

# L'USAGE DES IMAGES SATELLITAIRES EN GÉOGRAPHIE : APPORTS ET LIMITES

## **OUERDANI Hassan**

CRIES (Centre de Recherche Informatique Economique et Social).  
Université de Metz. ILGU (Institut Lorrain de Génie Urbain), Nancy  
Tél : 83 91 83 91 poste 6324

### **Résumé**

La télédétection représente une évolution dans les méthodes d'analyse, d'aménagement et de gestion de l'espace.

L'aspect numérique de ses données, sa couverture spatiale très étendue et sa facilité d'acquisition, constituent des atouts qui attirent l'attention des différents utilisateurs qui recherchent de l'information spatiale et qui l'intègre dans leurs méthodes de travail. Mais son utilisation en géographie, dans l'état actuel, reste très limitée, faute de moyens matériels et techniques nécessaires à son développement.

### **Mots Clés**

Image satellite - Occupation du sol

## **Introduction**

Cette communication n'a pas pour objet de faire un inventaire exhaustif de tous les apports de la télédétection, ni de toutes ses limites, mais de contribuer à une réflexion sur l'utilisation de la télédétection en géographie à travers un exemple de recherche en milieu urbain mené dans le cadre d'une collaboration inter-universitaire<sup>1</sup> sur l'agglomération Nancéenne, et les problèmes de son développement à travers les premiers résultats d'une enquête effectuée auprès de différents laboratoires de géographie en France.

### ***1. Potentialité de la télédétection***

La nouvelle génération des satellites, alliée à la révolution informatique, a fait de la télédétection un outil puissant pour l'analyse, la cartographie et la gestion de l'espace.

En effet, l'image satellitaire a permis l'universalité de l'information spatiale et sa disponibilité lorsqu'il n'existe pas d'autres moyens, ou lorsqu'elle concerne des régions dont l'accès est difficile (régions montagneuses par exemple). Le caractère répétitif de ces données multi-temporelles, multi-bandes, permet de suivre l'évolution des phénomènes étudiés (expansion urbaine, dégradation des forêts, désertification,...). La couverture spatiale étendue, l'informatisation des données, favorisent son utilisation par rapport aux moyens traditionnels.

Enfin, la résolution fine de l'ordre de 10 à 20 m, la vision stéréoscopique, apportées par la nouvelle génération des satellites Spot, a permis l'expansion de son utilisation à des échelles plus importantes.

Dans ce cadre, nous tenons à exposer un exemple d'utilisation en recherche sur la morphologie urbaine de l'agglomération nancéenne.

## 2. Exemple d'utilisation en milieu urbain

L'extraction automatique des structures urbaines à partir d'une image satellitaire se trouve freinée par différentes difficultés liées souvent à l'hétérogénéité de l'espace, et à la confusion radiométrique entre des objets de même type. L'expérience exposée ci-dessus, fait intervenir différents opérateurs et indices pour l'extraction du bâti et des espaces urbanisés en créant des plans masques pour les différents types de paysage : forêt, eau, terre agricole, sol nu.

Deux images spot prises aux mois de mai et juillet 90, superposables à l'échelle de 25.000e, sont utilisées pour réaliser ce travail. L'image de juillet a subi des pré-traitements par UNISFERE<sup>2</sup>, dans le cadre d'un projet pilote sur «l'étude des grandes agglomérations de plus de 100 000 habitants par télédétection, menée sur Nancy pour le compte du CNES (Centre National d'Etudes Spatiales), du DAN (District de l'Agglomération Nancéienne) et du Ministère de l'Environnement».

### 2.1. Plan masque de la végétation

La végétation se caractérise par des valeurs radiométriques élevées dans le canal infrarouge, et faible dans le canal du visible. A partir de ces deux plans on a réalisé un masque pour la végétation, selon deux étapes :

- tout d'abord, on a calculé un ratio entre les deux canaux : pour l'image Spot c'est le canal infrarouge sensible à la végétation XS3 et le canal panchromatique :

