

II

FAUT-IL POSER LA QUESTION : QUE FAIRE PAR TÉLÉDÉTECTION ?

Bernard LORTIC

Depuis une vingtaine d'années, il est habituel de décrire la télédétection comme un outil présentant de nombreux avantages. L'exhaustivité, la répétitivité et le caractère numérique des données sont le plus souvent cités. La recherche d'informations est un travail aléatoire et difficile : les cartes de base ne sont pas toujours à la disposition du public et les travaux sur l'occupation du sol non publiés. Il peut donc paraître plus simple d'acquérir une image, dont l'achat est relativement simple, pour extraire toutes les informations potentiellement utiles. Nombres d'auteurs ont tendance à oublier les autres sources de données pour ne répondre qu'à la question « Jusqu'où peut on aller uniquement avec des images satellitaires ? » ceci souvent sans se préoccuper de l'inventaire des informations disponibles localement.

Sans prétendre à l'exhaustivité, nous tenterons d'identifier à quels types de questions répondent les images satellitaires, puis quels sont les moyens utilisés pour fournir les réponses.

Les bases de données urbaines changeront-elle les buts et les méthodes de travail en favorisant l'accès aux informations par leur rassemblement en un même lieu et donc en permettant une meilleure identification des informations manquantes à recueillir à partir des images ?

Nous n'envisageons ici que les images provenant des systèmes Landsat MS, Thematic Mapper et SPOT, d'autres données n'étant à l'heure actuelle que peu utilisés, comme celles provenant du satellite SOYOUZ¹.

1. Distributeur : Russian Company SOJUZKARTA 45, Volgogradskij Pr. MOWSKA.

1. LES QUESTIONS POSÉES

1.1. La recherche d'informations urbaines

Historiquement, la télédétection a permis l'extraction d'information directement élaborée à partir de la donnée image. L'extraction de la limite urbaine, par exemple, consiste à interpréter directement la donnée pour obtenir une information thématique. On passe, au concept abstrait de « limite urbaine », soit par le traitement d'image, soit encore plus fréquemment par la photo-interprétation des valeurs colorées ou de gris de l'image.

De la même façon, la nomenclature obtenue par extraction à partir d'image de l'information thématique « occupation du sol » peut comporter une quinzaine ou une trentaine de classes.

La recherche directe d'objets est la première approche utilisée selon deux démarches.

Une démarche unitaire qui consiste à faire correspondre à un pixel isolé, un objet simple. Bien rares cependant, sont les objets utiles obtenus directement. Ceux qui sont directement accessibles sont les plans d'eau identifiables, quelle que soit leur taille. L'arbre est aussi un objet que l'on peut identifier et positionner correctement. L'extension des collections d'arbres peut être mesurée. Il est déjà plus difficile d'évaluer correctement l'extension des pelouses, car dans de nombreux cas les confusions avec la végétation naturelle sont nombreuses.

Un autre objet important en milieu urbain, l'immeuble bâti quelle que soit sa taille, de la cabane de jardin au complexe commercial, n'est jusqu'à ce jour saisi qu'avec d'importantes confusions. Il n'est guère possible de différencier sur une seule image, une construction basse d'un chantier. En zone sèche sahélienne, les confusions se multiplient et le travail par identification « pixel-objet » demande sans cesse un élargissement de la définition de l'objet, et souvent pour finir seules trois classes sont retenues : eau, végétation et non végétal !

La pratique fait intervenir, généralement une démarche plus globale car, en zone urbaine, l'objet recherché est plutôt une collection d'objets. La taxinomie d'une cartographie d'occupation du sol comporte par exemple la modalité « zone commerciale ». Les espaces appartenant à cette catégorie correspondent nécessairement à une association d'éléments : zones de vente bâties, aires de stationnement, zones de stockage, voire de loisirs ; les surfaces liées à l'accès sont en général très importantes. La modalité « espace résidentiel » est aussi typiquement une association d'objets et son identification provient d'une démarche encore peu modélisable sans taux d'erreurs fort. Pour l'approche et l'identifica-

tion de ces « objets », l'étude des associations de caractères (taille, hauteur, ancienneté, densité de bâti ; largeur et densité des réseaux ; nature de la végétation présente, etc.) est la seule voie possible.

