Sud-Ouest européen

33 (2012)
Les Observatoires Hommes-Milieux

Samuel Robert et Jacques Autran

Décrire à grande échelle l'occupation des sols urbains par photo-interprétation. Réflexion méthodologique et expérimentation en Provence

Avertissement
Le contenu de ce site relève de la législation française sur la propriété intellectuelle et est la propriété exclusive de l'éditeur.
Les œuvres figurant sur ce site peuvent être consultées et reproduites sur un support papier ou numérique sous réserve qu'elles soient strictement réservées à un usage soit personnel, soit scientifique ou pédagogique excluant toute exploitation commerciale. La reproduction devra obligatoirement mentionner l'éditeur, le nom de la revue, l'auteur et la référence du document.
Toute autre reproduction est interdite sauf accord préalable de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France.

revues.org

Revues.org est un portail de revues en sciences humaines et sociales développé par le Cléo, Centre pour l'édition électronique ouverte (CNRS, EHESS, UP, UAPV).

Référence électronique
Samuel Robert et Jacques Autran, « Décrire à grande échelle l'occupation des sols urbains par photo-interprétation. Réflexion méthodologique et expérimentation en Provence », *Sud-Ouest européen* [En ligne], 33 | 2012, mis en ligne le 09 décembre 2013, consulté le 25 février 2014. URL : http://soe.revues.org/193

Éditeur : Presses universitaires du Mirail
http://soe.revues.org
http://www.revues.org

Document accessible en ligne sur : http://soe.revues.org/193
Ce document est le fac-similé de l'édition papier.
© PUM

SUD-OUEST EUROPÉEN
N° 33, p. 25-40, Toulouse, 2012

DÉCRIRE À GRANDE ÉCHELLE L'OCCUPATION DES SOLS URBAINS PAR PHOTO-INTERPRÉTATION. RÉFLEXION MÉTHODOLOGIQUE ET EXPÉRIMENTATION EN PROVENCE

Samuel Robert *, Jacques Autran**

RÉSUMÉ *– L'objectif de cet article est de participer au débat sur la conception de bases de données d'occupation des sols à grande échelle sur les espaces urbains et périurbains. L'article porte sur la photo-interprétation de photographies aériennes et propose une comparaison entre deux approches : l'une fondée sur l'identification puis la numérisation manuelle de zones homogènes d'occupation des sols en fonction d'une nomenclature déterminée ; l'autre basée sur l'affectation des classes de cette même nomenclature à des entités spatiales déjà disponibles sous forme numérique, les parcelles cadastrales. Une expérimentation menée sur Gardanne, commune périurbaine située entre Marseille et Aix-en-Provence, permet de montrer l'intérêt de la première approche et les limites techniques et conceptuelles de la seconde.*

OCCUPATION DES SOLS – PHOTO-INTERPRÉTATION – GRANDE ÉCHELLE – ESPACES URBAINS – PARCELLAIRE CADASTRAL

ABSTRACT *– USING PHOTO INTERPRETATION TO ASSESS THE USES OF PLOTS ON A LARGE SCALE: SOME METHODOLOGICAL THINKING PLUS A TEST IN PROVENCE This paper is a contribution to the running debates about how to frame accurate land cover databases on a large scale, for urban and suburban areas. It investigates the use of photo interpretation for aerial photographs, and offers a comparison between two approaches. One of these, first, characterises polygons as homogeneous pieces of land cover, with reference to a preset standard classification, then manually digitizes them. The second approach is based on the attribution of land cover information to existing digitized spatial units, i.e. a digital cadastral database. An experiment was performed in Gardanne, a city belonging to the metropolitan area of Marseilles (southern France), and it showed that the first approach provides better results than the second one, which appeared to be flawed by several conceptual and technical limitations.*

LAND COVER – PHOTO INTERPRETATION – LARGE SCALE – URBAN AREAS – LAND REGISTER

RESUMEN *– DESCRIBIR A GRAN ESCALA LA OCUPACIÓN DE SUELOS URBANOS POR FOTO-INTERPRETACIÓN. REFLEXIÓN METODOLÓGICA Y EXPERIMENTACIÓN EN PROVENCE. El objetivo de este artículo es participar en el debate sobre la concepción de bases de datos de ocupación de suelos en gran escala sobre espacios urbanos y periurbanos. El artículo trata de la fotointerpretación de fotos aéreas y propone una comparación entre dos enfoques : uno fundado en la identificación y después la digitalización manual de zonas homogéneas de ocupación del suelo en función de una nomenclatura determinada ; la otra basada en la afectación de clases de esta misma nomenclatura a entidades espaciales ya disponibles en forma digital, las parcelas catastrales. Una experiencia llevada a cabo en Gardanne, municipio periurbano situado entre Marseille y Aix-en-Provence, permiten mostrar el interés del primer enfoque y los limites técnicos y conceptuales del segundo.*

OCUPACIÓN DE LOS SUELOS – FOTOINTERPRETACIÓN – GRAN ESCALA – ESPACIOS URBANOS – CATASTRO

* Chargé de recherche CNRS/Aix-Marseille Université, ESPACE, UMR 6012, Faculté des sciences de Luminy, Case 901, 163 avenue de Luminy, 13288 Marseille Cedex 9, samuel.robert@univ-amu.fr.
** Chercheur ENSA Marseille, École Nationale Supérieure d'Architecture de Marseille, Laboratoire ABC, Case 924, 184 Avenue de Luminy, 13288 Marseille Cedex 9

Introduction

Depuis une vingtaine d'années, les systèmes d'information géographique et les bases de données à références spatiales ont profondément modifié la connaissance et la gestion des territoires (Gonzàlez *et al.*, 2011 ; Brossard et Wieber, 2008 ; Gourmelon et Robin, 2005 ; Laurent et Thinon, 2005 ; Joliveau, 2004). Pour des opérations courantes de planification, de suivi des dynamiques économiques, sociales et environnementales, de renseignement des services et des citoyens, de même que pour des études prospectives sur les devenirs possibles des territoires, l'emploi de données numériques décrivant l'espace géographique est devenu une banalité. Parmi les données incontournables, l'occupation des sols constitue une composante sur laquelle un grand nombre d'attentes sont formulées. Pour les milieux urbains, caractérisés par une grande complexité paysagère, les questions de précision thématique (conformité au terrain de l'information fournie) et spatiale (finesse de la délimitation des zones d'occupation des sols) sont au cœur des besoins exprimés par la grande majorité des utilisateurs. Avec la multiplication des données de télédétection à haute résolution et des traitements d'image associés, de nombreux travaux ont d'ores et déjà permis d'apporter des avancées majeures (Aitkenhead et Aalders, 2011 ; Myint *et al.*, 2011 ; Bhaskaran *et al.*, 2010 ; Jacquin *et al.*, 2008 ; Sparfel *et al.,* 2008 ; Wentz *et al.,* 2006 ; Puissant, 2003). Cependant, deux difficultés demeurent. D'une part, il n'existe pas de nomenclature standard concernant les milieux urbains : les bases de données produites ne sont pas véritablement comparables d'un territoire à un autre et elles ne sont pas nécessairement adaptées aux usages des gestionnaires. D'autre part, les acteurs publics sont souvent demandeurs de données produites à partir de sources pour lesquelles ils ont déjà consenti un investissement financier. Il s'agit pour eux d'éviter de nouvelles dépenses, d'autant qu'ils acquièrent déjà régulièrement des données telles que les photographies aériennes auprès d'organismes publics ou de prestataires de service.

Dans ce contexte, cet article rend compte d'une expérimentation dont le but est de comparer deux méthodes de cartographie d'occupation des sols urbains par photo-interprétation de photographies aériennes, avec une nomenclature conforme Corine Land Cover. Pour deux sites d'étude et à trois dates, l'exercice a consisté à établir une cartographie par délimitation de zones homogènes d'occupation des sols, d'une part, et une autre par attribution de classes d'occupation des sols à un référentiel géographique numérique (le cadastre), d'autre part. Ces deux démarches, qui ont appliqué une nomenclature d'occupation des sols urbains à grande échelle préalablement définie par un groupe de travail du Centre Régional de l'Information Géographique de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur (CRIGE-PACA), ont produit des résultats dont l'article tente de déterminer la justesse et l'intérêt pour les collectivités publiques.

I – Pourquoi cartographier l'occupation des sols urbains à grande échelle par photo-interprétation ?