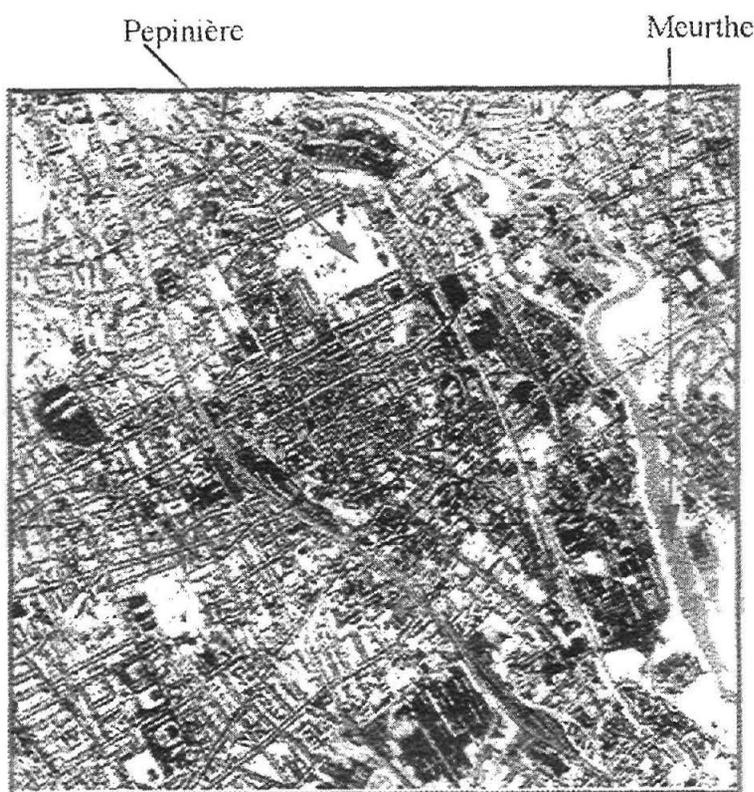
$$1 \quad R_v = XS3/P * a$$

a = Coefficient de normalisation

- ensuite, on a appliqué la formule suivante entre le plan ratio et le panchromatique :

$$2 \quad MV = 2(XS3/P) - (P) + (a)$$

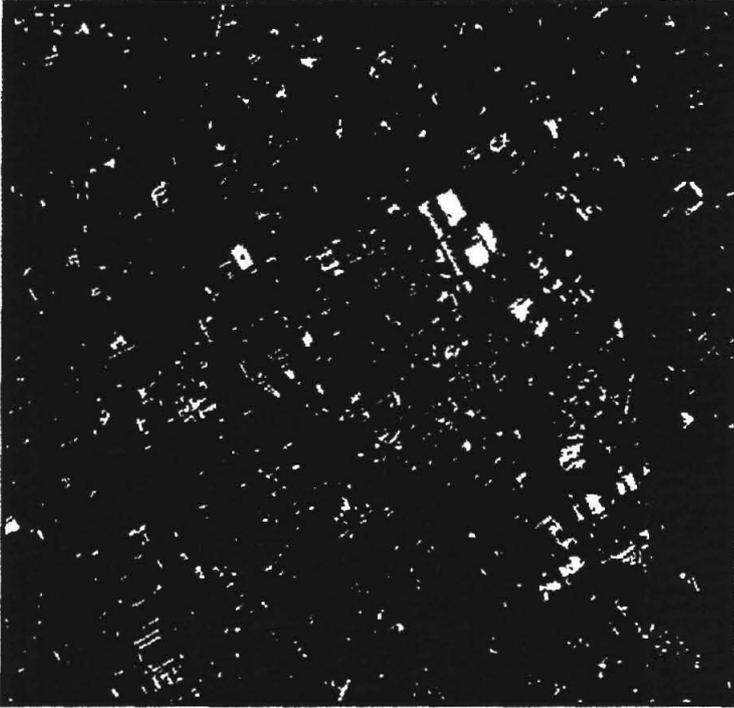
Figure 1 : Plan masque de la végétation



Sur le plan résultat, le masque de la végétation apparaît en blanc et prend la valeur 255, les structures urbaines gardent leur finesse.

## 2.2. Plan masque d'eau

Figure 2 : Plan masque de l'eau et la végétation



L'eau se caractérise par une réponse radiométrique faible dans les différents plans images, son extraction est souvent simple à obtenir par les différentes méthodes de seuillage. Le ratio entre le plan panchromatique et XS3, permet une bonne discrimination de l'eau.

$$3 \quad R_e = P/XS3 * a$$

Dans notre cas, on tente d'isoler, dans une deuxième étape, l'eau du plan masque de la végétation. Pour cela, on a appliqué la formule suivante entre le plan ratio (P/XS3), et le plan masque de la végétation avec un coefficient de normalisation égal à 1.

4

$$ME = \sqrt{(P/XS3)^2 + ((XS3/P) - P)^2}$$

Sur le plan résultat, l'eau et la végétation sont masquées en blanc, il reste à isoler les sols nus et les terres agricoles représentées dans notre image par les terres non cultivées.