Mais plutôt que d'approcher la richesse de la nomenclature employée par les urbanistes des différents pays (de 40 à plus de 100 postes de nomenclature de nature souvent très fonctionnelle) les catégories retenues se limitent à une quinzaine de classes. En effet, comment peut on penser séparer les parcs en deux catégories, l'une ouverte au public, l'autre non, comme cela se pratique pour des cartographies de mode d'occupation du sol ?

Mais l'objet ou le phénomène recherché dépend avant tout des questions posées. Les sources de paludisme, comme les pneus abandonnés, ne seront pas considérés comme « plans d'eau » par les services de distribution d'eau potable et ce que cherchera le service des égouts dans un complexe commercial est la surface imperméabilisée ! Ainsi dans une perspective d'aménagement, la cartographie cherche à traduire l'aptitude à l'urbanisation d'un espace en fonction de contraintes existantes. L'espace sera donc découpé en grandes catégories : zones industrielles, zones résidentielles, réseaux de transport, zones ferroviaires, portuaires, zones agricoles ou forestières à protéger, zones inondables ou en pente, etc.

Avec la possibilité actuelle d'utiliser des images prises à plusieurs années d'intervalle, les questions peuvent porter maintenant sur la cartographie de phénomènes spatialisés, soit par une analyse ponctuelle comme pour la croissance ou la densification du bâti, soit par une analyse globale comme les inondations ou le changement d'affectation du sol. En principe, la télédétection satellitaire est adaptée à cette utilisation car elle permet de pouvoir comparer simplement un état à deux dates différentes (Champaud, 1993).

1.2 La recherche indirecte d'une information

En fait la connaissance d'une ville passe d'abord par une vision au sol du paysage. Chacun établit une typologie de la ville en fonction de ses propres visions de l'architecture ou de données socio-économiques. La localisation des observations n'est pas primordiale pour identifier les types de fonctionnement. La recherche d'information directement sur l'image semble donc une voie bien décevante. Aussi plutôt que de suivre la démarche encore trop courante de recherche sur l'image des éléments connus avec une conclusion évidente : « je ne vois pas ce que je connais, en particulier tout ce qui concerne la population ou les données foncières », on peut se poser la question « comment l'image peut-elle me permettre d'améliorer ma connaissance de la ville sur de phénomènes non directement visibles puisqu'ils n'ont pas de traduction physique directe ? »

Par une démarche indirecte, la télédétection permet de mieux rechercher ce type d'information. Une démarche des plus fructueuses est d'utiliser l'image comme une base de données exhaustive sur laquelle va s'effectuer la recherche d'information. Donnons deux exemples de ce type de démarche :

– Pour mettre en œuvre une enquête socio-économique, on peut utiliser une image satellitaire à haute résolution spatiale sur laquelle chacun des îlots bâti peut être identifié, comme unité potentielle de sondage ; puis stratifier ces unités pour améliorer la précision des résultats en effectuant une cartographie simple de l'espace d'après un phénomène purement physique qui soit assez bien corrélé avec les informations désirées. Cela suppose que l'on admette que l'aspect physique de la ville traduit en grande partie la composition socio-économique de sa population (Dureau *et al.*, 1989)

– L'autre exemple tient compte de la spécificité de la croissance urbaine qui ne se présente pas comme un front mais comme un semis de chantiers imparfaitement connus des municipalités. Celles-ci utilisent des enquêteurs pour compléter les données en leur possession ; mais il est très important de savoir où envoyer ces personnes. La télédétection permet de savoir où il y a des constructions de ce genre, ce qui est plus simple que d'identifier quel type de construction s'érige à cet endroit.