1. Représenter l'occupation des sols : objectifs, principes, bases de références

Selon l'échelle de restitution, les sources employées et le but recherché, la cartographie de l'occupation des sols présente des variantes assez substantielles. On s'accorde néanmoins pour considérer qu'elle consiste en la représentation continue de zones paysagères homogènes décrites en fonction des possibilités offertes par les sources. En d'autres termes, l'occupation des sols se définit par des portions de surface terrestre cohérentes et homogènes sur des critères bio-physiques, paysagers et d'usages. Ainsi peut-on identifier un massif boisé, un plan d'eau, une zone résidentielle pavillonnaire ou des emprises ferroviaires. La description peut varier en précision thématique, mais la délimitation spatiale de chaque type d'occupation du sol est toujours établie par rapport à l'homogénéité de son emprise au sol à une échelle donnée. La mise en œuvre peut procéder d'au moins trois moyens. Le premier – le plus ancien, le plus laborieux et le plus coûteux – consiste à procéder à des levés de terrain par arpentage et s'apparente au travail de géomètre. Les deux autres moyens pratiqués aujourd'hui, s'appuient sur des données de télédétection et consistent, pour l'un, à la photo-interprétation d'images photographiques et satellitaires, pour l'autre, à l'extraction automatique ou semi-automatique d'objets ou de zones homogènes par analyse d'image (Provencher et Dubois, 2005 ; Robin, 2002 ; Rossetti, 1970 ; Tricart *et al.,* 1970). Si la distinction des trois procédés est commode, la mise en œuvre d'une cartographie d'occupation des sols conjugue bien souvent leurs apports respectifs. De nos jours, photo-interprétation, traitements automatiques et vérifications de terrain sont souvent pratiqués conjointement.

© Sud-Ouest Européen, n°33, 2012

Si diverses bases de données d'occupation du sol ont été produites *via* des méthodes de traitement d'image et des techniques de photo-interprétation sur des territoires d'étendues variées, certaines ont davantage suscité l'intérêt des collectivités locales pour leur caractère générique, autorisant des comparaisons d'un lieu à un autre. C'est le cas par exemple de l'IPLI – Inventaire permanent du littoral – réalisé sur les espaces terrestres côtiers de la France en 1977 et en 1982 à partir de photos aériennes (Robin *et al.,* 2005). Tel est le cas surtout de CORINE Land Cover (CLC), lancée en 1985 pour établir l'état de l'environnement et des ressources naturelles du territoire de la Communauté européenne (Jégou, 2009). Basée sur des images satellitaires Landsat (à 30 m de résolution spatiale à l'origine, à 15 m aujourd'hui), CLC offre une description de l'occupation des sols selon une nomenclature hiérarchique en 3 niveaux et 44 postes, au niveau le plus fin. Autorisant une cartographie dans une gamme d'échelle comprise entre 1 : 100 000-1 : 50 000, cette base de données résulte de l'extraction automatique de certaines classes d'occupation des sols (surfaces en eau, zones de végétation, etc.) et de la photo-interprétation d'autres postes (territoires artificialisés notamment). Sa nomenclature sert aujourd'hui de référence pour nombre de projets de cartographie d'occupation des sols, que ce soit des déclinaisons régionales comme « UsoSuolo » en Ligurie ou Ocsol-PACA en Provence Alpes-Côte d'Azur (DRE PACA, 2001), des retranscriptions d'anciennes cartographies pour permettre des comparaisons comme pour l'IPLI (Vigné, 2008), ou la cartographie de situations anciennes en suivant les mêmes procédés comme dans le projet LACOAST, qui établit une occupation des sols des littoraux européens en 1975-1978 (Perdigao, 2001).

2. Exigences de précision en milieux urbain et périurbain

Pour les décideurs et les gestionnaires des territoires, les bases de données d'occupation des sols du type CLC sont utiles pour divers types d'études. Cependant, pour les espaces urbains et périurbains, les exigences de précision sont plus élevées (Grand Lyon, 2009 ; Padeiro, 2009 ; Skupinski *et al.,* 2009 ; Roux, 2004). Les bases d'occupation des sols de type CLC étant fondées sur des images satellitaires de moyenne résolution, elles présentent de nombreuses approximations qui les rendent peu satisfaisantes quand il est nécessaire d'appréhender le territoire à « grande échelle », soit entre 1 : 25 000e et 1 : 5000e. Les critiques portent sur l'imprécision spatiale (la finesse et la fiabilité des zones d'occupation des sols délimitées) d'une part, et l'imprécision thématique des classes (description trop grossière des tissus urbains notamment) d'autre part. Dans la nomenclature CLC, la catégorie « Territoires artificialisés » (niveau 1 de la classification) distingue en effet quatre classes de niveau 2 qui, au niveau 3, se décomposent en 11 postes (tabl. 1). Ces derniers, s'ils offrent une vue déjà relativement détaillée de la morphologie des villes, restent néanmoins encore imprécis. Comment distinguer une zone résidentielle pavillonnaire d'un quartier d'immeubles collectifs ? Comment séparer réseaux routiers et emprises ferroviaires ? *Quid* de l'individualisation des « dents creuses », ces espaces non construits à l'intérieur des tissus urbains, fort intéressants pour raisonner en termes de densification ? Aussi, il est très largement admis aujourd'hui qu'il est devenu nécessaire de produire une base de données géographique

Tableau 1 – Classes de la nomenclature CORINE Land Cover pour les espaces urbains et périurbains

Niveau 1		Niveau 2		Niveau 3	
1	Territoires artificialisés	11	Zones urbanisées	111	Tissu urbain continu
				112	Tissu urbain discontinu
		12	Zones industrielles ou commerciales et réseaux de communication	121	Zones industrielles et commerciales
				122	Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés
				123	Zones portuaires
				124	Aéroports
		13	Mines, décharges et chantiers	131	Extraction de matériaux
				132	Décharges
				133	Chantiers
		14	Espaces verts artificialisés, non agricoles	141	Espaces verts urbains
				142	Équipements sportifs et de loisirs

d'occupation des sols à grande échelle. Ceci est d'autant plus réalisable que les données de télédétection sont désormais très précises (60 cm de résolution pour des images Quickbird, par exemple ; jusqu'à 15-20 cm pour certaines prestations aériennes) et que les méthodes et capacités de traitement ont fortement progressé (Lefebvre, 2009 ; Puissant, 2003 ; Donnay *et al.,* 2000).

3. Le choix de la photo-interprétation en Région PACA

En région Provence Alpes-Côte d'Azur, les acteurs publics de la géomatique ont une longue tradition de mutualisation de leurs données, de leurs compétences et de leurs projets, grâce notamment au Centre Régional de l'Information Géographique (CRIGE) qui anime des réseaux-métiers et organise une plate-forme régionale de partage de données acquises en commun par plusieurs grandes collectivités territoriales, dans le cadre de marchés négociés pour des ayants-droits identifiés. C'est dans ce contexte que la question de l'occupation des sols urbains à grande échelle a été abordée par un groupe de travail actif entre 2005 et 2008. Constitué dans le but d'établir un niveau 4 à la nomenclature CLC pour la catégorie des « Territoires artificialisés », ce collectif de géomaticiens des collectivités locales, de chercheurs et d'ingénieurs, a élaboré une nomenclature à la fois pertinente pour les utilisateurs et aisée à mettre en œuvre à partir de données aériennes numériques type BD-Ortho® IGN (Autran, 2007 ; Autran et Roux, 2008) [1]. Il s'est donc fixé pour objectif de tirer le meilleur parti de bases de données déjà régulièrement acquises par les collectivités territoriales de la région, pour produire une description de l'occupation des sols urbains par zones homogènes. L'objectif est de cartographier les tissus urbains et les infrastructures qui en organisent la morphologie et l'agencement spatial, à une échelle plus grande que ce que propose CLC, mais sans individualiser des objets élémentaires tels que des immeubles, villas, etc. comme dans la BD-Topo de l'IGN. Sans ignorer ou rejeter l'intérêt des traitements automatiques, le groupe de travail s'est orienté vers une production de l'occupation des sols par photo-interprétation et validation de terrain, démarche qui a montré sa pertinence par exemple dans le projet MURBANDY qui concernait la ville de Bruxelles (Fricke et Wolfe, 2002). Se basant sur un protocole de numérisation précis, le photo-interprète procède à la délimitation manuelle de zones homogènes d'occupation des sols en étudiant l'image assisté d'un ordinateur. Son travail consiste à dessiner les contours de ces zones de façon à couvrir la totalité d'une aire déterminée, et ce de manière continue. Cette saisie fait ensuite l'objet d'un contrôle qualité par d'autres photo-interprètes, afin de déboucher sur une cartographie normalisée et validée. En effet, si l'intervention humaine garantit une certaine précision dans l'identification et la délimitation des tissus urbains, elle présente aussi certaines faiblesses, comme l'inégale habileté ou sensibilité entre photo-interprètes. Les nomenclatures et les protocoles de numérisation ont donc été scrupuleusement définis. Dans le cadre du groupe de travail, diverses expérimentations ont été réalisées et ont montré l'efficacité de la méthodologie [2], mais cette réflexion fait face aujourd'hui à une difficulté.