## 2.3. Plan masque des sols nus

Figure 3 : Plan masque des sols nus

Les sols nus représentant en milieu urbain, les places, les carrières..., apparaissent sur le dernier plan en noir avec des valeurs faibles (figure 2). Au départ, on a effectué une simple binarisation sur l'histogramme du plan, suivi d'une transformation ponctuelle pour obtenir le négatif du plan sol nu (figure 3). La normalisation avec le plan masque de la végétation et le plan masque de l'eau selon la formule 4, nous a permis d'obtenir en finalité un plan urbain dont la végétation, l'eau et les sols nus sont isolés et prennent une seule valeur 255 (figure 5).



Figure 4 : Plan masque de la végétation + eau + sols nus



Figure 5 : Confusion entre le bâti et les cultures dans le plan masque de la végétation + eau + sols nus



## 2.4. Plan masque des terres agricoles

Figure 6 : Extraction des parcelles agricoles



Les terres agricoles sur notre image (figure 6), ont une réponse radiométrique identique à des objets urbains. Pour réaliser le masque défini, l'utilisation d'une autre image de date différente était nécessaire.

L'image utilisée a été prise le 27 mai 1990. Pendant cette période, les cultures sont en phase de maturité, or leur réponse chlorophyllienne est forte.

On a appliqué sur cette image les formules utilisées auparavant pour l'isolation de la végétation (formule 1 et 2). Le plan résultat, est traité par des outils de la morphologie mathématique. La chaîne de traitement est composée d'une succession d'ouverture, fermeture, érosion et dilatation, afin d'obtenir un masque pour l'espace urbain. Le plan résultat est utilisé comme masque sur l'image de juillet, dont la végétation, l'eau et les sols nus sont déjà isolés, pour obtenir le plan des parcelles agricoles (figure 6).

Une normalisation des deux plans suivant la formule 4, permet de masquer ces parcelles sur l'image de juillet (figure 7).

Figure 7 : Masque des parcelles agricoles + végétation + eau + sols nus sur l'image de juillet



### 3. Les limites

Malgré les avantages de la télédétection, infini dans le temps et dans l'espace, son utilisation en géographie reste limitée. D'après une enquête effectuée dans ce cadre auprès d'un certain nombre de laboratoires universitaires, les limites techniques de l'outil lui-même, ne représentent pas un obstacle majeur devant l'expansion de son utilisation. Les limites essentielles sont les difficultés financières et l'insuffisance de formations.

Les limites financières se résument ainsi :

- le prix des images satellitaires est jugé trop élevé et incompatible avec le but de la formation et la recherche universitaire ;
- le budget de la plupart des laboratoires de géographie est insuffisant pour une évolution rapide, ou pour mener des recherches thématiques multiples et variées en télédétection.

Exemples de budget annuel :

Brest	2 000 F (achat des images satellitaires)
Dijon	>10 000 F
Pau	10 000 à 15 000 F (achats de bandes inclus)
Strasbourg	21 000 F (accord Université-CNRS)

Les limites de formation en géographie :

Face aux enjeux actuels, la majorité se pose la question : la formation en géographie telle qu'elle est actuellement dans la plupart des universités, répond-elle aux besoins et aux exigences du monde scientifique et professionnel ? Il faut pouvoir répondre.

D'après notre enquête, l'enseignement de la télédétection en géographie reste faible (tableau 1), la formation approfondie est très localisée dans les villes dotées d'un centre de télédétection, comme Toulouse, Montpellier, Strasbourg,... et les laboratoires universitaires disposant de leurs propres équipements en télédétection est très restreint.

### 4. Attentes et perspectives

Etant donné l'importance des moyens nécessaires pour une réelle exploitation des données de télédétection, compte tenu des moyens limités de la plupart des laboratoires universitaires, et devant la volonté de voir une intégration rapide de cet outil dans les méthodes de travail et de recherche géographique, les géographes concernés par notre enquête pensent et proposent :

- un groupement multidisciplinaire dans le domaine : cela représente le souhait de la majorité et constitue une solution idéale pour rattraper le retard, surtout dans les régions qui n'ont pas encore franchies le seuil de l'aire spatiale ;
- un renforcement de la formation technique, en statistique, informatique,... indispensable pour l'exploitation des données de télédétection, dans les programmes géographiques de l'enseignement universitaire ;
- création d'une photothèque<sup>3</sup> : pour mettre à la disposition des étudiants et des intéressés, à une certaine échelle, les données images souhaitées et les possibilités de manipulation ;
- obtenir une reconnaissance d'un «label» télédétection dans le cursus des géographes pour pouvoir obtenir des financements<sup>4</sup> ;
- multiplier les recherches sur les méthodes opérationnelles de la télédétection en milieu urbain.