Les images satellitaires peuvent aussi permettre de transformer une donnée au départ peu exploitable, en une forme plus utile. Lorsque des données censitaires sont fournies sous un découpage grossier, comme c'est le cas à Quito pour la partie extérieure aux limites administratives de la ville, les données ne sont plus vraiment comparables en terme de densité. Une simple ré-affectation des données de population sur un découpage plus fin (de forme maillée par exemple) de l'espace d'après la densité de construction obtenues par des images à haute résolution spatiale permet d'effectuer des comparaisons plus conformes à la réalité du peuplement (Weber, 1989). Il faut souligner que l'usage des données satellitaires n'a d'intérêt que si les informations concernant l'occupation du sol ne sont pas disponibles.

1. 3 La transmission de l'information

Actuellement, une des utilisations les plus fréquentes de l'imagerie est bien la transmission d'une information au travers de belles images. Le caractère synthétique de l'image, au travers d'une composition colorée, qu'elle soit en perspective ou à plat, permet d'illustrer un discours de façon plus nouvelle que par la présentation de cartes. Une composition colorée en perspective montrera

bien les différents éléments constituant le paysage. Point n'est besoin de connaissances particulières en photo-interprétation pour voir comment se répartissent les zones agricoles, la végétation naturelle ou les zones urbanisées par rapport à la topographie (Image 1, © CNES (1986) – Distribution SPOT-IMAGE).

Mais cela permet d'illustrer un type de discours et non la totalité des discours possibles. Une telle image, si elle introduit la répartition de la population devra nécessairement être complétée par une série de cartes spécifiques.

La communication, c'est aussi transmettre de façon précise, les lieux où se passent des phénomènes détectables sur les images. Dans une municipalité par exemple, la connaissance globale de l'extension urbaine existe. Nul besoin d'images aux services de planification, pour savoir que l'on construit des opérations spécifiques. L'intérêt des images sera de pouvoir donner une vision actualisée de l'état de la construction dans ces quartiers, mais aussi une série de lieux précis où apparaissent des opérations d'urbanisation de fait dont les caractéristiques sont inconnues. Les enquêteurs ont besoin d'adresse pour aller relever les informations indispensables (responsables du lotissement, types d'infrastructures existantes ou prévues, situations administratives ou foncières,...) et pour pouvoir les intégrer dans la base de données comportant les noms des voies existantes, à une échelle du 1/10000^e (Image 2, © CNES (1986) – Distribution SPOT-IMAGE).

Malgré, ou plutôt à cause, du caractère globalisant des images, il paraît essentiel de poser le plus clairement possible la question : quelle information cherche-t-on à recueillir ou à transmettre ? Lorsque la télédétection est utilisée comme unique source d'information, on risque de satisfaire un besoin de type « grand public » par extraction et présentation d'images et de cartes qui n'apportent que peu d'éléments nouveaux par rapport à la connaissance de leur ville qu'ont les gestionnaires. La nature des données spatialisées à produire à partir d'images dépend donc des objectifs poursuivis et de l'état des connaissances. Ainsi lorsque la connaissance de la ville n'est pas traduite en cartes, les images permettent de réaliser rapidement une cartographie de base en une quinzaine de postes de nomenclature, ou une vingtaine, si l'on dispose d'une image de fusion multispectrale et panchromatique (P+XS). Lorsqu'existe une carte d'occupation du sol, les questions portent surtout sur les types et les vitesses d'évolution du bâti : en combien d'années passe-t-on de l'habitat rural (dispersé) à l'urbain considéré dense ?

2. QUELS MOYENS UTILISER ?

2.1 Les méthodes numériques

Puisque les données sont constituées par une suite de nombres, quoi de plus facile que d'effectuer la statistique et la cartographie de façon numérique.

Une classification selon un indice de bâti, va se réaliser simplement par sa création par exemple correspondant à l'inverse de l'indice normalisé de végétation (pour SPOT).

$$\text{NDVI} = 128 * \frac{(\text{XS3} - \text{XS2})}{(\text{XS3} + \text{XS2})} \quad (1)$$

La collecte, au sol, de la densité de la végétation pour quelques zones permet de déterminer une droite ou une droite de régression entre la densité de végétation « mesurée » et la moyenne du NDVI pour des zones identiques de l'image. L'indice peut s'exprimer en pourcentage d'occupation que l'on peut classer et cartographier aisément¹.

