

# ESSAI DE DISCRIMINATION DU TISSU URBAIN PAR SEGMENTATION D'IMAGE <sup>(1)</sup>

**Bénédicte COLLETTE\***

**Jean-Paul DONNAY\***

**Istvan NADASDI\***

**RÉSUMÉ** *La segmentation est une technique qui, appliquée à l'imagerie satellitaire, permet une détermination zonale des affectations, plutôt que la traditionnelle classification pixel par pixel. Cette détermination zonale correspond davantage aux informations utiles, en urbanisme par exemple. C'est dans cette optique que la méthodologie a été appliquée à l'image d'Aix-la-Chapelle (Aachen), pour y discerner différents types d'urbanisation, selon la densité ou la période d'édification.*

**ABSTRACT** *Image segmentation is a technique which, if applied to remote sensing, allows zonal land use determination instead of the pixel by pixel land cover resulting from standard classification. For many applications, in town planning for instance, this zonal approach seems to be more useful. The methodology has been applied accordingly to an image of Aachen, with the view to distinguishing between different types of urban landscapes with respect to their age or density.*

**RESUMEN** *Aplicada a las imágenes satelitarias, la técnica de segmentación permite una determinación zonal en vez de la clasificación tradicional pixel por pixel. Tocante, por ejemplo, al urbanismo, dicha determinación zonal corresponde mejor a las informaciones útiles. Desde esta perspectiva, se aplica aquí la metodología a la imagen de Aquisgrán (Aachen) para distinguir varios tipos de urbanización según la densidad o época de edificación.*

• AIX-LA-CHAPELLE • IMAGE SATELLITE  
• SEGMENTATION D'IMAGE • URBANISATION

• AACHEN • IMAGE SEGMENTATION •  
SATELLITE PICTURE • URBANIZATION

• AQUISGRÁN • IMAGEN SATELITARIA •  
SEGMENTACIÓN DE IMAGEN •  
URBANIZACIÓN

Les classifications des pixels sur base des seuls critères radiométriques s'avèrent peu efficaces lorsqu'il s'agit de définir des ensembles homogènes, en particulier au sein du tissu urbain. Les techniques de morphologie mathématique appliquées à la segmentation d'image permettent la mise en évidence du thème examiné en distinguant des entités aux textures différentes. Dans le cadre de ce travail, nous avons choisi d'associer la capacité de discernement de la segmentation et la simplicité des classifications classiques, en appliquant la première au paysage urbain et la seconde au paysage rural.

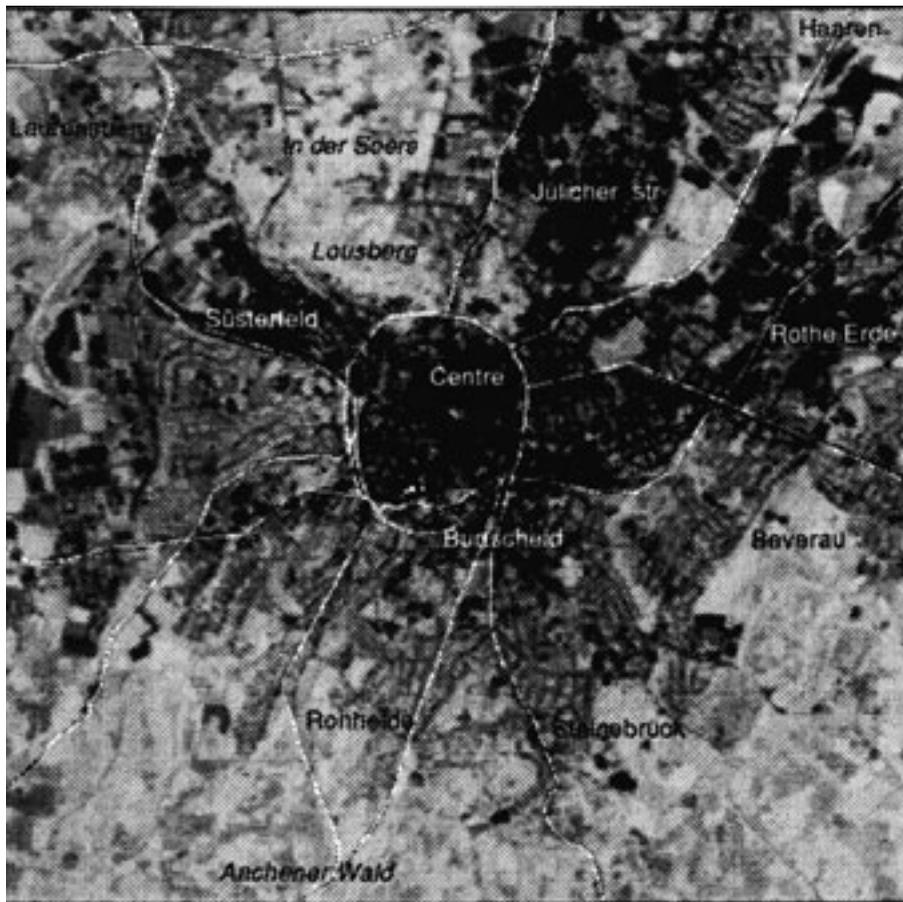
L'image traitée est un extrait de 256 x 256 pixels d'une scène Landsat Thematic Mapper du 20 août 1989, qui couvre la ville d'Aix-la-Chapelle (Allemagne) et son agglomération. Cette