4. Quelle mise en œuvre de la nomenclature ?

Alors que la nomenclature, sa cohérence hiérarchique avec les classes CLC et la précision spatiale de sa mise en œuvre emportent l'adhésion de la plupart des utilisateurs potentiels, des suggestions sont émises pour produire une base de données équivalente en un temps moindre, afin de réduire les coûts de production (suggestions confortées notamment au niveau national par les travaux de l'IGN ou du CERTU sur la conception d'une cartographie d'occupation des sols à grande échelle). En d'autres termes, le temps de numérisation manuelle est remis en cause. S'ajoute à cette critique, le souci d'obtenir une occupation des sols au niveau d'unités spatiales pertinentes pour la gestion des territoires, en particulier la parcelle cadastrale. On s'interroge ainsi sur l'opportunité de produire une base de données géographique d'occupation des sols à grande échelle en se basant, non pas sur la délimitation d'unités paysagères homogènes, mais sur les limites des parcelles cadastrales. Il s'agirait de caractériser l'occupation des sols des parcelles, ce qui permettrait de gagner un temps précieux puisque leur numérisation est déjà réalisée dans le cadre de la démarche nationale de numérisation des cadastres (PCI vecteur [3]). Ce projet rejoint plusieurs autres initiatives visant à élaborer des bases de données décrivant l'occupation des sols de manière détaillée.

Au niveau européen, dans le cadre de la construction des infrastructures de données spatiales (IDS), se développe ainsi le GMES-Urban Atlas (300 agglomérations concernées en 2011). Au niveau national, on peut citer

1) Depuis 2009, cette nomenclature « occupation du sol grande échelle pour l'urbain - OcsolGeu » est à disposition des acteurs régionaux pour la construction de bases de données locales d'occupation des sols à grande échelle. Un groupe de travail transversal a été mis en place au printemps 2011 afin d'étendre cette approche aux territoires agricoles et forestiers.

2) Sur OcsolGeu, URL : http://www.crige-paca.org/poles-metiers/pole-metier-urbanisme.html

3) Le PCI vecteur est fourni par la Direction générale des finances publiques (DGFiP)

le RGE de l'IGN en France, qui ambitionne de proposer une composante « occupation des sols », une démarche similaire en Espagne (projet SIOSE [4]), ou encore la National Land Use Database (NLUD) [5] au Royaume Uni. Or, si l'idée de faire l'économie de la numérisation des unités d'occupation des sols peut séduire, elle peut surprendre d'un point de vue conceptuel. L'occupation des sols se définit en effet comme une mosaïque d'unités homogènes de paysages, dont les emprises spatiales ne correspondent pas à des parcelles cadastrales, ni à des îlots urbains. Par ailleurs les usagers de cette donnée ne sont pas tous liés à l'unité de gestion de l'espace qu'est la parcelle cadastrale. Pour les agents territoriaux en charge des questions d'environnement, par exemple, la délimitation d'une ripisylve au plus près de son extension spatiale réelle est plus pertinente que de savoir que les parcelles qui se la partagent sont « en partie boisée »…

II – Comparer une base de données d'occupation des sols urbains constituée par zones homogènes avec une base constituée à partir d'entités spatiales préexistantes : expérimentation

Afin d'apprécier les options méthodologiques en concurrence, nous avons réalisé une comparaison entre deux manières de produire une occupation des sols à grande échelle sur des espaces urbains et périurbains par photo-interprétation. Pour que cette comparaison ait du sens, nous avons choisi d'utiliser, dans les deux cas, la nomenclature produite par le groupe de travail du CRIGE PACA. Ce choix se justifie par le consensus général qui prévaut quant à la nécessaire adéquation d'une classification d'occupation des sols à grande échelle avec la classification CLC d'une part, et par l'accueil favorable réservé aux postes de niveau 4 définis par le groupe de travail, d'autre part.

1. La nomenclature OcsolGeu

Conçue dans une démarche de mutualisation de l'information géographique, la nomenclature OcsolGeu s'adresse à des utilisateurs appartenant à différents domaines professionnels et ayant des attentes variées en ce qui concerne la donnée d'occupation des sols. Sa conformité avec la nomenclature CLC permet d'analyser un territoire à différentes échelles, en le replaçant dans son contexte intercommunal ou régional, et de le comparer avec d'autres territoires voisins ou plus éloignés. Déclinaison au niveau 4 des classes de niveau 3 de CLC, OcsolGeu propose 26 classes pour décrire les territoires artificialisés (tabl. 2). Le niveau de détail atteint autorise la réalisation d'états des lieux jusqu'à l'échelle du 1 : 5 000e.

2. Présentation des deux approches de photo-interprétation

L'expérimentation a consisté à produire deux bases de données d'occupation des sols à grande échelle sur des espaces urbains à partir de deux approches de photo-interprétation : l'une « traditionnelle » consistant à identifier, délimiter et caractériser des zones homogènes du point de vue paysager ; l'autre fondée sur la caractérisation d'unités spatiales définies sur un autre critère, en l'occurrence l'appropriation foncière, puisque nous avons retenu le cadastre.
L'utilisation de la parcelle cadastrale comme entité préexistante d'identification de l'occupation des sols a plusieurs motifs. En premier lieu, des gains substantiels de temps de mise en œuvre sont envisagés : la phase de tracé des délimitations de zones est intégralement supprimée, seule l'identification de l'occupation des parcelles est requise. En second lieu, les mises à jour régulières du cadastre laissent augurer un suivi fin des évolutions. Enfin, la parcelle présente l'intérêt d'être une unité de territoire correspondant à une propriété foncière, sur laquelle se fondent un urbanisme de projet, un urbanisme réglementaire, et une gestion communale. Le travail de photo-interprétation se résume donc à déterminer pour chaque unité parcellaire la classe d'occupation des sols qui la caractérise ; aucune nouvelle numérisation manuelle n'est effectuée. Dans notre expérimentation, deux formes d'interprétation ont été mises en œuvre. Une première version de la base de données « parcellaire » (PV1) respecte la règle suivante : s'il existe un élément construit sur la parcelle, la primauté lui est octroyée, sinon elle est donnée à l'occupation des sols de superficie dominante (agricole ou naturelle). La deuxième version (PV2) donne la primauté à la superficie agricole ou naturelle dominante, si la superficie artificialisée ne dépasse pas les 30 % de la superficie de la parcelle considérée (dans le cas contraire, la règle de la première version est appliquée). L'approche parcellaire implique donc que le photo-interprète porte d'abord son attention sur l'occupation

4) URL : http://www.siose.es/
5) URL : http://www.homesandcommunities.co.uk/ourwork/national-land-use-database

des sols de chaque parcelle, plus que sur son appartenance à un ensemble homogène (zone de bâti individuel par exemple). De ce fait, et par souci de cohérence, certains des postes de l'OcsolGeu ont dû être redéfinis. Par exemple, le poste 1111 devient « *parcelle* densément bâtie *dans un environnement* de bâti dense mitoyen ».

Tableau 2 – Classes de la nomenclature OcsolGeu, extension de CLC à un niveau 4

CLC (niveau 3)		OcsolGeu	
Code	Intitulé	Code	Intitulé
111	Tissu urbain continu	1111	Tissu urbain compact
		1112	Tissu urbain aéré
112	Tissu urbain discontinu	1121	Bâti individuel
		1122	Bâti collectif
		1123	Bâti mixte
113*	Bâti diffus*	1131	Espace de bâti diffus en zone agricole
		1132	Espace de bâti diffus en zone naturelle
121	Zones industrielles et commerciales	1211	Espaces industriels
		1212	Espaces commerciaux
		1213	Espaces d'activité économique
		1214	Espaces d'équipements collectifs
122	Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	1221	Réseau routier et espaces associés
		1222	Réseau ferroviaire et espaces associés
		1224	Parkings
123	Zones portuaires	1231	Infrastructures portuaires
		1232	Bassins portuaires
124	Aéroports	1241	Espaces bâtis aéronautiques
		1242	Pistes aéronautiques
131	Extraction de matériaux	1310	Extraction de matériaux
132	Décharges	1320	Décharges
133	Chantiers	1330	Chantiers
141	Espaces verts urbains	1411	Parcs verts urbains
		1412	Places
		1413	Espaces non bâtis en milieu urbanisé
142	Équipements sportifs et de loisirs	1421	Espaces bâtis de sport et de loisir
		1422	Espaces ouverts de sport et de loisir

* La classe 113 est une originalité de la base Ocsol PACA, qui possède quelques postes originaux par rapport à CLC, afin de décrire au mieux les territoires de la région Provence -Alpes-Côte d'Azur.

L'approche par zones homogènes (ZH), au contraire, se fonde sur l'identification d'ensembles paysagers cohérents. Cette démarche procède d'un regard relevant de la généralisation. Elle est produite en appliquant trois règles : respect d'une unité minimale de collecte (UMC), superficie minimale des emprises circonscrites en deçà de laquelle une zone homogène ne peut exister, ce qui signifie qu'elle est associée à l'une des zones adjacentes [6] ; respect de la continuité du bâti, permettant de décider de l'agrégation ou pas d'un ensemble de bâtiments en une seule zone (sur la base d'une distance maximale de 50 m pour OcsolGeu) ; respect d'une échelle maximale d'affichage de la source principale d'interprétation (ici, BD-Ortho® IGN) et par conséquent de l'échelle de saisie préconisée (1/2000e pour OcsolGeu), ce qui détermine une précision planimétrique de l'ordre de 1 m dans OcsolGeu, induisant des erreurs de superficie d'environ +/– 400 m² par ha (soit 4 %).

