

# Typologies urbaines et télédétection satellitaire. La notion de zones en milieu urbain

**Alain Michel**

*ONERA, Direction des études de synthèse*

**Bernard Lortic**

*Orstom, LIA, Unité de télédétection, Bondy*

**RÉSUMÉ.**— L'utilisation de l'imagerie satellitaire pour les études urbaines constitue d'ores et déjà un outil de plus en plus usité et performant. Conjointement, les systèmes d'information géographique permettent de manipuler la connaissance à différents niveaux géographiques. Vues de la cellule carrée qu'est le pixel, les typologies usuelles de l'aménageur paraissent souvent impropres voire inadaptees. Ce papier plaide donc pour une redéfinition des individus à considérer et de la nomenclature à employer afin que les spécificités des deux outils mis en œuvre (télédétection et système d'information géographique) puissent rendre compte d'une représentation de l'espace exploitable par l'urbaniste.

CLASSIFICATION, MILIEU URBAIN, SYSTEME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE, TÉLÉDÉTECTION

**ABSTRACT.**— **Urban typologies and remote sensing by satellite. The concept of zone in an urban environment.**— Satellite images are in increasingly wide use in urban studies while at the same time GIS have made it possible to handle geographical information at various levels. From the point of view of pixel square cells, the usual classifications of planners appear unsatisfactory or even irrelevant. This paper therefore advocates a redefinition of individuals and of nomenclature so that, owing to their specific capacities, both remote sensing and geographical information may become valid tools of space representation for town planners.

CLASSIFICATION, GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM, REMOTE SENSING, URBAN ENVIRONMENT

Nombreuses sont les typologies du tissu urbain et, comme le soulignent très justement P. Antoine *et al.* (1), « le choix d'une typologie relève toujours d'un certain arbitraire, plus particulièrement dans le domaine de l'habitat où, bien

(1) ANTOINE P., DUBRESSON A., MANOU-SAVINA A. (1987). *Abidjan «côté cours»*. Paris: Orstom-Karthala, 267 p.

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° B 35709

CD Alain Michel, Bernard Lortic

167

14 DEL

14 DEC. 1992

M

p 20

souvent, la caractérisation du bâti prend en compte divers éléments d'analyse, juridiques, économiques, morphologiques, sociologiques. Les praticiens sont conscients des imperfections présentées par ces différentes typologies qui, par essence, sont réductrices de la réalité, mais permettent cependant de répondre à certains objectifs opérationnels précis». Le problème peut se résumer ainsi: quelles sont les typologies définissables à partir des images de télédétection, en quoi se différencient-elles, en existe-t-il une meilleure que les autres? C'est en ces termes qu'apparaissent les objets de ce débat.

Le terme typologie est un néologisme datant du xx<sup>e</sup> siècle signifiant étymologiquement la science du type, et plus particulièrement selon P. Panerai *et al.*, «la science de l'élaboration des types facilitant l'analyse d'une réalité complexe et la classification». C'est aussi «l'ensemble des types et de leurs relations» (2).

Selon le dictionnaire *Le Robert*, le type se définit comme «l'ensemble des caractères organisés en un tout, constituant un instrument de connaissance par abstraction relationnelle et permettant de distinguer des catégories d'objets ou de faits». Nous retiendrons plus précisément, ici, les notions d'organisation et de relation.

## **I. Quel individu ou unité spatiale retenir? Comment définir cette entité?**

La plupart des études réalisées en milieu urbain à partir de l'imagerie satellitaire considèrent comme individu le pixel, et comme variables ses réflectances dans les différentes fenêtres radiométriques du spectre visible ou infrarouge. C'est une option parmi d'autres, qui a le mérite de la simplicité de sa définition (élément de surface fixe au sol), et qui bénéficie de l'habitude et des facilités issues des antécédents de l'analyse des milieux naturels par télédétection. La résolution spatiale des capteurs, qui définit la représentativité (au sens de contenance) de ces individus varie de 30\*30 mètres (soit 900 m<sup>2</sup>) pour Thematic Mapper de LANDSAT (sauf pour le canal thermique où elle est égale à

120\*120 mètres), 20\*20 mètres (soit 400 m<sup>2</sup>) pour les HRV de SPOT en mode multispectral et 10\*10 mètres (soit 100 m<sup>2</sup>) en mode panchromatique.

Les premiers espaces analysés par télédétection satellitaire ont été les milieux naturels ou agricoles, qui, sauf exception, peuvent être considérés comme relativement homogènes par rapport aux villes. Les classifications opérées sur les milieux «naturels» ont été longtemps fondées sur la notion de *signature spectrale*, les notions de *texture*, voire de formes, n'intervenant que plus récemment. Une signature spectrale est l'ensemble de valeurs radiométriques que prend un élément de l'occupation du sol dans les différentes fenêtres du spectre électromagnétique.

### **1. Les signatures spectrales**

Une *classification fiable* n'est envisageable que s'il s'établit une relation *bijective* entre classes et signatures spectrales. L'univocité n'est possible que s'il existe au moins un canal à l'aide duquel les classes peuvent être distinguées deux à deux. Créer une *classification intéressante* n'est possible que s'il existe une relation forte entre thématique et signatures spectrales; n'oublions pas que ces dernières ne peuvent rendre compte, a priori, que d'une réalité physique (mesures de luminance).

Par ailleurs, les résultats sont d'autant meilleurs que les différents éléments appartenant à une même classe sont *spatialement regroupés*, de telle sorte que la valeur radiométrique n'est due qu'à ce seul élément connu et repéré.