ville, dont la population est proche de 250 000 habitants, possède un tissu urbain diversifié et une organisation lisible, résultat de son développement historique. La composition colorée réalisée au départ des fichiers TM 4, 3, 2 est présentée à la figure 3.

## Méthode

L'application présentée dans le cadre de cette étude résulte de deux types de traitements. Le premier, consistant en une classification supervisée de l'image par maximum de vraisemblance, distingue les trois classes suivantes: bois (feuillus et conifères), rural non forestier (cultures, prairies et sols nus), urbain (habitat et industries).

\* SURFACES (Service Universitaire de Recherches Fondamentales et Appliquées en Cartographie et en Études Spatiales, Centre de Recherches de la Faculté des Sciences), Département de Géographie, Université de Liège, 7 place du XX août, Belgique.



## 1. Indice normalisé de végétation sur l'agglomération d'Aix-la-Chapelle

Source: Landsat TM (197-25), 20 août 1989.

© ESA/Eurimage 1990.

Échelle 1/64 000.

Parallèlement, l'image a été soumise au processus de segmentation qui conduit à une division de l'image en un ensemble de régions disjointes, de propriétés jugées constantes et séparées par des frontières franches. L'algorithme conçu à cet effet traite un seul fichier d'entrée, dont l'information doit permettre l'identification de différents types d'urbanisation. Pour l'application à l'image d'Aix-la-Chapelle, c'est l'indice de végétation normalisé (connu sous le sigle anglophone NDVI) qui a été employé (fig. 1), fournissant, pour chaque pixel, un indicateur de l'activité chlorophyllienne. La méthode de segmentation utilisée est la propagation sur les érodés ultimes qui procède des étapes suivantes.

- Tout d'abord, on réalise une image des contrastes par application d'un gradient morphologique sur l'image NDVI, suivie d'un filtrage du type «chapeau haut de forme». Cette image des contrastes est seuillée pour obtenir un masque binaire et

celui-ci est soumis à diverses transformations morphologiques (filtre majoritaire, continuité de linéarité, squelettisation des contours ...). Au terme de ce processus, on obtient une première division zonale de l'image où chaque zone possède une frontière d'épaisseur unitaire et un identificateur propre.

- Chaque zone est ensuite érodée jusqu'à l'obtention de son ou de ses érodés ultimes. Il s'agit d'effectuer des érosions successives et d'arrêter le processus juste avant la suppression de la zone. Une zone possède plusieurs érodés ultimes si sa frontière est non convexe, auquel cas l'algorithme attribue un nouvel identificateur à chacun de ses érodés ultimes. Notons qu'à la suite des érosions successives, les bords de l'image sont rendus non significatifs sur une largeur de 2 pixels.