L'approche ZH assure la conservation des continuités spatiales ; seules les voies de circulation majeures introduisent une rupture. Les zones d'occupation des sols homogènes ne sont donc pas segmentées, comme c'est le cas dans l'approche parcellaire, d'autant moins que la couverture du territoire à cartographier est exhaustive. Ceci n'est en effet pas toujours le cas avec l'approche parcellaire, puisque les espaces non cadastrés ne sont pas rares. Il existe en effet des « zones blanches » dans les cadastres numériques qui peuvent poser des difficultés pour le photo-interprète (fig. 1).

3. Cadre de l'expérimentation : la commune de Gardanne

L'expérimentation a été conduite sur un terrain présentant à la fois des tissus urbains variés, une interface espace urbanisé/espace non urbanisé, et une dynamique active de transformation de l'occupation des sols. L'aire d'étude retenue concerne la commune de Gardanne, qui se situe dans l'ancien bassin minier de Provence, entre Marseille et Aix-en-Provence. Il s'agit d'une ville d'environ 21 000 habitants dont le territoire s'étend sur 27 km², occupant une petite cuvette topographique encadrée de collines. Industrielle, Gardanne présente des espaces

6) Dans la mise en œuvre de l'OcsolGeu, l'UMC varie de 1 ha à ¼ d'ha selon les postes.

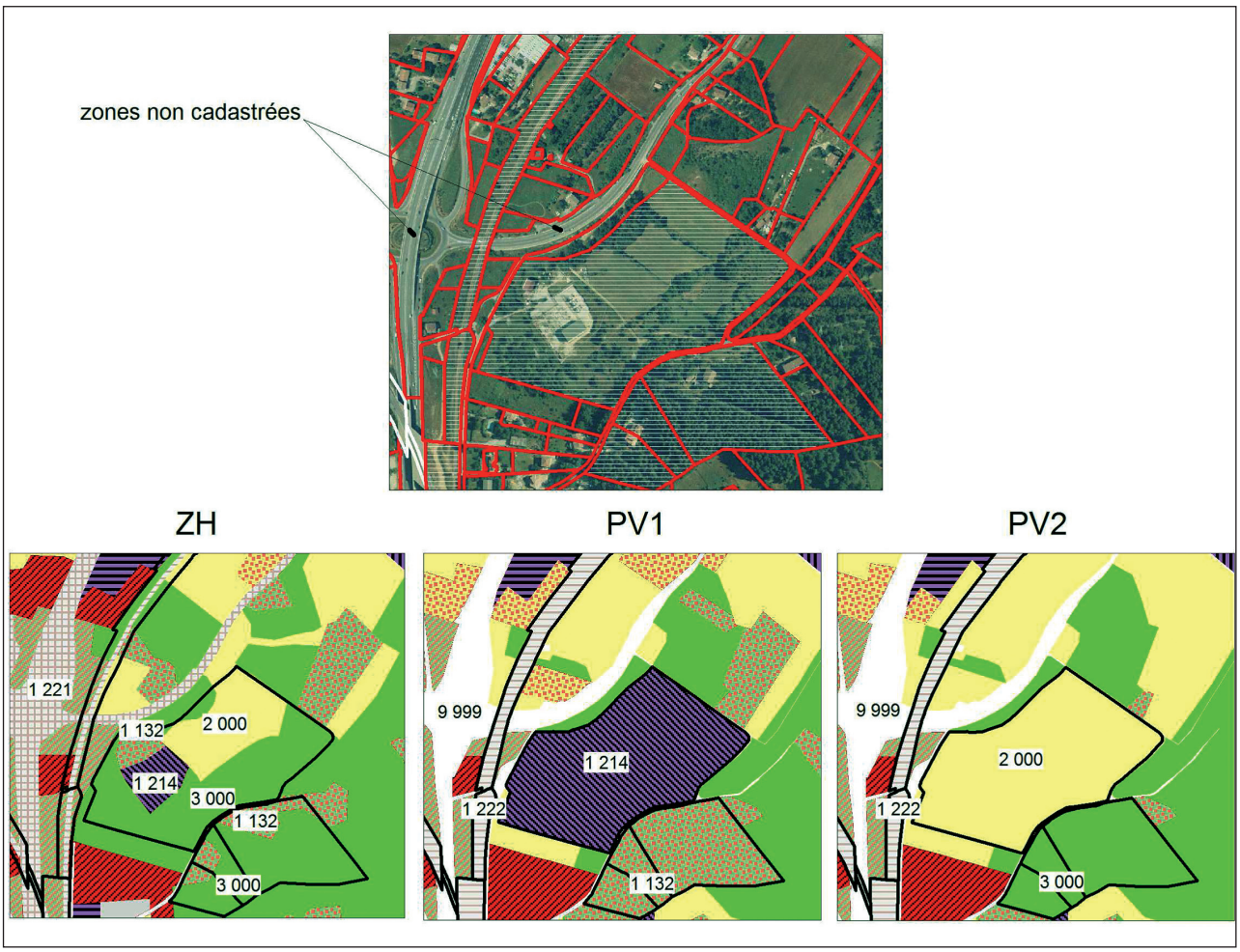

Fig. 1 – Différence de construction de l'occupation des sols selon les trois méthodes (ZH : par Zones Homogènes – PV1,PV2 : par Parcelles. Versions 1 et 2)

À partir d'une même photographie aérienne, les résultats sont différents, notamment du fait de l'existence de lieux non cadastrés et de parcelles très étendues où l'occupation des sols n'est pas homogène.

Source : Fonds BdOrtho ® 2008, © IGN

d'activités nombreux et de différentes catégories. Elle offre encore des terrains agricoles qui font face à l'avancée des zones d'activités, des infrastructures de transport et des zones résidentielles. L'urbanisation diffuse, qui se développe depuis plusieurs décennies, touche aussi bien les espaces agricoles que les milieux forestiers.

L'exercice est mené sur deux parties du territoire communal, consistant en deux quadras de deux kilomètres de côté. L'un, situé au nord de la ville, est dominé par l'agriculture et un caractère périurbain. L'autre, au sud, occupe une partie conséquente du centre-ville et déborde sur sa périphérie sud où se localisent des espaces agricoles reliques (fig. 2). Pour chaque zone, une cartographie d'occupation des sols est réalisée à trois dates : 1998, 2003 et 2008, années de livraison de la BD-Ortho® IGN sur le département des Bouches-du-Rhône. On dispose ainsi de deux jeux de données, l'un basé sur une photo-interprétation par zones homogènes (ZH) et l'autre sur une approche parcellaire, déclinée dans les deux versions d'interprétation exposées précédemment (PV1 et PV2). Ces jeux de données permettent d'apprécier la caractérisation fine de l'occupation des sols à trois dates sur une portion conséquente du territoire communal (8 km² au total, soit près du tiers de la superficie totale de la commune).