### Conclusion

Malgré les initiatives vers l'intégration de la télédétection dans l'enseignement et la recherche en géographie, ou les tentatives de spécialisation de certaines universités, l'usage de la télédétection dans l'état actuel, reste limité dans l'enseignement comme dans la recherche. Cela implique la nécessité de multiplier les efforts et les moyens. Certes, la télédétection, outil parmi d'autres, apporte à la géographie des nouvelles méthodes d'analyse et d'exploitation de l'information spatiale. Certes, elle remplace avantageusement la lourde tâche que représente les méthodes traditionnelles longues et coûteuses. Mais «Il n'en reste pas moins à examiner la valeur de l'information apportée avec un oeil

critique, car tous les problèmes ne se trouvent pas résolus d'un coup pour autant et d'autres sont soulevés, mais c'est ainsi que progresse la connaissance»<sup>5</sup>.

Tableau 1 : La télédétection dans l'enseignement universitaire en géographie

	1er Cycle	2e Cycle		3e Cycle	
	DEUG	MGA	MST	DEA	DESS
Aix-Marseille I					
Aix-Marseille II					
Aix-Marseille III				X	
Amiens					
Angers					
Lille I	X	X	X	X	X
Avignon				X	
Besançon	X	X		X	X
Bordeaux I					
Bordeaux III		X		X	X
Brest	X	X	X	X	
Caen		X		X	X
Chambéry	X		X		
Clermont-Ferrand II		X			
Compiègne					
Dijon		X		X	
Grenoble I		X	X	X	
Grenoble II					
Le Havre	X				
Le Mans					
Lille I		X		X	X
Lille II					
Lille III					
Limoges					
Lyon II					
Lyon III		X		X	
Metz		X			X
Montpellier II					
Montpellier III				X	X
Nancy II					
Nantes		X		X	
Nice	X	X	X	X	X
Orléans					
Paris I		X		X	X
Paris III		X		X	
Paris IV					
Paris V					
Paris VI					
Paris VII		X		X	
Paris VIII	X	X		X	
Paris IX					
Paris X					
Paris XII					
Paris XIII					
Pau		X		X	
Perpignan					
Poitiers					
Reims					
Rennes II		X		X	
Rouen		X		X	
Saint-Etienne				X	
Strasbourg I		X		X	
Strasbourg III					
Toulouse II		X		X	
Toulouse III					X
Tours		X		X	X

Sources : Enquête effectuée en septembre et octobre 1993 ; Guide des Formations Universitaires 1992-93, Intergéo n°105-106.  
MGA : Maîtrise de Géographie et Aménagement, MST : Maîtrise des Sciences et Techniques

## Références bibliographiques

BELAID A., BELAID J. : *Reconnaissance des formes. Méthodes et applications*, Inter Editions, 1991

CAMPBELL J.B. : *Introduction to remote sensing*, Guilford press, 1987, 551 pages

CARIGNAN M. et al. : *Evacuation du potentiel de la télédétection spatiale pour l'étude du milieu urbain : le cas de Montréal*, Revue canadienne de génie civil, Vol. 14, 1987

FREMONT A. : *La télédétection spatiale et la géographie en France aujourd'hui*, *L'espace géographique*, tome XIII n° 3, juillet/septembre 1984

FOIN P. : *Cours de télédétection*, tome 1 à 5, Ecole Nationale des Sciences Géographiques

THOMOPOULOS E. : *La reconnaissance automatique des zones urbaines dans les images satellitaires de haute résolution spatiale*, Actes du 113e congrès national des sociétés savantes, Strasbourg, 1988, pp. 89-107

UNISFERE : *Etude des grandes agglomérations de plus de 100 000 habitants par télédétection. Application au District de l'agglomération Nancéenne*, Rapport final, 1993

VERGER F. : *La télédétection spatiale, outil géographique*. *L'espace géographique*, tome XIII n° 3, juillet/septembre 1984

WILMET J. : *La télédétection au service de la géographie et de l'aménagement du territoire*, in *La télédétection, facteur de développement Outre-mer*, 7 décembre 1984, Académie royale des sciences d'outre-mer, Bruxelles, 1986

## Notes

<sup>1</sup> Collaboration entre le CRIES (Centre de Recherche Informatique, Economique et Social), dirigé par le professeur Madame ROLAND-MAY, Université de Metz, et l'ILGU (Institut Lorrain de Génie Urbain) dirigé par Monsieur DAVAINÉ J.J., Ingénieur en chef au district urbain de Nancy

<sup>2</sup> UNISFERE : Bureau d'étude de télédétection, Besançon

<sup>3</sup> L'idée est exprimée par Mr MAINET G. (Président du département de géographie de l'Université de Bretagne Occidentale, Brest)

<sup>4</sup> Volonté exprimée par Mr LAGASQUE J.J. (Professeur Université de Pau et des Pays de l'Adour)

<sup>5</sup> FOIN P. : *Cours de télédétection*, tome 2, page 4