Ces conditions, favorables ou obligatoires, ne se retrouvent que peu lorsque l'on s'intéresse aux villes. Nous allons tenter de comprendre pourquoi les modèles de raisonnement en vigueur pour analyser les milieux «naturels» apparaissent inadaptés en milieu urbain, et c'est pourquoi il est nécessaire de *mettre au point une méthodologie d'analyse adaptée à ce contexte particulier*.

Le *pixel mixte* («*mixel*») (3) se rencontre avec Thematic Mapper sur l'ensemble de la ville et avec SPOT multispec-

(2) PANERAI P., CASTEX J., DEPAULE J.-C. (1975). *Principe d'analyse urbaine*, tome 2. Rapport de recherche, 127 p.

(3) Voir les écrits de S. RIMBERT et de son équipe à l'université de Strasbourg.

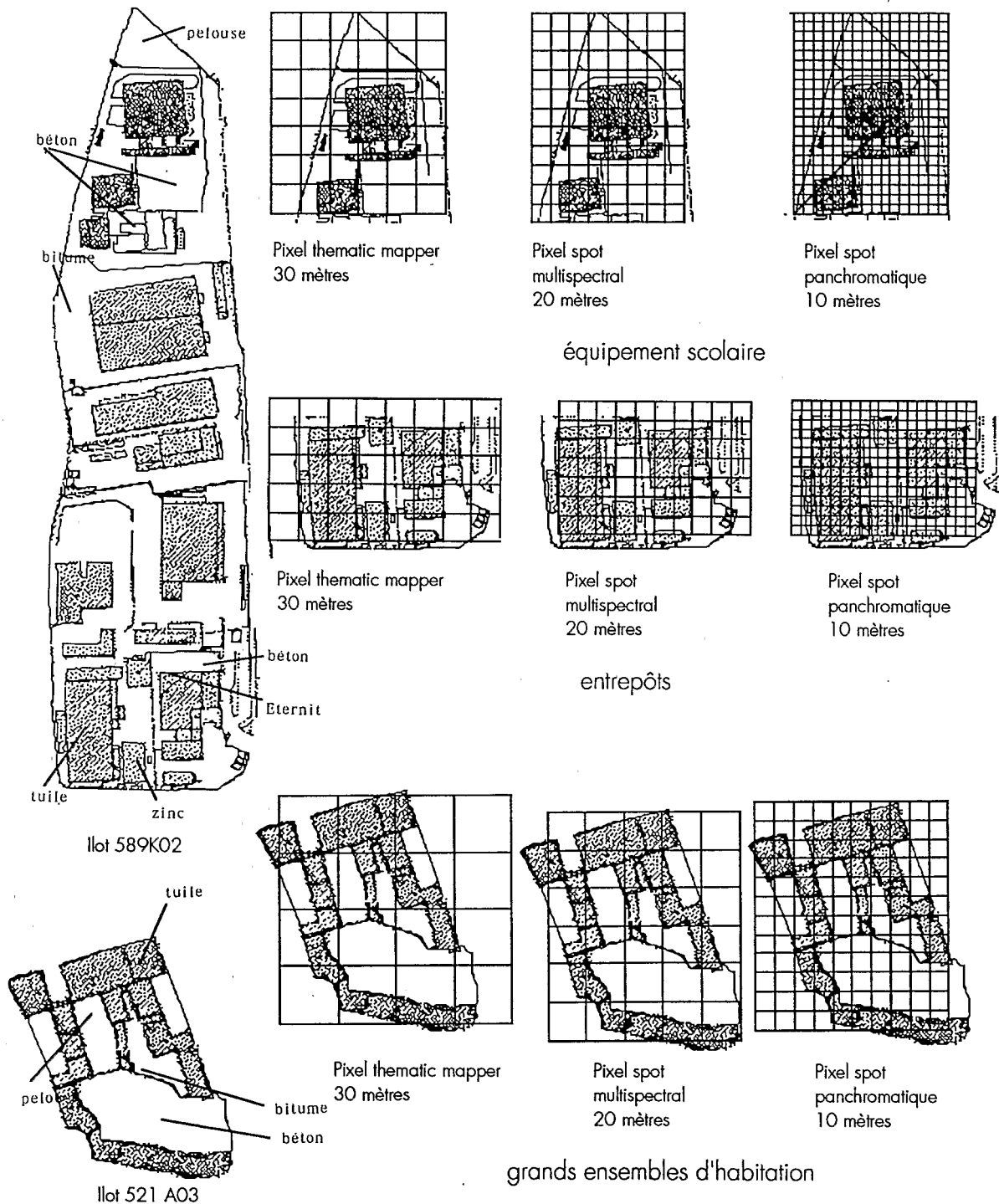


Fig. 1.— Superposition d'un quadrillage LANDSAT Thematic Mapper (30\*30 m), SPOT Multispectral (20\*20 m) et SPOT Panchromatique sur deux îlots aux fonctions distinctes (entrepôts industriels et habitations collectives).

tral en milieu pavillonnaire et centre-ville; il est relativement rare dans le canal panchromatique. En admettant que l'on connaisse avec précision la signature spectrale de *tous* les composants de l'espace urbain (en tenant compte de sa texture, de son âge, de son exposition, de sa couleur), désirer connaître la composition exacte de l'occupation du sol à l'intérieur d'un pixel revient à essayer de résoudre un système avec plus d'inconnues que d'équations: «Il n'est pas possible de déterminer pour un pixel si la valeur énergétique enregistrée est la valeur moyenne générale du pixel ou la moyenne de réflectance de deux objets très contrastés» (4). À Quito, par exemple, plus de 10 types de bâtiments sont recensés en *moyenne* par îlot, et il ne s'agit là que des différences découlant uniquement des matériaux constituant la toiture. Associer signature spectrale «mixte» et type de tissu urbain sous-entend donc qu'il existe une association de matériaux majoritaire, et très stable (en qualité de matériaux et en proportion de ces matériaux) pour un type de tissu urbain donné, ce qui ne nous semble pas évident. Par contre, il nous semble plus vraisemblable de dire que certaines associations sont préférentiellement rencontrées dans certains types de tissus urbains, ce qui n'est pas exactement la même chose.