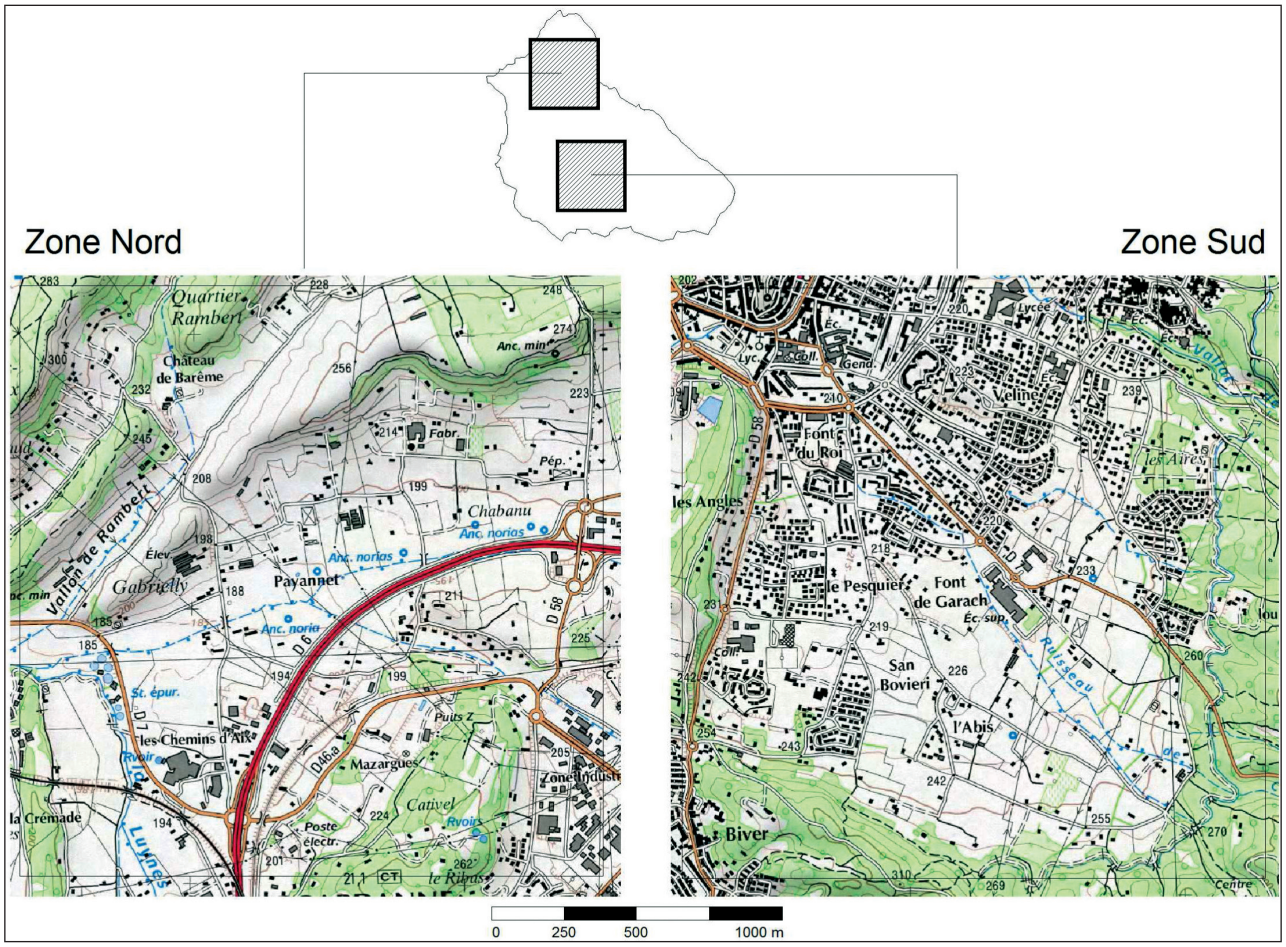

Fig. 2 – Les deux zones test dans la commune de Gardanne

Source : Fonds Scan 25 ® 2010, © IGN PFAR 2008

III – Résultats

1. Inégale caractérisation de l'occupation des sols

Les résultats sont comparés aux trois dates sur les deux zones. La photo-interprétation n'étant pas une science exacte, ce ne sont pas tant les valeurs brutes des superficies de chaque type d'occupation des sols qui sont comparées que les hiérarchies (quelle est la classe d'occupation des sols dominante ? suivie par quelle autre ?, *etc.*), ainsi que les rapports entre les superficies de chaque classe (de combien la classe la plus représentée domine-t-elle la seconde classe la plus représentée, en valeur relative ?, etc.). De même, il est judicieux de ne pas confronter les résultats au niveau le plus fin de la classification, afin de ne pas se trouver face à une information trop riche, difficile à analyser. Nous présentons donc les résultats aux niveaux 1 et 2 de la classification OcsolGeu, soit les niveaux 1 et 2 de CLC pour les territoires artificialisés, auxquels s'ajoutent : une classe pour tous les espaces agricoles (20), une classe pour les milieux naturels et semi-naturels (30), une classe pour les surfaces en eau (50), et une classe pour les espaces non cadastrés (99). Les résultats obtenus montrent que l'occupation des sols diffère d'une méthode à l'autre (fig. 3).

Si l'on considère tout d'abord la hiérarchie entre classes de niveau 1, on constate qu'elle varie selon la zone. Au sud, les trois méthodes convergent. Même si les proportions ne sont pas les mêmes, l'occupation des sols est toujours dominée par les territoires artificialisés (classe 1), suivis des milieux naturels et semi-naturels (classe 3), puis les espaces agricoles (classe 2), ceci aux trois dates. Au nord, en revanche, les résultats diffèrent. La méthode par zones homogènes (ZH) et la méthode parcellaire V2 (PV2), par exemple,

placent les territoires artificialisés en troisième position aux trois dates, derrière les classes 2 et 3, alors que la méthode PV1 les positionne en second en 1998 et 2003, devant la classe 3, et en premier en 2008 (fig. 4). Si l'on se reporte aux classes de niveau 2 pour l'urbain, d'autres différences apparaissent. Ainsi au nord, alors qu'avec ZH et PV1 les zones urbanisées (11) se placent devant les zones industrielles ou commerciales et réseaux de communication (12), puis les espaces verts (14) et les mines, décharges et chantiers (13), PV2 propose une autre hiérarchie avec la classe 12 en tête. Au sud, en revanche, les trois méthodes produisent des hiérarchies comparables (tabl. 3).

Si l'on s'intéresse aux rapports entre superficies de chaque classe, les différences entre méthodes s'affirment. En zone nord, par exemple, la suprématie des espaces agricoles sur les milieux naturels et semi-naturels est faible avec la méthode ZH, alors qu'elle est

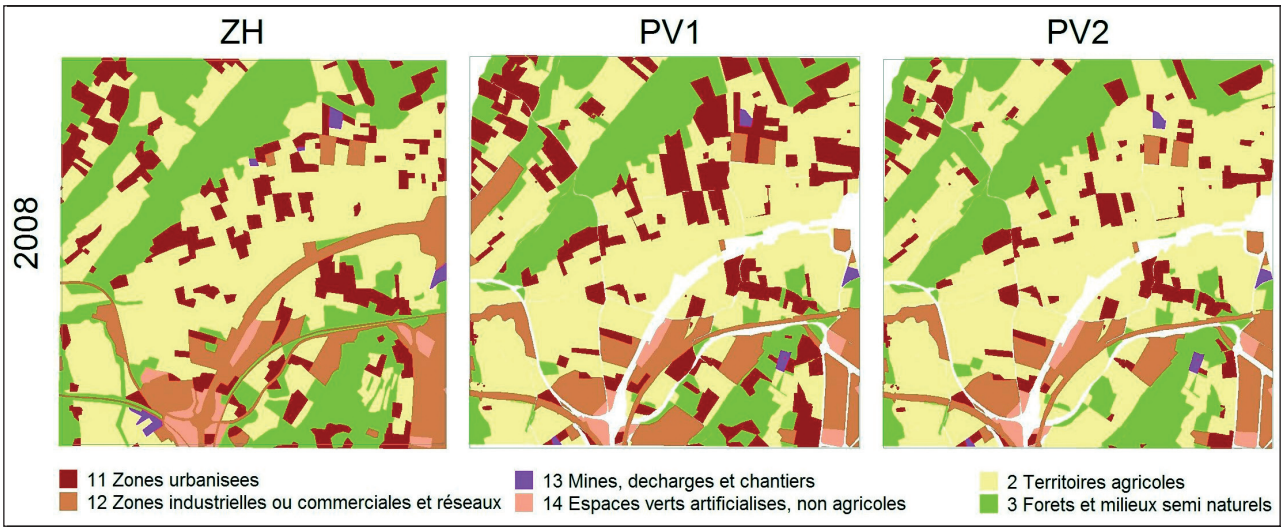

Fig. 3 – Illustration de la différence de résultat entre les trois méthodes

Extraits de la classification de niveau 2 sur la zone nord, année 2008. En blanc sur PV1 et PV2, les zones non cadastrées.

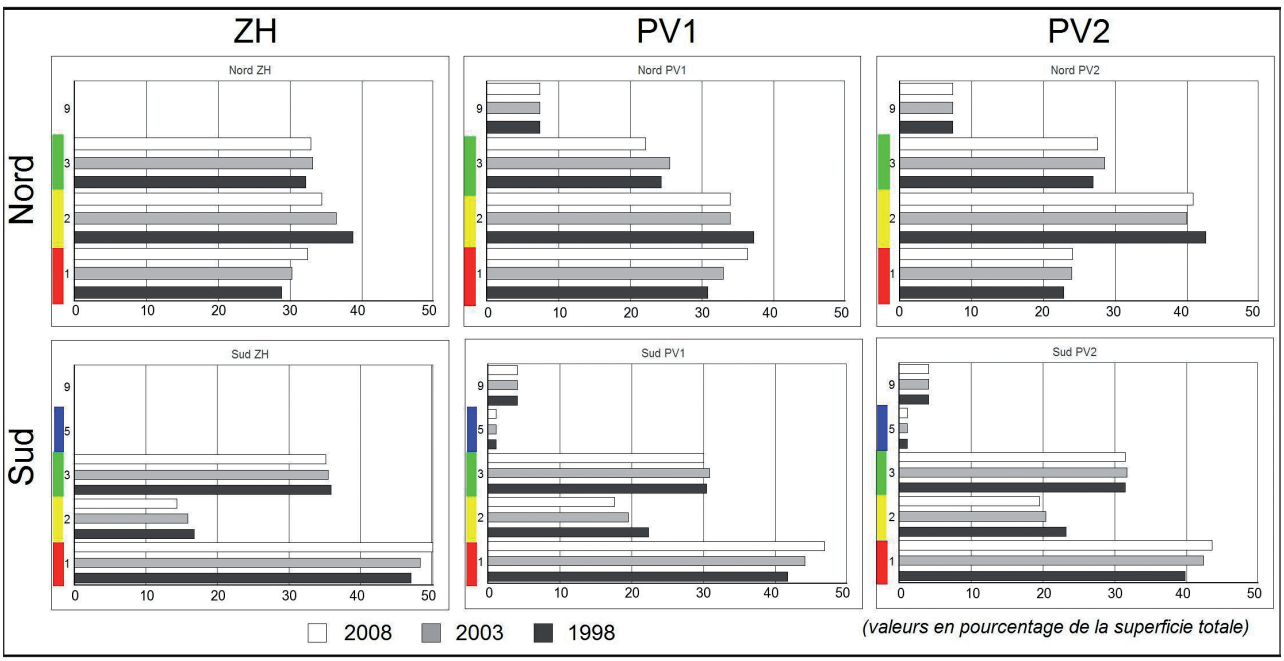

Fig. 4 – Répartition des catégories d'occupation des sols selon les trois méthodes