L'intérêt de la méthode numérique n'est peut être pas tant dans la précision, que dans la répliquabilité et la rapidité de l'opération. On peut ainsi transmettre facilement des résultats qui seront comparables d'une date à l'autre, encore que le résultat peut être grandement influencé par les conditions de prise de vue.

Les classifications multivariées permettant d'agglomérer les pixels autour de centres de classes s'effectuent désormais en quelques minutes. Les critères de différenciation peuvent être facilement construits : NDVI, variance locale, etc. L'identification de critères plus performants peut être effectuée par analyse factorielle. Bien souvent on peut imposer dans l'algorithme un modèle pour chacune des classes désirées. Mais la construction de la taxinomie n'est pas forcément beaucoup plus aisée et ce type de méthode peut aboutir à des milliers de classifications différentes. De plus les critères sont difficilement applicables d'un site à l'autre. Au delà du problème de taxinomie, se pose celui de l'objet que l'on classe. Jusqu'aux années 90, les classifications retenaient comme individus les pixels, donc des surfaces déterminées arbitrairement par les constructeurs de capteurs. Puis les méthodes zonales ont permis d'obtenir des classes de « zones d'égale apparence ». Le difficile travail de détermination des zones est effectué directement par le logiciel en quelques minutes selon la machine. L'utilisation des Systèmes d'Information Géographique (SIG) offre maintenant la

1. La corrélation entre l'indice de bâti et la végétation n'est pas utilisable avec la même réussite sur toutes les villes.

possibilité de classer des zones préalablement définies. Au lieu de considérer la suite de pixels, les zones sont considérées une par une : par exemple, pour chaque îlot, il est possible d'interpréter la zone en examinant des indices globaux spécifiques.

2. 2 La photo-interprétation

Elle reste apparemment la méthode la plus employée, celle qui donne de la façon la plus rapide, le plus grand nombre de renseignements. Certaines questions peuvent trouver leur réponse par simple lecture globale des documents, principalement les compositions colorées. Ainsi le relief, que l'on perçoit bien sur les images explique l'aspect étiré de la ville de Quito. A l'inverse, l'absence de reliefs importants a permis à la ville de Santiago de se développer sans contraintes physiques majeures, selon une disposition plus ou moins concentrique. Si l'on perçoit bien le gradient pluviométrique important qui va à Quito de moins de 700 mm au nord à 1200 mm au Sud, une interprétation de la répartition des différents quartiers ne pourra se faire qu'après une analyse, par une lecture-identification ponctuelle d'un certain nombre d'objets : golfs, jardins ou parcs, stades, piscines, voiries diverses, bâtiments de type pavillonnaire ou immeubles de grande hauteur, zone industrielle ou commerciale.

Cette lecture ponctuelle sera nettement plus efficace avec des documents de résolution et de couleur améliorées. On aura intérêt à utiliser une image P+XS décorrélée et filtrée comme en témoignent les images de la ville de Quito. (Image 3, © CNES (1986) – Distribution SPOT-IMAGE)

On peut alors tenter le découpage de l'espace en classes fonctionnelles préétablies. Mais dans de nombreux cas les ambiguïtés seront difficiles à lever : espace agricole ou parc ? parc privé ou ouvert au public ?

2. 2. 1 Les méthodes de classification visuelle

Il est relativement facile d'effectuer un zonage en 3 ou 4 classes de densité de végétation par zone, sur une image de l'indice de végétation. Les étapes nécessaires à la classification multivariée peuvent être décrites ainsi :

- a) détermination visuelle de zones d'égale apparence ;
- b) identification des critères de différenciation. Ceux-ci peuvent être de type couleur dominante, association de couleurs ou type de structure ;
- c) construction de la taxinomie ;
- d) identification d'un « archétype » de chacune des classes identifiées et affectation de chacune des zones isolées à une classe ;



Si l'on peut croire qu'avec une telle méthode la classification dégage d'elle-même de l'image, on ne voit guère en fait, que « ce que l'on y recherche ». Cette pratique permet cependant de mieux analyser l'image par un aller-retour constant de la connaissance du terrain à sa traduction sur l'image.