De toutes façons, comme le montre la figure 1, même lorsque l'on considère le capteur TM de LANDSAT, il existe des pixels «purs» rendant compte d'espaces minéraux et végétaux que l'on peut considérer comme homogènes dans certains milieux: tissus industriels, grands ensembles (minéral) ou pavillonnaire (végétal).

Les pixels enregistrés en mode panchromatique sont très probablement *majoritairement* purs (5) par rapport aux éléments basiques urbains (6) quel que soit le type de tissu

(4) BALLUT A., MONTASTIER G. (1979). *Analyse de données du satellite «Landsat» sur l'agglomération parisienne (11 juillet 1976)*. Étude OPIT et IAURIF, Paris, 95 p. Cette affirmation, bien que fondée sur l'étude d'image enregistrée par Landsat MSS (pixel : 57m\*79m) demeure toujours d'actualité.

(5) On notera que la notion de pureté se définit à partir de ce que l'on considère comme élément de base, qui sont-eux mêmes indissociables d'une thématique. En ville, ils varient donc de 2 (minéral, végétal) à l'infini...

(6) On considère comme éléments basiques urbains, les différents postes que l'on a retenus dans notre nomenclature d'en-

urbain; ceux enregistrés en mode multispectral le sont certainement dans une large mesure si l'on considère les zones industrielles récentes; les grands ensembles résidentiels, ou encore les espaces pavillonnaires peu densément construits (fig. 2). Cependant se pose alors le problème de l'affectation de ce pixel à une classe, prédéfinie ou pas: comment affecter correctement un pixel «pur» de verdure au tissu urbain auquel il appartient (pavillonnaire, grand ensemble ou pavillonnaire) en se fondant uniquement sur sa signature spectrale, voire en tenant compte de la texture de son voisinage immédiat? Qu'est-ce qui différencie le toit en terrasse blanc du grand ensemble et la toiture Eternit de l'usine, le parking de l'usine et celui du grand ensemble, et ces derniers de la place bétonnée du centre-ville? Les exemples de nos expérimentations concernant Marseille et Quito l'ont montré: *en tout état de cause, il n'existe pas de relation univoque entre matériaux de la toiture seuls, ou mode d'occupation des espaces interstitiels seuls (qui explique la plus grande partie du signal) et les types de tissu urbain* auxquels ont fait appel les télédéTECTEURS qui s'intéressent aux villes. Même en se cantonnant aux villes de France, un pavillon, un immeuble d'habitation et un entrepôt peuvent être couverts par le même matériau (la tuile). La signature spectrale, même dans le cas où elle peut être reconnue avec certitude, ne peut à elle seule déterminer le type de tissu urbain. *Il existe donc au minimum une inadéquation qu'il convient de réduire entre individu et nomenclature de classification.*

## 2. Individu: le pixel?

*Une typologie du tissu urbain ou une classification des matériaux de construction?*

Si l'on considère (après calcul) que la proportion de pixels «purs» est prépondérante, une classification des différents types de matériaux de construction ou éléments de revêtement du sol peut aboutir à une bonne statistique des matériaux utilisés. Si l'hypothèse qu'il existe une relation forte entre association spatiale des matériaux et des types de revêtement de sol et un mode d'occupation du sol est vérifiée, il ne reste plus qu'à effectuer des regroupements tenant compte de l'agencement spatial de ces classes. Il est

quête au sol (voir donc les bulletins de relevés terrain). Bien évidemment, ces éléments ne sont pas invariants et dépendent de la ville que l'on observe.