Part de chaque classe de niveau 1 dans la superficie totale de chaque zone

© Sud-Ouest Européen, n°33, 2012

Tableau 3 – Superficie de chaque classe d'occupation des sols résultant des trois méthodes

	Méthode	ZH						PV1						PV2					
	Années	1998		2003		2008		1998		2003		2008		1998		2003		2008	
	Classes	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Nord	11	86,6	13,5	93,6	14,5	93,7	14,7	98,3	15,3	109,8	17,2	118,4	18,5	58	9,1	64,5	10	66,1	10,3
	12	78,6	12,2	84,1	13,2	94,8	14,7	84,4	13,2	89,7	14	102,5	15,9	72,9	11,4	78,2	12,2	77,3	11,9
	13	3	0,5	3,3	0,5	7,7	1,2	2,9	0,5	1,3	0,2	1,9	0,4	2,9	0,5	1,3	0,2	1,9	0,3
	14	17,3	2,7	13,6	2,1	11,9	1,9	12,4	1,9	10,3	1,6	10,3	1,6	12,4	1,9	10,3	1,6	10,3	1,6
	total 10	**185,5**	**28,9**	**194,6**	**30,3**	**208,1**	**32,5**	**198,0**	**30,9**	**211,1**	**33**	**233,1**	**36,4**	**146,2**	**22,9**	**154,3**	**24**	**155,6**	**24,1**
	20	247,5	38,8	232,8	36,5	220,4	34,5	238,9	37,3	218	34	218	34	273,6	42,7	256	40	261,2	40,9
	30	207	32,3	212,4	33,2	211,5	33	156,5	24,4	164,2	25,6	141,9	22,2	173,5	27	182,9	28,6	176,2	27,6
	99	0	0	0	0	0	0	47,5	7,4	47,5	7,4	47,5	7,4	47,5	7,4	47,5	7,4	47,5	7,4
Sud	Classes	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
	11	223,3	29,7	231,2	30,8	237,5	31,6	204,5	27,1	211,5	28	228,8	30,3	190,1	25,2	198	26,2	204,8	27,1
	12	84,1	11,2	84,4	11,3	93	12,4	72,8	9,7	73,5	9,8	79,3	10,6	72,8	9,7	73,5	9,8	78,6	10,5
	13	22,4	3	22,4	3	21,9	3	19,5	2,6	20,8	2,8	22	2,9	19,5	2,6	20,8	2,8	22	2,9
	14	24,2	3,3	25	3,4	24,6	3,3	18	2,4	27,3	3,6	23,5	3,1	18	2,4	27,3	3,6	23,5	3,1
	total 10	**354**	**47,2**	**363**	**48,5**	**377**	**50,3**	**314,8**	**41,8**	**333,1**	**44,2**	**353,6**	**46,9**	**300,4**	**39,9**	**319,6**	**42,4**	**328,9**	**43,6**
	20	126,7	16,8	120,3	15,9	108,8	14,4	167,9	22,4	146,7	19,6	133,5	17,7	175	23,3	153,8	20,5	147,3	19,6
	30	271,1	36	268,4	35,6	265,9	35,3	229,4	30,5	233	30,9	227,3	30,1	237,1	31,5	239,4	31,8	237,5	31,5
	50	0	0	0	0	0	0	9,4	1,2	9,4	1,2	9,4	1,2	9,4	1,2	9,4	1,2	9,4	1,2
	99	0	0	0	0	0	0	31,3	4,1	31,3	4,1	31,3	4,1	31,3	4,1	31,3	4,1	31,3	4,1

Données en hectares et en pourcentages de la superficie totale de chaque zone.Classes 11, 12, 13, et 14 (idem CLC niveau 2). Classes 10, 20, 30 et 50 (idem classes 1, 2, 3 et 5 de CLC niveau 1). La classe 99 correspond aux zones blanches du cadastre.

beaucoup plus marquée avec PV1 et PV2. En zone sud, au contraire, la méthode ZH indique une très forte domination du « naturel » sur l'agricole, ce qui est moins marqué avec PV1 et PV2. Il faut noter aussi la relative importance des espaces non cadastrés dans les deux zones (4,1 % et 7,4 % de la superficie totale à cartographier), ce qui crée indubitablement un biais pour une juste évaluation de l'état de l'occupation des sols. Pour les territoires artificialisés (classes 11, 12, 13 et 14) qui nous intéressent au premier chef, on constate que les données produites sont là aussi très différentes… Au nord, la méthode PV1 produit 6,7 % de territoires artificialisés de plus par rapport à ZH en 1998 (12 % en 2008) et jusqu'à 27 % par rapport à PV2 (33 % en 2008) ! En zone sud, moins hétérogène, les superficies de territoires artificialisés sont au contraire les plus élevées dans la base produite avec la méthode ZH, et les plus faibles dans celle issue de PV2. Les chiffres sont aussi assez différents : 18 % de territoires artificialisés en plus dans la base ZH par rapport à la base PV2 en 1998 (15 % en 2008) ; 12 % en plus dans ZH par rapport à PV1 en 1998 (7 % en 2008). Ces différences parfois considérables soulèvent maintes questions et attestent bien que la méthodologie que l'on retient pour réaliser une cartographie d'occupation des sols a des effets importants sur les usages possibles des données ainsi produites. De toute évidence, les bases issues de notre expérimentation ne permettent pas de faire un même constat de l'état de l'occupation de sols à grande échelle dans les deux zones.

2. Évaluations divergentes de l'évolution de l'occupation des sols

Parce que la caractérisation des différents types d'occupation des sols diverge entre les trois bases, l'appréciation des variations de superficies (information recherchée par les collectivités publiques) entre 1998 et 2008 donne lieu à des résultats disparates. En première analyse, il apparaît que plusieurs tendances vont plutôt dans le même sens quelle que soit la méthode de photo-interprétation mise en œuvre. Par exemple, entre 1998 et 2008, les territoires artificialisés augmentent alors que les espaces agricoles régressent, dans les deux zones, à l'exception de la période 2003-2008 au nord avec PV2. De même, la superficie de la classe 12 (zones industrielles…) augmente régulièrement au nord avec ZH et PV1, alors qu'elle augmente puis régresse avec PV2. Si l'on considère les rythmes de ces évolutions, de forts écarts apparaissent entre les méthodes. Ainsi en zone nord, entre 1998 et 2008, les territoires artificialisés progressent beaucoup plus rapidement si on s'appuie sur PV1 (+ 17,7 %) par rapport à ce qui ressort des données produites par ZH (+12,2 %) ou PV2 (+ 6,4 %) ! En zone sud, cette supériorité de la progression des territoires artificialisés tels qu'évalués par PV1 se retrouve (+ 12,3 %), mais davantage vis-à-vis de ZH (+ 6,5 %) que de PV2 (+ 9,5 %). Dans le détail du niveau 2 de la classification, d'autres évaluations divergent. Au sud, par exemple, la méthode ZH révèle une plus forte progression des zones industrielles, etc. (classe 12) que PV1 ou PV2 (+ 10,6 % entre 1998 et 2008 contre respectivement + 8,9 % et + 8 %). Il convient certainement d'y voir l'effet d'une meilleure prise en compte effective des espaces de voiries dans l'approche ZH par rapport aux approches parcellaires (zones « blanches » des cadastres correspondant souvent aux voies de communication routière).