- Les zones sont enfin reconstruites par dilatation, soit au départ de leur érodé ultime unique, soit à partir de noyaux de pixels englobant leurs multiples érodés ultimes. Dans ce

second cas, les noyaux sont identifiés lors de l'érosion qui assure l'individualisation du dernier érodé ultime au sein d'une zone. On trouvera un exposé détaillé des options de cette procédure dans Collette B. (1990) (fig. 2).

## Résultats et interprétation

Au total, quelque 500 ensembles urbains, dont 150 couvrent une surface jugée suffisante (30 pixels TM soit 2.7 ha) ont été mis en évidence par la segmentation d'image. Ils ont ensuite été rassemblés en 5 catégories de tissus urbains, censées traduire une densité bâtie décroissante, de très forte (classe 1) à très faible (classe 5).

La carte de la figure 4 représente la combinaison des 5 classes de tissus urbains issues de la segmentation (postes 1 à 5 de la légende, par densité bâtie décroissante) et les 2 catégories

rurales obtenues par la classification supervisée et inchangées par la procédure de segmentation (respectivement: rural non forestier et bois pour les postes 6 et 7 de la légende).

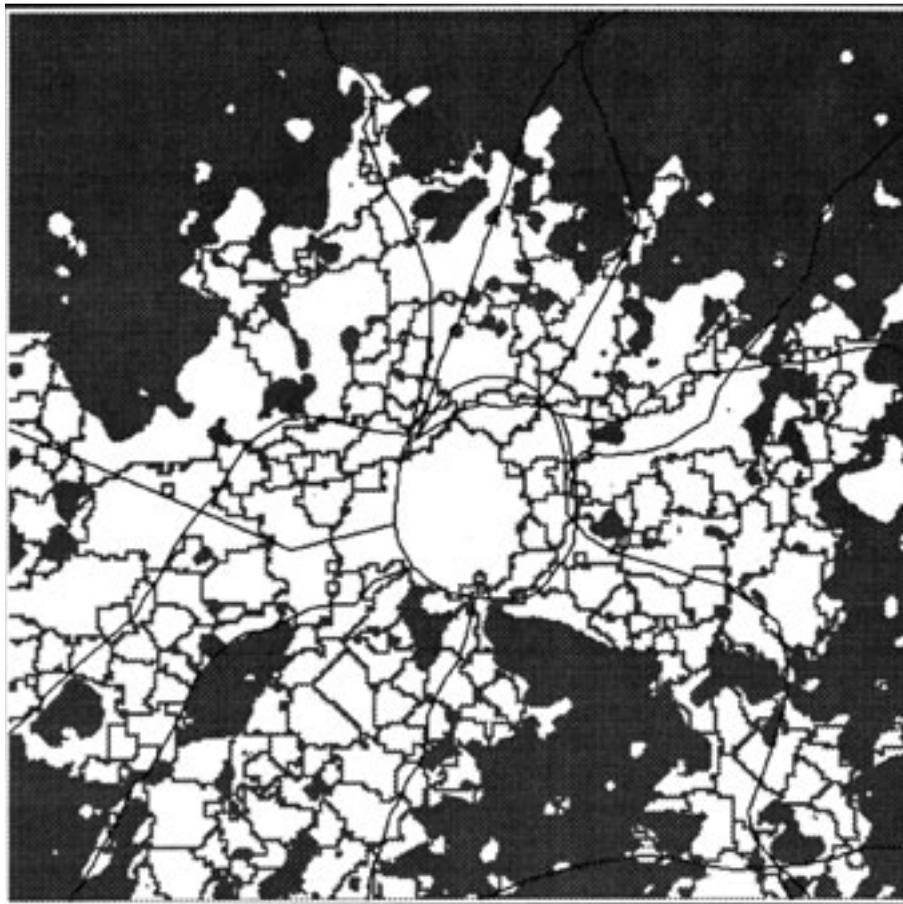
- *Structure de l'agglomération*

L'organisation de l'agglomération d'Aix-la-Chapelle est caractérisée par une dissymétrie entre la partie septentrionale et la partie méridionale. Au sud, on observe une organisation auréolaire, partiellement perturbée par la présence de vallées et de voies de communication qui leur sont associées. Dans le nord prévaut une organisation sectorielle puissante, traduisant les aptitudes physiques du site ou la disposition des bandes d'infrastructures.