2.2.2 La photo-interprétation assistée

La pratique la plus courante reste la photo-interprétation. Elle consiste souvent à reconnaître sur l'image satellitaire des entités spatiales connues. Si l'identification d'un objet n'est souvent pas possible, la délimitation d'un objet connu est plus facile sur

l'image que par un travail au sol. C'est la connaissance du terrain qui est, et doit être, la base de la construction de la taxinomie et le but affiché du travail. La première aide est la connaissance de la ville et des problèmes qui s'y posent. Pourquoi alors ne pas se donner tous les moyens d'assistance disponibles ? Les photographies aériennes, même anciennes, permettent une interprétation plus aisée de la situation à la date de l'image car il est alors possible d'analyser l'espace en terme de changements. L'état de la voirie, aussi, même très longtemps avant la date des images à analyser, renseigne sur le type de bâti qui s'est développé depuis. De même, la somme de deux images panchromatiques de SPOT apporte des précisions supplémentaires.

La photo-interprétation assistée par ordinateur va dans le sens de cette démarche en fournissant des indices (texture, végétation) ou la spatialisation de classes aisément isolables. La fusion de toutes les données disponibles dans un SIG est encore peut-être un luxe inaccessible, il est pourtant certain que la vision simultanée, soit par alternance, soit par superposition de données cartographiques et de photographies aériennes, facilite grandement l'identification des objets sur les images satellitaires. Mais aura-t-on souvent besoin de ce supplément de précision ?

La photo-interprétation bute pour le moment sur la disponibilité des images. Les compositions colorées de SPOT-Image restent coûteuses, surtout s'il s'agit de traitement d'amélioration du type P+XS ou d'une mise en perspective. Enfin, la restitution sur film photographique de données améliorées n'est pas encore une pratique très accessible à tous les utilisateurs.

3. L'INTÉRÊT D'UN SIG

3 1. Le problème de la maîtrise de la géométrie

Avec l'utilisation des systèmes d'information géographique se sont développées les méthodes de recalage d'images.

Deux types de transformation géométrique ont été développés.

La mise en conformité de l'image à la géométrie des données de la base s'effectue par sa déformation prenant en compte la position et l'attitude du satellite et les données d'altitude du terrain provenant d'un modèle numérique des élévations, et d'après des points de contrôle plus ou moins nombreux.

Se sont aussi développées les méthodes de corrélation automatique d'images qui permettent d'en superposer précisément deux dont la géométrie était différente. Ces méthodes permettent de produire des résultats P+XS à partir d'images de dates différentes. Ces

mêmes méthodes de corrélation d'images permettent de créer des modèles numériques d'altitude. Encore coûteux s'ils sont sous-traités, ces traitements sont appelés à faire parti très prochainement de tout logiciel de traitement.

Certes, il est illusoire de penser établir une cartographie au 1/10 000^e avec une donnée composée de pixels de 20 mètres, mais ces données peuvent être corrélées efficacement avec une cartographie plus précise ; cela permet d'en signaler les erreurs ou les manques. La cartographie des îlots est réalisée à une échelle bien plus précise que le 1/50 000^e considéré comme satisfaisant pour SPOT. Or, si l'on veut comparer les données, il est nécessaire de pouvoir le faire sans trop d'erreurs géographiques. La précision d'un recalage géométrique ne doit donc pas s'apprécier uniquement en fonction de la production cartographique qu'il est possible de faire.