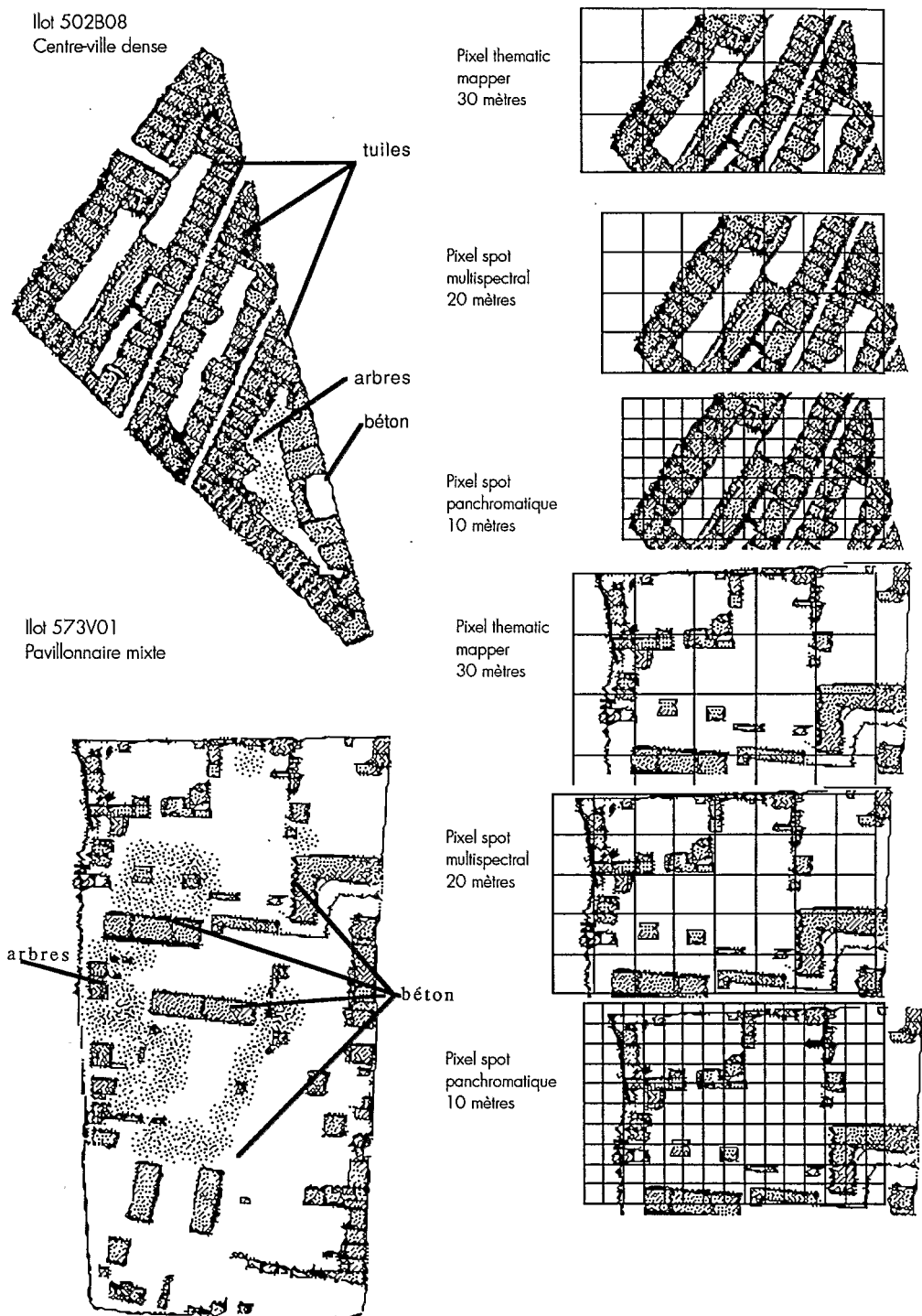


Fig. 2.— Superposition d'un quadrillage LANDSAT Thematic Mapper (30\*30 m), SPOT Multispectral (20\*20 m) et SPOT Panchromatique sur deux îlots aux fonctions semblables, mais présentant un agencement spatial distinct (habitations alignées et habitations éparées).

donc éventuellement possible d'aboutir à une véritable typologie de l'espace urbain. On conviendra aisément qu'une synthèse, sous la forme de regroupements faisant intervenir la notion d'agencement à l'intérieur d'une zone pour interpréter l'information, demeure à un moment ou à un autre inévitable.

*Raisonnement par pixel. Quelles contraintes ou sous-entendus?* C'est segmenter de façon *arbitraire* (couper un immeuble en plusieurs parties, traiter dans le même temps un morceau de gazon et un bout de trottoir) et le plus souvent *non maîtrisée* l'espace urbain, alors que justement, la ville, le quartier, l'îlot ne se conçoivent et ne se définissent que globalement en «opposition-comparaison» par rapport à l'espace contigu. «La recherche sera donc structurée par les différentes catégories de découpage observées» affirme B. Hamburger *et al.* (7); on a intérêt à connaître avec précision de quelle manière on découpe l'espace, et à quoi correspond ce découpage d'un point de vue thématique, voire stratégique, afin de définir des postes de classification qui correspondent à une réalité que l'on peut effectivement mesurer, analyser et décrire. *Contrairement au milieu naturel, le pixel ne définit pas intrinsèquement son type.* Ici apparaît alors une différence fondamentale: le pixel ne permet qu'une description fondée sur la juxtaposition des différents composants physiques de l'espace urbain, alors que la zone autorise une approche analytique du tissu urbain.

*Une typologie fonctionnelle, socio-économique, juridique ou culturelle? Une typologie inadaptée par rapport à l'outil de mesure*

Comment une mesure physique peut-elle rendre compte d'une fonction urbaine, d'une notion socio-économique, d'une culture (8)? «Chaque définition du type renvoie donc

(7) HAMBURGER B., VENARD J.-L. (1977). *Partition et infléchissement*. 120 p.

(8) «Le mouvement de l'architecture urbaine (S. MURATORI, C. AYMOMINO, A. ROSSI, G. GRASSI) met en évidence les structures de la forme urbaine comme composante essentielle de la culture et comme méthode du projet d'aménagement urbain». MERLIN P., CHOAY F. (1988). *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*, p. 676-678.

(9) MERLIN P., CHOAY F. (1988). *op. cit.*

à un champ disciplinaire et à une théorie» (9). En milieu urbain, une mesure physique de luminance ne peut renvoyer au mieux qu'à un matériau, d'où la nécessité d'introduire des informations de type textural ou topologique qui peuvent éventuellement être caractéristiques d'une fonction, ou rendre compte d'un état socio-économique. En toute circonstance, cette typologie, quelle qu'elle soit, ne peut avoir de sens que ramenée à une zone délimitée précisément en raison de cette fonction, de cet état, de cette culture; ou alors, elle doit se cantonner à la stricte observation et énumération des types de matériaux et combinaison de matériaux utilisés dans la construction ou rencontrés sur le sol de la ville.

#### *Localisation et système d'information géographique*

La compréhension du signal qui constitue une étape obligée de l'interprétation classique des images de satellite, quelque soit le milieu, n'est possible que si l'on est capable de mettre en correspondance valeurs radiométriques et informations précises concernant l'occupation du sol. Dans le cas d'une démarche «pixel» en milieu urbain, comment réaliser cette performance? Comment repérer, avec précision, la limite au sol du pixel que l'on a déterminé sur l'écran? Les milieux naturels, de par leur relative homogénéité, rendent sans fondement ces interrogations, puisqu'il suffit de délimiter un polygone à l'intérieur d'un espace homogène.