3. Mise en œuvre et temps de réalisation

Si l'exercice a consisté à obtenir une caractérisation de l'occupation des sols selon une nomenclature unique, les conditions de mise en œuvre ont été relativement différentes. Le fait de devoir tracer des limites (cas de ZH) représente une difficulté qui n'existe pas lorsque l'on s'appuie sur des unités existantes, comme le parcellaire. Le photo-interprète se trouve confronté à la nécessité de « décider » à la fois la caractérisation thématique et la délimitation spatiale des unités homogènes d'occupation des sols, alors que dans l'autre cas, il ne doit procéder qu'à la caractérisation thématique. Il en découle que le temps de réalisation d'une base de données de l'occupation des sols parcellaire est moins important que celui d'une base de données par zones homogènes. Ainsi le temps de constitution des bases de données pour les trois dates (1998, 2003, 2008) s'établit en moyenne à 3 heures/km² pour la méthode ZH et à 1 heure/km² pour la méthode parcellaire. Il s'agit bien ici de valeurs moyennées car les temps de saisie sont dépendants du type de territoire analysé et du nombre de mises à jour effectuées. Dans le cas de la saisie parcellaire, par exemple, la première photo-interprétation a nécessité 3h30 pour la zone nord, mais 8h30 pour la zone sud. Les photo-interprétations suivantes bénéficiant du premier travail ont ensuite été effectuées plus rapidement. Ainsi, pour la zone nord, la création de l'occupation des sols pour la seconde année n'a nécessité que 1h15 de traitement (correction de la première base) ; pour la zone sud, 2h30 ont été requises. Le même constat prévaut pour la méthode ZH (moyenne de 5h/km² pour la première opération, 1h30/km² pour la première mise à jour) ce qui signifie que la photo-interprétation est un

investissement rentable si l'on s'inscrit dans un suivi de l'occupation des sols *a minima* sur le moyen terme et que l'objectif est donc la création de plusieurs bases sur un territoire.

Concernant la méthode parcellaire, la mise en œuvre n'a pas reposé sur le découpage parcellaire contemporain de chaque photographie aérienne exploitée. Pour les trois photo-interprétations, nous avons utilisé le découpage parcellaire vecteur du Plan Cadastral Informatisé disponible, datant de 2010. En toute rigueur, ceci est bien sûr inadapté et crée un certain anachronisme. Mais biais plus gênant, il n'a pas été possible de caractériser les espaces non couverts par le cadastre pour cause d'absence d'entité vecteur leur correspondant. À la différence de la méthode ZH, PV1 et PV2 n'ont donc pas permis de caractériser toute la réalité de l'occupation des sols et son évolution.

IV – Discussion

Conformément à toute démarche expérimentale, les résultats produits doivent faire l'objet d'une évaluation/validation. Il s'agit ici de déterminer laquelle des trois méthodes permet de produire l'occupation des sols la plus proche de la réalité de terrain. En d'autres termes, la fiabilité à rechercher réside dans la capacité de chaque méthode à restituer fidèlement les emprises spatiales de chaque classe de la nomenclature OcsolGeu, ce qui constitue une difficulté dans la mesure où une telle cartographie n'a jamais été produite. Il n'a par ailleurs pas été possible de recourir à d'autres données qui auraient pu permettre d'apprécier à la fois la précision géométrique et la précision sémantique des bases produites. Aussi, à défaut de pouvoir procéder à une validation rigoureuse, nous avons dû nous résoudre à discuter et « débattre » de la qualité relative de nos résultats en mettant en évidence les biais susceptibles de produire des différences de qualité dans les résultats. Il ne s'agit donc pas d'une validation en tant que telle mais d'une présentation critique du bien-fondé de chaque résultat par rapport au but recherché : une description fine (précise géométriquement et appropriée sur le plan sémantique) de l'occupation des sols urbains.

1. L'effet de structure du « parcellaire » sur la caractérisation de l'occupation de sols

Sur plusieurs points, les différences entre les trois méthodes ne sont pas identiques selon qu'il s'agit des résultats sur la zone nord ou sur la zone sud. Au sud, si la photo-interprétation réalisée selon les trois méthodes ne donne évidemment pas des résultats similaires, ils sont relativement proches et cohérents. Au nord, en revanche, les différences sont plus marquées. Nous pensons y voir un effet du parcellaire cadastral. En effet, en fonction du nombre, de la taille et de la forme des parcelles, la photo-interprétation d'une zone peut varier sensiblement. Lorsque les parcelles sont plutôt compactes et de taille assez comparables partout, les cas d'occupation des sols hétérogènes au sein d'une même parcelle sont réduits. Les différences d'identification de l'occupation des sols sont donc moindres. Lorsque, au contraire, une zone présente un parcellaire cadastral plus lâche avec de grandes unités foncières, l'hétérogénéité interne à chaque parcelle est potentiellement plus élevée (en particulier en zone périurbaine), créant autant de difficultés lors de la photo-interprétation. Tel est précisément ce qui différencie les zones nord et sud. Au nord, en périphérie urbaine et agricole, les unités foncières sont plus étendues qu'au sud (tabl. 4). Il en ressort que la méthode PV1 surestime les espaces artificialisés au nord, alors que PV2 les sous-estime. La méthode ZH, quant à elle, est au plus près de la réalité telle que figurée sur les photographies aériennes. Au sud, le parcellaire étant plus dense et les parcelles plus petites, l'occupation des sols tend à y être plus homogène. Les trois méthodes produisent des résultats plus proches.

Tableau 4 – Un maillage parcellaire plus dense au sud qu'au nord

Zone	Nb parcelles	Taille min.	Taille max.	Taille moyenne
Nord	1617	4,5	174 886	3 666
Sud	4653	1,8	422 770	1 555

Superficies en m² des polygones constituant la couche « parcelles » du PCI. La présence d'unités extrêmement petites renforce l'intérêt discutable de l'emploi du cadastre (cf. ci-dessous).

Cet effet de structure du parcellaire sur la caractérisation de l'occupation des sols est par ailleurs renforcé si l'on tient compte de l'évolution normale du cadastre. La méthode parcellaire telle que nous l'avons appliquée nous a en effet épargné une difficulté inhérente à l'exercice, car nous n'avons pas utilisé le parcellaire cadastral contemporain de chaque photographie aérienne, mais le seul parcellaire de 2010. Or, il va de soi que le cadastre change : des contours de parcelles évoluent, des détachements de parcelles apparaissent, etc. introduisant une instabilité dans la maille de saisie de la donnée d'occupation des sols, et impactant de fait la détermination de l'occupation des sols tout comme les possibilités

© Sud-Ouest Européen, n°33, 2012

d'interprétation de son évolution… Dans la méthode ZH, au contraire, périmètre et caractérisation de chaque zone sont toujours au plus près de la photographie aérienne. Les évolutions ne dépendent en rien d'une maille imposée pour la saisie de l'information.

2. Le « vrai-faux » avantage du cadastre

À l'effet de structure du cadastre, s'ajoute l'illusion d'un véritable avantage en termes de coût et de facilité de production de la donnée. Tout d'abord, il y a lieu de s'interroger sur la possibilité réelle d'éviter toute numérisation manuelle de zones d'occupation des sols ou d'objets vectoriels dans la base. Comme nous l'avons relevé, l'exhaustivité de la couverture dans l'approche parcellaire n'est pas assurée, car des espaces non cadastrés échappent à l'identification. Ces « zones blanches » créent des hiatus qui ne permettent donc pas de représenter dans leur juste proportion la voirie, certains talwegs boisés, etc. Une base de données d'occupation des sols ne pouvant contenir des zones non caractérisées, il serait juste qu'une photo-interprétation sur une base cadastrale implique la numérisation des polygones correspondant aux espaces non cadastrés. Le recours au cadastre pose ensuite des difficultés en termes d'interprétation de l'occupation des sols au niveau de chaque parcelle. La définition des postes de la nomenclature OcsolGeu repose en effet étroitement sur la notion de zone homogène, or celle-ci est incompatible avec un découpage parcellaire ou viaire préétabli dans de nombreux cas [7]. Ainsi, certaines parcelles, souvent de grande taille, ne sont pas correctement caractérisées à cause de leur mixité et de la taille importante de chacune des zones d'occupation. Dans ces cas, il faudrait alors effectuer la division parcellaire correspondante et donc numériser… Un dernier point relatif au supposé avantage du cadastre concerne la qualité des fichiers vectoriels du PCI.

En effet, le découpage parcellaire présente de fréquentes imperfections (parcelles superposées, tracés non cohérents, parcelles cadastrées sur voie publique, etc.) qui constituent autant de difficultés pour la photo-interprétation. Il importe de rappeler qu'il y a un malentendu concernant le cadastre et la supposée précision des limites des propriétés foncières, soit la fiabilité de leurs tracés dans les fichiers du PCI.

Le cadastre n'est qu'une représentation graphique de la propriété foncière (ce sont d'ailleurs les services des impôts qui génèrent cette information et non l'IGN). Sur un territoire donné, il figure des entités foncières les unes par rapport aux autres. Si les formes sont grossièrement conformes à la réalité, elles n'en sont pas la représentation exacte à l'échelle considérée.

La version vectorielle du cadastre reprend entièrement ces caractéristiques sans les corriger [8]. Il s'avère donc nécessaire de reprendre ces contours pour constituer une couverture cohérente et continue de la zone à cartographier et permettre des mesures fiables et non contestables.