En fait, le problème de la maîtrise géométrique dépend là aussi du contexte local. En l'absence de cartographie rien n'interdit de construire une base de données sur une référence fautive comme une image satellitaire peu rectifiée par exemple ; les techniques actuelles permettant de reprendre par la suite non seulement la géométrie des images mais aussi celles de la cartographie. Les techniques de positionnement par Global Positioning System (GPS) semblent pouvoir simplifier et accélérer le travail. De même que les extractions thématiques sont plus complexes lorsqu'il existe déjà une base constituée, ne serait-ce qu'à cause des différentes nomenclatures ; de même la rectification géométrique ou plutôt la superposition sur la cartographie existante est plus difficile car il faut alors s'adapter à une géométrie toujours entachée d'erreurs de provenances diverses.

L'utilisation de la télédétection sera donc plus simple et permettra de répondre à des questions plus nombreuses lorsque la base de données sera uniquement constituée d'images satellitaires.

3.2 L'apport des informations issues de la télédétection à une base de données

L'utilisation de données de télédétection pour alimenter un SIG devient fréquente. L'exemple des travaux de l'IAURIF décrit par I. Nascimento (1992) montre qu'une base de données peut être constituée essentiellement d'images. Des cinq thèmes et donc données de base : réseaux routier et hydrographique, pente et altitude, occupation du sol, servant à établir la carte d'aptitude à l'urbanisation, seules les deux premières ne sont pas issues d'images. Il est clair qu'elles auraient pu l'être si les données cartographiques n'avaient pas été disponibles.

A Quito, en présence d'une base déjà constituée, les données multitudes permettent de répondre à des questions précises. Ainsi la connaissance d'un phénomène comme la déforestation ne devait pas uniquement servir à évaluer la quantité de bois de chauffage produite, mais bien les risques accrus de glissement de terrain. Le SIG permet de rechercher et de cartographier les zones de déforestation par rapport au type de propriété foncière. De même ce n'est pas tant la quantité totale de nouvelles constructions que recherchent les services municipaux, que la répartition de celles-là. Le SIG permet de les situer par rapport à la réglementation et à toutes les opérations déclarées. Le SIG fournit aux enquêteurs une cartographie des constructions uniquement situées sur des lieux sans déclaration, ni approbation. L'intérêt d'une carte de densité du bâti est aussi de pouvoir la comparer à un phénomène qui ne lui est qu'imparfaitement corrélé, comme la densité de population, afin de pouvoir approcher une donnée telle que le bâti non résidentiel. (Images 4 et 5, © CNES (1986) – Distribution SPOT-IMAGE)

Le problème d'une base déjà constituée est que les comparaisons diachroniques sont souvent difficiles. Par exemple, la comparaison de deux cartes d'occupation du sol effectuée à dix années d'intervalles, pose le problème de différence de taxinomique et de la modification du mode d'occupation ainsi que celui de la précision des découpages spatiaux. En ce qui concerne la précision, il apparaît que l'image découpe l'espace en éléments suffisamment fins pour être un point de passage lors de la transformation des entités spatiales de travail. Pour pallier le problème de différence de taxinomie, le SIG permet de conserver non seulement l'information que constitue une carte d'occupation du sol, mais aussi les données de base que sont les images satellitaires, la spécificité des images étant qu'elles constituent des sources de données facilement comparables dans le temps.

On peut regretter, cependant que les bases de données des grandes métropoles mondiales ne puissent pas toutes intégrer des images datant d'une dizaine d'années, le coût des images ayant été jugé prohibitif ; cela aurait permis aujourd'hui d'effectuer un travail rapide et précis d'extraction d'information sur la modification physique des espaces urbains.

3.3 L'apport des données d'un SIG à l'analyse d'image

Donnons quelques exemples de l'aide que peut fournir un SIG à l'analyse d'image. Il est souvent difficile d'obtenir un échantillon de zones d'entraînement sur une image. Si l'on choisit un pixel, on ne peut connaître son emplacement exact, si l'on choisit une petite matrice, le problème reste identique d'autant que les limites per-

mettant de positionner n'obéissent pas à des critères clairement définis. Le SIG va permettre d'obtenir simplement un échantillon de zones bien identifiables à la fois sur le terrain et sur l'image. De nombreuses méthodes sont possibles, depuis le simple tirage systématique par coordonnées géographiques jusqu'au tirage d'un nombre déterminé de zones par classes de nomenclature désirées.