Dans le cas de notre étude de Marseille (10), l'apport du système d'information géographique SAVANE gérant à la fois les îlots de recensement et les images satellitaires Thematic Mapper a été déterminant, puisqu'il nous a permis de définir sur l'image, avec une précision connue, les contours de nos échantillons d'initialisation et de validation. À Quito, cette correspondance s'effectue au niveau d'une zone, clairement délimitée par la voirie sur une image panchromatique SPOT, ce qui limite les risques d'une mauvaise mise en correspondance et minore les effets de bordure, puisque l'on considère une zone de surface non négligeable. À l'inverse, cela revient donc à ne pouvoir choisir, pour des raisons de localisation précisément, que des sites d'entraînement et de validation

(10) Voir bibliographie de l'équipe de recherche de l'Orstom.

homogènes d'un point de vue spatial, ce qui n'est évidemment pas souhaitable pour des raisons de représentativité statistique.

Sans un système d'information géographique, il est délicat, voire impossible de localiser précisément sur le terrain le contour des sites témoins tracé sur une composition colorée LANDSAT Thematic Mapper.

Les systèmes d'information géographique localisés apparaissent de plus en plus comme les outils privilégiés de croisement de l'information en milieu urbain. Une liaison avec de tels systèmes gérant les données qui renseignent sur la ville ne peut s'effectuer que sur une zone, entité significative pour l'aménagement de la ville (îlots, quartiers, etc.), reconnue et pratiquée pour la collecte de l'information. Affecter une quelconque partie de cette somme d'informations sociale, juridique, économique, démographique, à une *partie élémentaire de l'image* ou pixel qui n'est pas du même ordre que son entité de collecte apparaît incongru, tant au niveau opératoire que thématique.

#### *Résultats, quelle validité?*

Malgré toutes ces questions posées et ces problèmes non résolus, comment expliquer les bons résultats généralement publiés (11)? Cela s'explique aisément, lorsque l'on observe de quelle manière a été souvent effectué l'échantillonnage pour l'initialisation et la validation des classifications. Généralement, l'échantillon déterminé est constitué de polygones précautionneusement *choisis* (échantillonnage raisonné) sur une composition colorée. L'apparence identique et homogène des polygones appartenant à une même classe assure une classification sans problème (du fait du rapport variance interclasse-intraclasse élevé), quel que soit le mode de classification choisi, et une validation sans surprise. Malheureusement, le mode de tirage de l'échantillon, étranger à une quelconque loi régissant les probabilités, interdit une extrapolation à l'ensemble de l'univers observé. Ces excellents chiffres ne sont évidemment valables que pour et dans cet échantillon particulier.

(11) Voir la revue bibliographique en première partie.

## **II. Plaidoyer pour une nouvelle approche dans l'élaboration des typologies urbaines**

Sur une photographie aérienne, sur le tirage à grande échelle d'une image panchromatique SPOT ou d'une composition colorée (SPOT ou TM), seul un regard sur l'ensemble des éléments constituant la ville (bâtiment, espace interstitiel, voirie) permet de caractériser les différents tissus urbains. «La ville est un tout. C'est en effet l'assemblage d'éléments isolables, parfaitement identifiables: voiries, parcellaire, bâtiments, espaces vides, etc. *Mais en même temps, l'assemblage de toutes ces parties donne au tout une dimension supplémentaire qui n'est pas perçue dans chacune des parties et qui relève justement de l'urbain*» (12). Identifier visuellement, à coup sûr, un type de tissu urbain à partir d'images de satellite fait appel à tous les aspects de l'image, *texture, structure, topologie, organisation de l'espace*, autant de notions qui n'ont une signification que *ramenées à une zone et non à un point*. Quel individu choisir lorsque l'on s'intéresse à une typologie de l'espace bâti? Bâtiment, parcelle, îlot et quartiers constituent par ordre croissant les différents niveaux de lecture que pratiquent habituellement les urbanistes. Le problème, si problème il y a, réside donc dans le choix du niveau. D'un point de vue de télédéacteur, l'individu doit posséder plusieurs qualités, principalement pouvoir être détecté et individualisé sur une image et constituer un ensemble cohérent. Du point de vue du télédéacteur, on voit que le choix ne peut se faire qu'entre îlot et quartier (au sens de zone homogène et dont l'homogénéité constitue le principal critère de distinction). Deux orientations sont alors possibles, soit un découpage de l'espace en fonction de zones homogènes (exemple: lissage de l'image dans la direction de variance locale minimale, filtres de NAGAO), soit une segmentation utilisant la voirie pour définir les individus que sont alors les îlots délimités par la voirie. Ces deux conceptions possèdent chacune des avantages et des inconvénients, dont il convient de faire rapidement l'inventaire.

(12) Extrait de BONNADONNA S. (1985). *Formes urbaines*. Étude menée dans le cadre de l'ENPC, 280 p. Dans cette étude, l'auteur tente de dégager une relation entre forme et fonction en se fondant sur l'analyse du parcellaire urbain préalablement mesuré et quantifié.

La méthode des zones homogènes propose un découpage qui a de fortes probabilités de correspondre effectivement à un espace «simple». L'apparence définit alors l'objet. On perd ici une dimension de la complexité de la ville, qui veut qu'un grand ensemble soit constitué d'une partie consacrée aux bâtiments, d'une autre réservée aux voitures, et quelquefois d'un espace vert (ces parties pouvant être spatialement séparées), concourant à la définition des types reconnus par les praticiens de l'espace urbain.