Il est possible de discerner également une asymétrie est-ouest, la partie orientale de l'agglomération ayant connu une urbanisation plus ancienne et plus intense que la partie occidentale. Il faut également souligner le rôle des coupures urbaines constituées par les lignes de chemin de fer et cinq gares incluses dans le tissu urbain et proches du centre.

- *Résultat de la segmentation après regroupements*

La classe de très forte densité bâtie rassemble deux réalités différentes. La première est constituée par la ville historique et ses premières extensions vers l'est, englobant le Steffen, le Rehm et le Frankenbergerviertel, auxquelles s'ajoutent l'ancienne commune de Burtscheid au sud et la NizzaAllee au nord-ouest. Pour l'essentiel, cet ensemble correspond à l'espace urbanisé avant la première guerre mondiale, caractérisé par une occupation continue des sols et par des immeubles à deux ou trois niveaux à vocation résidentielle, de services ou plus rarement de production. D'autre part, cette classe comprend aussi les grands terrains industriels (Rothe Erde au nord-est, Jülicher Strasse avec le pôle technologique au nord et Susterfeld à l'ouest).

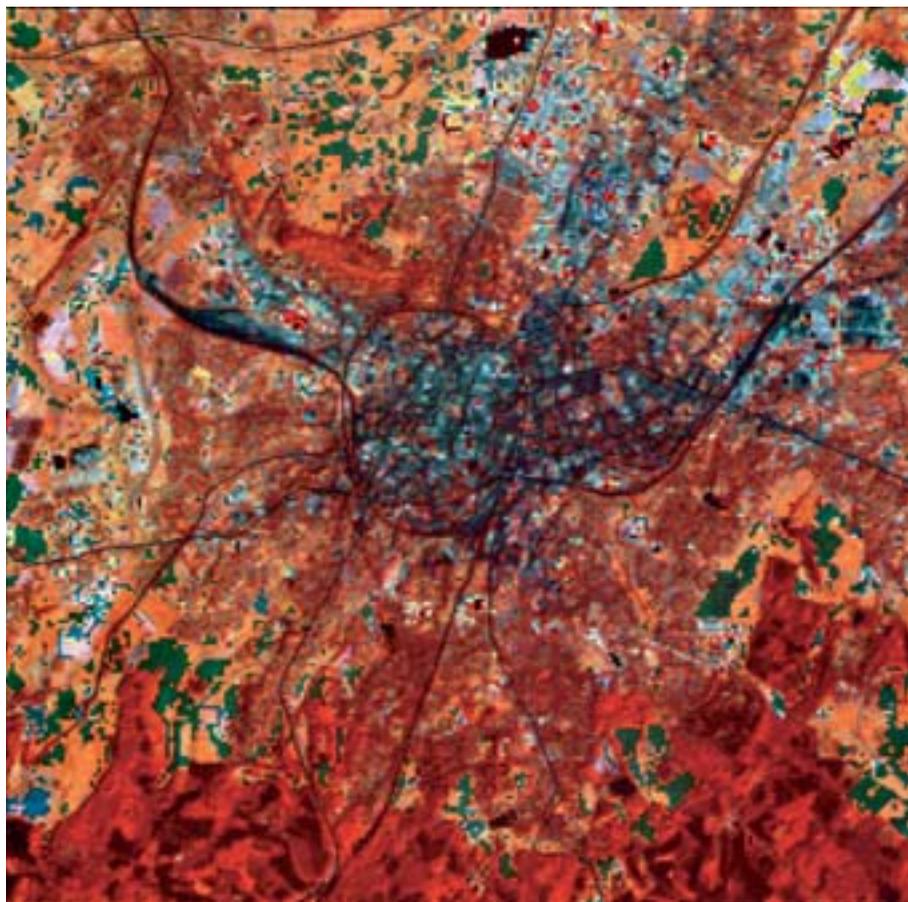


## 2. État de la segmentation de l'image, avant regroupements

Échelle 1/64 000.