La détermination de l'échantillon est facilitée, mais aussi l'enquête au sol. S'il existe une cartographie dans la base de données, par exemple pour un enquête sur la densité de la végétation, la surface à prendre en compte sur l'image et le terrain est immédiatement déterminée. Si les conditions imposent de travailler sur un groupe de pixels, l'utilisation couplée d'un SIG et d'un GPS permet un positionnement rapide. Les opérations de recherche d'une relation entre les valeurs mesurées au sol et sur l'image sont simples puisque qu'après introduction des données recueillies au sol dans la base de données, le système calcule la corrélation de manière automatique. On peut ainsi calculer des corrélations multiples ou des régressions de type :

$$\text{Densité de bâti} = a \text{ NDVI} + b \text{ Age de l'urbanisation} + c \quad (2)$$

Si la base de données comprend une cartographie d'occupation du sol ancienne, celle-ci apporte des informations dites exogènes et l'utilisation des images satellitaires pour évaluer les changements d'occupation du sol devient plus aisée. Cela peut se faire selon une comparaison entre images ou entre les données de la base et les caractéristiques de l'image. Dans les deux cas, on peut effectuer un travail par règles de décision. Le fait d'utiliser les données cartographiques anciennes entraîne de ne changer la nomenclature que si celle-ci est remise en cause.

L'utilisation d'un SIG pose toute la question du contexte de l'utilisation de l'image. A quoi sert en effet de vouloir extraire le réseau de voirie d'une image quand il est déjà présent dans la base de données, quelquefois même de manière anticipée sur la réalité ; d'autant que nous savons très bien que le résultat sera moins juste et moins précis que les travaux des géomètres ou des équipes de cartographes qui ont effectué le travail.

4. CONCLUSION

Si la question principale est « comment la télédétection peut-elle permettre d'obtenir l'information manquante ? », il est clair que l'utilisation de l'imagerie va dépendre de l'état de la base de données.

Lors de la constitution d'une base de données, en l'absence d'une cartographie topographique de base, la primauté de l'image

est évidente. Une image SPOT panchromatique bien positionnée à l'aide de quelques points levés au GPS peut constituer une bonne référence géographique sur laquelle on pourra reporter un grand nombre de limites censitaires ou administratives. L'imagerie peut être utilisée comme référence géographique pour entamer la construction d'une base inexistante.

S'il existe déjà une cartographie nationale au 1/50 000^e ce ne seront pas les altitudes, déjà connues, qu'il faut rechercher à partir des images mais une cartographie d'occupation du sol succincte.

Si ce travail a déjà été effectué auparavant sur photographies aériennes pourquoi chercher à établir une cartographie nouvelle pour laquelle les problèmes de compatibilité taxinomique se poseront ? Les différences d'images permettront d'effectuer le suivi de l'occupation du sol, même si les écueils, que constituent les variations saisonnières et les différences de position du soleil, sont encore mal décrits.

Ainsi à la question « que puis-je faire avec des images satellitaires » il vaut mieux toujours substituer « quelles sont les données manquantes » de façon à déterminer les moyens qui seront nécessaires pour répondre aux questions qui se posent ou qui se poseront.

collection
VILLES

Coordonné par
Françoise DUREAU
Christiane WEBER

***Téledétection
et systèmes
d'information
urbains***



anthropos

collection **VILLES**
dirigée par Denise Pumain

Coordonné par
Françoise DUREAU
Christiane WEBER


***Téledétection
et systèmes
d'information
urbains***

Ouvrage publié avec le concours
du ministère de la Recherche et de la Technologie
et la société SPOT IMAGE

Anthropos

Diffusion : Economica, 49, rue Héricart - 75015 Paris



Achevé d'imprimer par  Corlet, Imprimeur, S.A.
14110 Condé-sur-Noireau (France)
N° d'Imprimeur : 9706/271 - Dépôt légal : septembre 1995
Composition-mise en pages : Reprotyp - 14110 Condé-sur-Noireau
Imprimé en C.E.E.