À l'inverse, la seconde conception s'expose aux inconvénients d'un découpage fondé sur une limite qui n'a pas de rapport avec le contenu et qui peut donc inclure à l'intérieur d'un même individu plusieurs espaces bien distincts d'un point de vue urbain (fonctions, usage, culture, etc.). *Il s'agit alors d'un espace «composite» dont la complexité même peut être significative d'un type urbain ou d'un tissu instable en cours d'évolution.* Les figures 3 et 4, images panchromatiques SPOT, plaident en faveur de cette conception; terrain industriel (zone 105), franges urbaines (zones 104 et 102), pavillonnaire dense (zone 264) et centre-ville (zone 259) se différencient sans ambiguïté lorsque l'on porte un regard global (prenant en compte la notion d'agencement) sur le paysage urbain. Par contre, la prise en compte des seules valeurs de pixels ne peut aboutir au mieux qu'à une typologie des matériaux de construction, des matériaux recouvrant le sol, et de leurs combinaisons.

C'est cette dernière vision globale de l'espace urbain que nous reconnaissons et qui reflète la réalité urbaine telle qu'elle existe, avec sa complexité et ses contradictions. C'est donc cette définition de l'individu qui sera retenue. «Plus précisément, c'est la dimension physique de la ville qui nous préoccupe, cette logique des espaces qui est contenue dans l'expression tissu urbain, et dont l'îlot constitue un élément déterminant» (13). L'un des avantages immédiats qui découle de ce choix réside dans la somme souvent importante des informations collectées ou regroupables à ce niveau et permettant une description très ouverte (au sens de non dirigée vers une problématique précise) de cet individu. En particulier, l'objectif démographique du programme de recherche s'accommode volon-

tiers de ce découpage, qui correspond à celui des instituts de recensement (14), comme à l'individu du premier degré du sondage simulé à Marseille et réalisé à Quito.

### III. Méthode d'élaboration d'une typologie

Nous allons maintenant suivre les différentes étapes que nécessite l'élaboration d'une typologie, étant bien entendu qu'il s'agit ici d'une *élaboration*, aucune nomenclature n'étant en principe adaptée à décrire des types et leur relation, compte tenu de l'aspect novateur de l'instrument de mesure (donc des variables), et de l'individu (15). Cette élaboration ne peut se faire que sur échantillon, le regroupement des individus ne pouvant être contrôlé et interprété que dans le cas d'effectif limité.

#### 1. Problématique

La problématique est très simple bien qu'à plusieurs niveaux. Quel type de tissu urbain peut-on définir à partir des variables que nous retenons? Quelles autres variables (informations) faudrait-il prendre en compte pour aboutir à une typologie plus communément utilisée par les aménageurs? Est-il possible d'extraire de telles informations d'une image de satellite et à quel prix (16)?

#### 2. Délimitation et partition de l'univers d'étude

En ce qui nous concerne, l'univers est délimité par la surface urbanisée couverte par la base de données intégrée de Marseille, et de façon automatique à partir d'images de satellite à Quito. Dans ces deux cas, cet univers inclut tous les types de tissu urbain déchiffrés.

La délimitation précise du territoire d'étude conditionne très fortement les types de variables issus de l'analyse

(14) Le découpage INSEE correspond aux îlots dans plus de 90% des cas.

(15) Cette partie est très largement inspirée de l'ouvrage de P. PANERAI, *Principes d'analyse urbaine*, op. cit.

(16) Au sens de durée de développement de programmes informatiques appropriés ou de temps de calcul.

(13) CASTRE J., DEPAULE J.-C., PANERAI P. (1977). *Formes urbaines: de l'îlot à la barre*. Paris: Dunod, 230 p.





Fig. 3.— Image SPOT panchromatique du 6 juin 1986 à Quito (Équateur): terrain industriel (zone 105), franges urbaines (zones 104 et 102).



Fig. 4.— Image SPOT panchromatique du 6 juin 1986 à Quito (Équateur): pavillonnaire dense (zone 264), centre-ville (zone 259).

d'images de satellite et aptes à décrire les individus. De même, il est conseillé de réduire le domaine d'étude en fonction des spécificités des différents types d'individus. Une première préclassification grossière ne peut que favoriser une discrimination plus subtile ultérieurement. En effet, ce ne sont pas les mêmes paliers ni les mêmes canaux qui sont les plus discriminants, suivant que l'on s'intéresse à un milieu à dominante plutôt urbaine ou plutôt agricole.

### 3. Échelle de l'analyse

La taille du pixel (100, 400, 900 m<sup>2</sup>) fixe un seuil minimal de finesse de la nomenclature en dessous duquel il est illusoire de travailler, compte tenu de la taille des objets urbains que l'on peut distinguer. *En fait, le choix de l'échelle à laquelle on observe les individus influence considérablement le genre de type que l'on peut définir* (il en interdit certains, en favorise d'autres). Pratiquement, il est délicat de travailler à une échelle supérieure à 1/15 000 lorsque l'on a acquis une image panchromatique SPOT. On notera avec intérêt que cette échelle correspond à celles des documents graphiques utilisés dans le cadre des schémas directeurs.

### 4. Outils de mesure et variables

L'outil de mesure est ici le capteur (TM de LANDSAT ou HRV de SPOT) qui mesure la luminance des objets regroupés dans un pixel. À chaque individu (îlot), on peut donc associer un histogramme des valeurs radiométriques dans les différents canaux du spectre. De plus, l'agencement spatial des pixels constituant l'îlot doit être pris en compte. On parle alors de *texture*.