La seconde classe correspond à l'extension urbaine réalisée le long des chaussées radiales, suivie de remplissage de l'espace interstitiel. L'implantation en ordre serré domine encore, et la trame urbaine est caractérisée par une augmentation progressive de la taille des îlots vers l'extérieur et une réduction du nombre de niveaux des immeubles. Il s'agit donc d'un tissu urbain mixte à densité moyenne, connaissant surtout un développement dans l'est de la ville, entre les chaussées de Jülich et de Trèves, et de manière moindre dans l'ouest, lié à l'implantation de l'École polytechnique de Rhénanie-Westphalie.

Les classes 3, 4 et 5 traduisent des zones résidentielles en ordre lâche, composées essentiellement de maisons familiales et, plus rarement, de petits immeubles collectifs. L'occupation résidentielle diminue au profit de la végétation. Ce mode d'occupation caractérise l'ouest (Hörn et Königshügel) et le sud (Roonheide, Steinebrück et Beverau) de l'agglomération.



Source: Landsat TM (197-25)  
20 août 1989.

© ESA/Eurimage 1990.

Échelle 1/63 000.

### 3. Composition colorée en fausses couleurs d'Aix-la-Chapelle

Il rassemble également quelques localités de banlieue, faisant aujourd'hui partie de la ville d'Aix-la-Chapelle (Laurensberg). Ces zones sont proches des frontières belge ou néerlandaise; leur occupation, qui a débuté vers 1920, ne s'est accélérée qu'après la seconde guerre mondiale.

#### Conclusions

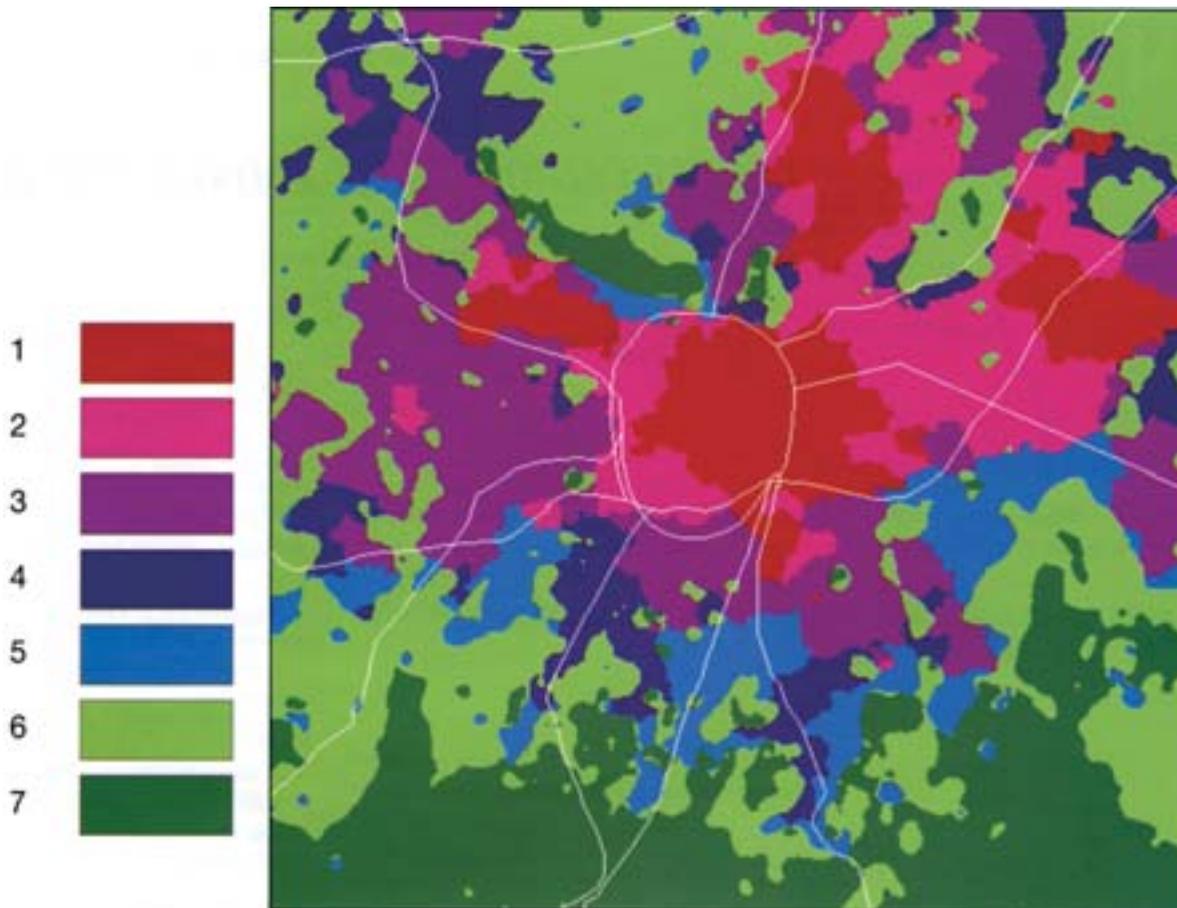
La segmentation d'image par propagation sur les érodés ultimes corrige partiellement les insuffisances des cartes d'inventaire issues de classifications des pixels sur base de leurs seules propriétés radiométriques. La carte obtenue par segmentation montre les résultats d'une discrétisation de l'intensité du bâti. Le découpage géographique et la qualification typologique obtenus sont confortés par les observations de la réalité. La carte de structure remplace et complè-

