 jours, et celle des satellites météorologiques à défilement est généralement bien moindre. Cette répétitivité est un des atouts majeurs de la télédétection spatiale, car elle permet d'envisager l'analyse de la dynamique des phénomènes observés.

LE NOMBRE DES DONNEES

Les images digitales représentent un nombre considérable de données.

A titre d'exemple, une scène SPOT de 60x60 km² avec une résolution de 10 mètres au sol comporte 36 Megabytes d'information. Ce satellite enregistre de l'ordre de 170 scènes par jour, soit environ 5 Gigabytes d'information quotidienne. L'ensemble des satellites de télédétection et météorologiques actuels doivent transmettre plusieurs dizaines de Gigabytes d'information par jour.

La plus grande majorité de ces données n'ont jusqu'à ce jour pas encore pu être exploitées de manière systématique. L'ensemble de ces données sont bien sûr archivées et peuvent être librement acquises.

LA FORME COMMERCIALISEE DES DONNEES

Les données retransmises au sol sont décodées et ensuite enregistrées sur des bandes magnétiques à haute densité.

Les données Landsat sont découpées de manière à couvrir une scène de 185 x 185 km² et celles de SPOT une scène de 60 x 60 km².

Le client peut soit commander ces bandes magnétiques avec des données brutes ou prétraitées (rendues conformes à une projection cartographique), ou bien obtenir une restitution de haute qualité sur papier photographique ou sur film.

ORDRE DE GRANDEUR DES PRIX DES DONNEES

a. Sur bandes magnétiques

Données	Landsat	SPOT	SPOT
Surface	185x185 km ²	60x60 km ²	185x185 km ²
Brutes	230.000 FB	64.000 FB	640.000 FB
prétraitées	620.000 FB	210.000 FB	2.100.000 FB

b. Produits photographiques

Une composition colorée d'une scène SPOT de 3600 km² sur papier photographique revient à environ 30.000 FB hors taxe.

Ces quelques chiffres permettent de constater :

- que le prix des données satellitaires est incomparablement moins élevé que celui de données équivalentes obtenues par des méthodes traditionnelles (survol aérien p.ex.).
- que les prétraitements représentent un coût élevé par rapport aux données brutes.

LE MATERIEL DE MISE EN OEUVRE DES DONNEES

1. Les documents photographiques sont directement exploitables, au même titre qu'une photographie aérienne ou qu'une carte, et fournissent déjà comme tels une somme importante d'informations.
2. La grande originalité de l'imagerie spatiale est de fournir des données numérisées qui doivent être exploitées par des moyens informatiques.

Les centres qui font de la télédétection sont en général équipés de la manière suivante :

- Un lecteur/enregistreur de bande magnétique haute densité, permettant de transmettre les données fournies.
- A un ordinateur qui les transcrit sur disque dur de grande capacité et qui peut les traiter moyennant des logiciels adaptés.
- Une console de traitement interactive d'images qui est piloté par l'ordinateur et couplé à un moniteur couleur haute résolution.
- L'un ou l'autre appareil de restitution permettant d'obtenir un document papier ou photographique (imprimante couleur, appareil optique de restitution sur film).

- A l'aval de cette chaîne, il faut pouvoir disposer d'un laboratoire de photographie.

En soit une telle chaîne de traitement d'image permet donc d'exploiter les données fournies par satellite depuis la bande magnétique en passant par les différents stades de traitement pour fournir en fin de parcours un document papier ou photographique.

En fonction de l'environnement et des buts à atteindre, on peut être amené à devoir combiner les données satellitaires avec des données de sources différentes (p.ex. comparer les données satellitaires avec une carte existante). Ceci ne peut se faire que si l'on dispose.

- D'appareils de digitalisation (tables, scanners, caméras vidéo...).

A l'époque actuelle, de telles chaînes de traitement d'images, vu leur coût élevé, sont encore rares et restent l'apanage d'une minorité de laboratoires de pointe, ou de quelques organismes d'état. Toutefois, de plus en plus de firmes s'intéressent fortement au développement de tels outils et l'on voit apparaître sur le marché des produits moins onéreux et qui permettent déjà d'envisager du travail sérieux.

LES SECTEURS INTERESSES PAR LA TELEDETECTION

L'apport principal de la télédétection spatiale est de pouvoir obtenir une vue synoptique de la surface terrestre dans les meilleures conditions possibles, c.-à-d., avec une bonne résolution spatiale et dans une large gamme de canaux spectraux. Cette caractéristique intéresse a priori trois secteurs :

1. La géographie et la cartographie

- La télédétection spatiale fournit des données de base à un coût nettement moins élevé que par des techniques traditionnelles (p. ex. photographies aériennes), qui permettent d'envisager de dresser des cartes à l'échelle 1:50 000 (données SPOT) ou plus petites (Spot et Landsat).