Certains éléments urbains comme les bâtiments possèdent des formes et se répartissent dans l'espace d'une façon souvent caractéristique et peuvent aider à attribuer une fonction à la zone qui les inclut. Il est donc souhaitable de chercher à caractériser les îlots à l'aide de variables qui décrivent précisément morphologie et topologie. Les possibilités de visées obliques du satellite SPOT laissent présager, dans un avenir proche, la disponibilité d'une information concernant la hauteur des bâtiments. Une évaluation de la hauteur du bâti en seulement trois postes permettrait sans aucun doute de lever l'ambiguïté quant à la fonction du bâtiment, et par conséquent faciliterait une

détermination du type de tissu urbain auquel il appartient. De ces trois grands types d'informations (luminance, texture-structure, topologie-volume), certains ne peuvent évidemment prendre cohérence qu'au niveau où ils sont détectables visuellement, c'est-à-dire au minimum (spatialement parlant) au niveau d'une zone. Le premier type d'information est généralement considéré comme le mieux connu, cependant peu de travaux considèrent comme individu une zone. Ils n'ont donc pu résoudre le problème de sa caractérisation. Pour notre part, nous avons opté pour une caractérisation de la distribution des valeurs radiométriques dans les différents canaux en faisant appel aux *quantiles* qui sont définis sur la base d'une équipopulation à un niveau global (17). Cette caractérisation constitue à nos yeux un juste milieu entre une information trop riche et donc trop lourde à manipuler (problèmes informatiques) et une information trop floue pour espérer classer nos individus de façon thématiquement intéressante.

Plusieurs paramètres ont été mis au point pour rendre compte de la texture (matrice de co-occurrences de niveaux de gris, autocorrélation spatiale, variogramme, transformée de Fourier...); cependant ces variables, qui possèdent un fort pouvoir discriminant, font appel à des méthodes d'élaboration trop lourdes à mettre en œuvre dès lors qu'il s'agit de caractériser autant d'individus (plusieurs milliers), ici les îlots. Aucune réponse satisfaisante n'a pu être apportée à ce sujet. Nous nous contentons donc, pour apprécier la texture d'un individu, d'indications concernant la distribution (quantiles) de l'écart-type local dans le canal panchromatique.

Quant aux informations susceptibles de renseigner sur la forme, l'agencement ou la hauteur d'objets urbains (bâtiments essentiellement), la littérature n'en fait à notre connaissance aucunement écho. Dans ce domaine, tout reste encore à définir et à développer...

(17) Cela signifie que, tous individus confondus, les effectifs de chaque quantile sont égaux. Ce n'est certes pas une définition optimale des seuils des quantiles, et il serait préférable de fixer ces seuils en tenant compte de valeurs radiométriques significatives d'un point de vue thématique, prenant en compte les signatures spectrales des matériaux.

## 5. Méthode de classement

Dans un premier temps, il serait hasardeux de mettre en œuvre une méthode de classification supervisée. En effet, une telle démarche supposerait qu'il existe une vision privilégiée de l'espace urbain, quelles que soient l'approche ou la méthode suivies, ce qui serait pour le moins réducteur, ou faux. Le «nouvel» instrument de mesure que constituent les capteurs HRV ou TM, la définition d'un individu complexe, permettent d'envisager une approche fondée sur des concepts a priori différents, mais qu'il reste justement à définir. Pour ce faire, il convient de regrouper tous les individus qui se ressemblent le plus suivant des critères au préalable clairement définis (une distance par exemple), en opposition avec ceux dont ils se distinguent le plus, ce qui permet de définir un certain nombre de critères de différenciation (ou propriétés). Il est conseillé de mettre de côté les individus qui semblent n'appartenir à aucune des familles qui apparaissent ou qui, à l'inverse, peuvent appartenir à plusieurs de ces familles.

## 6. Élaboration des types et thématique

Aucune nomenclature précise ne peut être fixée dès le départ: «l'objet urbain n'est pas abstrait, universel, idéal, typique, mais concret, localisé et spécifique» (18); seules demeurent les limites imposées à la fois par les variables (et donc l'outil de mesure) et le type d'individus. Compte tenu du choix que nous avons effectué (individus, variables), c'est bien à une description du *tissu urbain* que nous désirons aboutir.

Décrire précisément, puis énumérer de façon la plus exhaustive possible les propriétés communes aux individus qui appartiennent à un même groupe, essayer de définir un archétype pour chaque classe, telles sont les étapes obligatoires de la définition des types, qui débouchera alors logiquement sur la présentation de la nomenclature retenue. Cette nomenclature orientera les axes thématiques, qu'il sera possible d'explorer. Cependant, même lorsque l'on s'appuie sur un instrument de mesure précis, il ne faut pas

(18) MERLIN P., CHOAY F., *op. cit.*

(19) ANTOINE P. *et al.*, *Op cit.*

oublier que «toute typologie de l'habitat demeure empreinte de subjectivité et que les frontières entre les différents types d'habitat demeurent très floues» (19).

## Conclusion

L'exploration méthodologique d'îlots décrits par des variables caractérisant leurs distributions radiométriques n'est pas contradictoire avec une étude poussée des signatures spectrales des matériaux utilisés en milieu urbain. Les deux conceptions qui semblent s'affronter (pixel et zone) sont plus complémentaires que contradictoires. En effet, une meilleure connaissance des signatures spectrales des matériaux ne peut que préciser les seuils thématiquement pertinents dans les différentes bandes spectrales; une étude des rapports entre matériaux de construction et usages du sol oriente vers la constitution de typologies, de même que l'étude des distributions spectrales des îlots tend à améliorer la connaissance de l'organisation spatiale détectable par imagerie satellitaire.