te la carte d'inventaire simple; ses possibilités d'utilisation, notamment dans le domaine de la réalisation des schémas directeurs, s'en trouvent améliorées.

#### Références bibliographiques

- COLLETTE B., 1990, «Segmentation d'image par propagation sur les érodés ultimes. Application à l'imagerie satellitaire», *Bulletin de la Société Belge de Photogrammétrie, Télédétection et Cartographie*, vol. 179-180, pp. 21-33.
- COSTER M. et CHERMANT J.L., 1989, *Précis d'Analyse d'Images*, Presses du CNRS, Paris, 560 p.
- SCHREIBER Th., 1981, «Aachen», *Informationen und Materialien zur Geographie der Euregio MaasRhein*, n° 9, Aachen, pp. 1-24.

(1) L'étude a été effectuée dans le cadre du «Programme de recherche scientifique dans le domaine de la télédétection spatiale» (TELSAT/II/06) pour le compte de l'État belge.



#### 4. Combinaison de la segmentation des zones urbaines et de la classification des zones rurales périphériques

Intitulés des affectations:

1. Densité bâtie très forte - 2. Densité bâtie forte - 3. Densité bâtie moyenne - 4. Densité bâtie faible - 5. Densité bâtie très faible - 6. Rural non forestier - 7. Bois.

Échelle 1/63 000.

<p>Collection Dynamiques du territoire</p> <p><b>2</b></p> <p><b>STRATÉGIES DES MULTINATIONALES</b></p> <p><b>Cl. Dupuy, Ch. Milelli, J. Savary</b></p>  <p>Reclus - La Documentation Française</p>	<p><i>Atlas mondial des firmes multinationales</i></p> <p>Le second volume de l'<i>Atlas mondial des firmes multinationales</i>, dont le premier est paru l'an passé, vient d'être publié en coédition avec la Documentation Française, dans la collection «Dynamiques du territoire», sous le titre <i>Stratégies des multinationales</i>. Rédigé principalement par l'équipe des économistes du LEREP de Toulouse (J. Savary et Cl. Dupuy) avec la collaboration de Ch. Milelli, il propose une série d'analyses et d'exemples originaux sur les firmes dans leur espace d'accueil, et sur leurs stratégies territoriales.</p> <p>On y trouve une histoire des groupes français et de leurs stratégies, et des chapitres sur l'offensive des constructeurs japonais aux Etats-Unis, les investissements japonais en Europe, les groupes français au Brésil, les groupes chimiques étrangers en France, les groupes britanniques en France, les multinationales étrangères dans le grand Sud-Ouest, les firmes coréennes dans le Monde, et trois monographies sur Michelin, IBM et Ford. La conclusion porte sur la globalisation des stratégies.</p> <p>Bibliographie, 219 pages, 114 cartes, 18 graphiques et 30 tableaux, le tout entièrement en quadrichromie. Un ouvrage entièrement original, et combien précieux en ces temps de grands redéploiements. Prix: 210 F.</p>
--	--