Un produit typique est la spatiocarte, résultant de la superposition d'un fond de carte tirée de l'image satellitaire et d'un certain nombre d'ajouts (routes, canaux, ...) tirés de banques de données cartographiques existantes. Ce type de carte intéresse autant les pays ne disposant pas encore d'une couverture cartographique complète (de nombreux pays en voie de développement) que les autres, car la spatiocarte contient des informations différentes de celles des cartes topographiques traditionnelles.

- L'exploitation des prises de vues stéréoscopiques de SPOT autorise la restitution du relief. Ces prises de vue permettent donc de tracer des courbes de niveau ou de créer des modèles numériques de terrain.
- La répétitivité des prises de vue permet également d'envisager la remise à jour régulière de la couverture cartographique.

- En conjonction avec d'autres secteurs, les images satellites permettent la réalisation rapide et économique de cartes thématiques diverses.

- En fait l'évolution des techniques et des méthodes utilisées dans ce secteur est très rapide. Dans la mesure où l'on dispose de données de sources diverses (images de différents satellites, photos aériennes digitalisées, banques de données cartographiques), on peut envisager le développement d'une cartographie à la demande. La mise au point de GIS (Geographic Information Systems) est à l'ordre du jour dans de nombreux laboratoires de recherche.

2. La géologie

Outre la possibilité d'exploiter les images spatiales de la même manière que des photos aériennes, la télédétection offre aux géologues un outil d'investigation puissant.

- La recherche de minerais ou de nappes de pétrole oblige sans cesse à améliorer la connaissance des terrains explorés. La vue synoptique offerte par les images satellitaires permet souvent d'élaborer des cartes géologiques d'un type nouveau dites téléanalytiques". Une des applications possibles est p. ex. la délimitation à l'échelle régionale des caractéristiques structurales des terrains qui peuvent influencer l'emplacement de roches intrusives et leur dépôts métalliques.
- Des progrès importants ont également été obtenus dans la reconnaissance de la nature même des terrains géologiques observés, à partir de leurs propriétés spectrales.
- Les géologues sont également amenés à utiliser des sources de données externes (résultats de campagnes géochimiques, levés aéromagnétiques ou gravimétriques) qu'ils combinent avec les données satellitaires afin de dégager des corrélations éventuelles entre ces différentes données et la présence de gisements.
- Dans les régions tempérées, où la végétation abondante masque le sous-sol, des études visant à caractériser l'impact du sous-sol géologique sur le comportement de la végétation sont en cours dans plusieurs laboratoires (géobotanique).
- Des analyses multidates permettent également de relever des indices d'intérêt géologique.

Pour le géologue les images spatiales s'avèrent donc devenir un outil d'investigation puissant, et elles s'imposeront certainement dans un avenir proche.

3. L'agriculture

Un autre secteur qui est intéressé de manière prépondérante par l'imagerie satellitaire est celui de l'agriculture. Les régions du spectre auxquels les capteurs des satellites sont sensibles ont toujours été sélectionnées de manière à faciliter le repérage de la végétation au sol. On arrive dès lors

dans les cas favorables à différencier les types de végétation, à prévoir les récoltes et à estimer les productions.

La répétitivité des prises de vue est ici évidemment un atout majeur, car elle permet une analyse de l'évolution des phénomènes, et de mettre en évidence les effets des catastrophes naturelles telles que inondation, sécheresse, phénomènes de désertification, maladies des végétaux, ...)

Au niveau de ce secteur, l'imagerie spatiale a par conséquent un impact prévisionnel important

4. Autres secteurs d'application

Si les trois secteurs précités sont certainement parmi les plus importants, d'autres applications plus spécifiques doivent également être prises en considération :

- Des applications en aménagement du territoire (urbanisme, répartition des terres agricoles, tracés de routes,..).
- L'étude de l'évolution des villes et des banlieues.
- L'étude de l'évolution des zones littorales.
- L'analyse des divers types de pollutions et de leur impact dans l'espace et dans le temps.
- Cartographie des eaux de surface, etc.

CONCLUSIONS

Le traitement de l'information contenue dans les images satellitaires nécessite des moyens de mise en oeuvre importants. Les progrès constants réalisés dans le domaine informatique, tant au niveau du matériel que du logiciel, entraînera dans un avenir proche une diminution progressive du coût de traitement et d'exploitation des données image. Cette banalisation du traitement permettra d'envisager l'exploitation systématique du nombre sans cesse croissant des données satellitaires.

Par ailleurs, les applications résultant à l'analyse des images satellite sont très diverses et englobent de nombreux secteurs scientifiques. C'est à ce niveau que la télédétection satellitaire va prendre de plus en plus d'importance et s'ériger comme une discipline scientifique propre, en mettant en évidence et en intégrant les interactions multiples entre ces différents secteurs, permettant d'améliorer la compréhension globale que nous avons de notre environnement en nous donnant finalement les moyens de mieux le gérer.