Par contre, il devient urgent de mettre au point des mesures précises et peu coûteuses de texture-structure et d'indications topologiques à partir d'images de satellite, plus particulièrement à partir d'images panchromatiques SPOT, particulièrement bien adaptées à la description de zones urbaines.

*Manuscrit déposé en mars 1989*

## Références

*Travaux de l'équipe de recherche de l'Orstom*

DUREAU F. (1986). *À propos du traitement informatique de données localisées. Une expérience en cours: télédétection et observation des populations urbaines.* Paris: Orstom, numéro sur le traitement des données localisées, coll. «Colloques et séminaires», p. 263-286.

DUREAU F. (1988). *À propos de l'analyse des systèmes résidentiels. À propos de l'enquête migrations réalisée à Quito (Équateur) en décembre 1987.* Communication présentée au colloque «Migration, changements sociaux et développement», Orstom, Paris 20-22 septembre 1988, 17 p.

- DUREAU F., BARBARY O., LORTIC B., MICHEL A. (1988). *Utiliser la télédétection spatiale pour produire rapidement des données démographiques en ville. L'exemple de Quito (Équateur)*. Communication soumise au colloque ISTED, Lyon, 1988.
- DUREAU F., LORTIC B., MICHEL A., SOURIS M. (1987). *Télédétection et système d'information géographique*. Communication au Forum international de l'instrumentation et de l'information géographiques, Lyon, 10-13 juin 1987, 15 p.
- MICHEL A., DUREAU F., LORTIC B., SOURIS M. (1987). *Mise au point des méthodes d'analyse des images satellite à haute résolution et évaluation des informations fournies par ces images. 1: Étude statistique du descripteur «densité du bâti». Présentation des classifications. 2. Mise en évidence des réseaux routiers sur une image SPOT panchromatique. Étude de faisabilité sur Quito (Équateur)*. Paris: Service technique de l'urbanisme, Bilan sur la télédétection urbaine en France, octobre 1987.
- MICHEL A., EBERHARD J.-M., LORTIC B., DUREAU F. (1987). *El uso de la teledetección para la observación de las poblaciones urbanas. Investigación en curso en Quito (Ecuador)*. Communication au II Simposio Latinoamericano sobre sensores remotos, Columbia, Bogota, 16-20 novembre 1987, 34 p.
- MICHEL A., EBERHARD J.-M., LORTIC B., DUREAU F. (1987). *L'utilisation de la télédétection pour l'observation des populations urbaines. Une recherche en cours à Quito (Équateur)*. Communication au colloque SPTO, Paris, 23-27 novembre 1987, 9 p.
- MICHEL A., EBERHARD J.-M., LORTIC B., DUREAU F., SOURIS M. (1988). *Segmentation et classification sur une image satellite SPOT en milieu urbain. Application à la ville de Quito (Équateur)*. Communication au colloque PIXIM 88, Paris, 24-28 octobre 1988, 17p.
- SOURIS M. (1987). *A geografic information system with relational architecture: principles and example of use of the TIGER system*. Communication à la Primera conferencia latinoamericana sobre informatica en geografía, San José, Costa Rica, 5-9 octobre 1987, 20 p.

#### Bibliographie sélective

- BALLUT A. (1979). *Les limites de la télédétection en milieu urbain*. Paris: EHESS, thèse de 3<sup>e</sup> cycle.
- BALLUT A., LECUP J., LENCO M. (1985). *Traitement en classification supervisée de l'occupation de l'espace de l'image Ile-de-France du 23/3/1973 sur station précâblée active, utilisation d'image satellite pour décrire l'état et le suivi de l'occupation du sol et de la végétation en Ile-de-France*. Paris: IAURIF, p. 22-52.
- DE KEERSMAECKER M.-L. (1987). *Étude par télédétection des quartiers résidentiels en milieu urbain: la détermination de leurs caractéristiques socio-économiques*. Actes du colloque FI3G, juin 1987, p. 517-528.
- LAPORTE J.-M. (1983). *Étude de la texture sur des simulations d'image du satellite de télédétection SPOT*. Paris: Université de Paris VII, thèse de 3<sup>e</sup> cycle.
- NAGOA M., MATSUYAMA T. (1980). *A structure analysis of complexe aerial photographs*. New York and London: Plenum Press, 199 p.
- PEDRON C. (1988). *Intégration des données SPOT à un système d'informations géocodées*. Acte du colloque SPOT 1, utilisation des images, bilan, résultats, Paris, novembre 1987. Toulouse: Sepadu-Édition, p. 515-530.
- RIMBERT S. (1982). *Expérience CNES 81/0208*. Rapport APT CNRS n°1080, LTC Strasbourg, 30 p., fig.

Vient de paraître au GIP RECLUS:

## **Les services de réseaux en France: intercommunalité, modes de gestion, 58 cartes en couleur**

**Aliette Delamarre, Franck Auriac, François Durand-Dastès**

Résultat du travail d'un des groupes de recherche du GIP RECLUS, réalisé à partir d'un traitement cartographique de données communales exhaustives, notamment celles de l'*Inventaire communal* de l'Insee. Les auteurs essaient de répondre à quelques grandes questions concernant la place de l'intercommunalité, le partage du «faire» et du «faire-faire» selon les services et les milieux géographiques, l'articulation entre les modes d'organisation des services et le cadre de leur gestion. Avec la volonté de fournir un cadre ordonné d'informations pouvant guider le choix d'enquêtes ultérieures pour approfondir les recherches.

1992, 29,7x21, 24 p. couleur; 58 cartes, 9 graphiques, 5 tableaux; ISBN 2-86912-043-3 (80F)