3. Occupation des sols *versus* composante occupation des sols d'une base de données cadastrale

Au final, la méthode ZH se révèle moins problématique qu'une méthode fondée sur la caractérisation d'un parcellaire. L'application rigoureuse de règles de photo-interprétation partagées (identification de zones homogènes conformes aux définitions de chaque poste, application d'unités minimales de collecte et continuité du bâti, échelle de la saisie, interprétation à partir de photos aériennes complétées de sources exogènes : autres données, connaissances et vérifications de terrain, etc.) permet en effet d'obtenir une base de données moins discutable (fig. 5). Les zones homogènes évitent l'écueil d'un fond parcellaire qui évolue, qui ne comporte pas la voirie, qui pose le problème de parcelles à occupation complexe, et dont la forme vectorielle présente aujourd'hui de fréquentes erreurs. L'intérêt d'une occupation des sols par ZH réside également dans sa capacité à permettre la caractérisation d'un parcellaire cadastral ou de toute autre unité spatiale en termes d'occupation des sols, par simple opération d'analyse spatiale dans un logiciel de type SIG. Il est effectivement aisé de procéder à un croisement de plans ou « intersect » pour créer le fichier des entités homogènes d'occupation des sols de chaque parcelle, et d'en produire la répartition en pourcentage. L'inverse, c'est-à-dire la réalisation d'une occupation des sols locale ou régionale à partir d'une base de données parcellaire d'occupation des sols, telles que celles que nous avons produites dans l'expérimentation, n'est au contraire pas recommandée. Les unités agrégées ne correspondant pas à des entités paysagères homogènes, la carte résultante contiendrait de nombreuses imperfections.

7) Les limites cadastrales d'une parcelle ne correspondent pas nécessairement à une zone homogène d'occupation des sols. À titre d'exemples : une « parcelle culturale » (notion employée dans le domaine agricole, cf. outil « Mes P@rcelles », développé par les chambres d'agriculture, URL : http://www.lr.mesparcelles.fr/), peut être plus petite qu'une parcelle cadastrée ou déborder de ses limites ; des ensembles construits peuvent être implantés sur plusieurs parcelles mais ne pas les occuper en totalité ; etc.

8) Le Référentiel Foncier Unifié (RFU) progressivement constitué par les géomètres-experts devrait par contre fournir à terme un référentiel fiable (Bezard-Falgas, 2007).

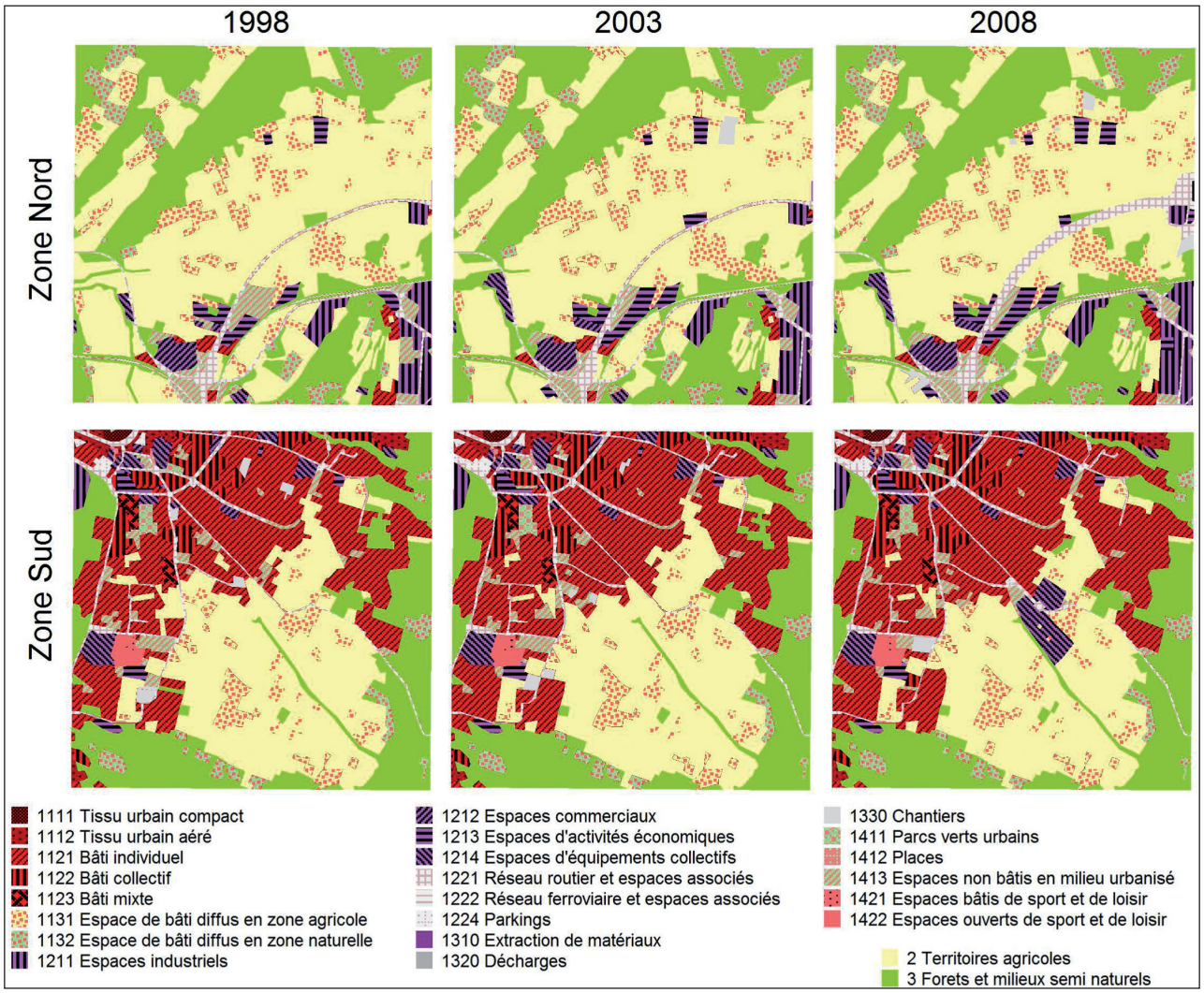

Fig 5 – Occupation des sols par la méthode des zones homogènes

Nomenclature OcsolGEu (niveau 4 CLC). Cohérence et précision de la description des espaces urbains.

Conclusion

Cet article expose une expérimentation sur la construction d'une base de données d'occupation des sols à grande échelle par photo-interprétation de données aériennes. Il s'est agi de confronter deux approches aujourd'hui en débat : l'une reposant sur l'identification puis la numérisation manuelle de zones homogènes d'occupation des sols en fonction d'une nomenclature déterminée ; l'autre basée sur l'affectation des classes de cette même nomenclature à des entités spatiales déjà disponibles sous formes numériques, les parcelles cadastrales. Si cette dernière approche offre l'avantage d'une mise en œuvre plus rapide et donc moins coûteuse, nous concluons à la supériorité de la première, non seulement en termes de qualité de la donnée produite, mais aussi en termes de cohérence par rapport à la notion d'occupation des sols. En effet, pour qu'une base de données relative à l'occupation des sols constitue une aide à la décision au sein les collectivités publiques, elle doit permettre de comprendre et apprécier quantitativement et qualitativement ce qui occupe effectivement et objectivement la surface des sols, dans une vision d'ensemble. L'occupation des sols est donc indépendante des limites administratives ou foncières ; elle ne peut être définie et cartographiée par des entités spatiales qui ne respectent pas la réalité des emprises paysagères.

L'expérimentation a permis de pointer le manque de pertinence du recours au cadastre pour construire une cartographie d'occupation des sols

© Sud-Ouest Européen, n°33, 2012

à grande échelle sur les espaces urbains, mais la validation par la carte de la supériorité de l'approche par zones homogènes (ZH) n'a pas pu être réalisée. Le chantier reste donc partiellement ouvert. Il importe en effet de consolider l'option méthodologique défendue dans cet article : reconduire l'approche ZH sur d'autres terrains et vérifier sa « transposabilité » ; valider sinon totalement au moins partiellement la qualité des données produites en les confrontant par exemple avec une approche par traitement d'images à haute résolution, etc. Au-delà de ces nécessaires compléments, il convient par ailleurs d'envisager l'extension de la démarche de description de l'occupation des sols à grande échelle aux espaces non urbains, soit les « territoires agricoles » et les « milieux naturels et semi-naturels » du niveau 1 de CLC. Cette perspective amène à considérer à nouveau diverses options méthodologiques, notamment l'intégration de données issues d'autres bases (Inventaire Forestier National pour les espaces naturels, par exemple) qui conduirait notamment à étudier le traitement technique de cette intégration. Elle illustre ainsi l'intérêt de tirer parti de plusieurs approches pour constituer une occupation des sols qui satisfasse les attentes de précision géométrique et sémantique des différents utilisateurs.

Références bibliographiques

Aitken M. J., Aalders I.H., « Automating land cover mapping of Scotland using expert system and knowledge integration methods », *Remote Sensing of Environment,* 115, 2011, p. 1285-1295.

Autran J., « Extension de la nomenclature « Corine Land Cover » pour la description de l'occupation du sol à grande échelle », in *Les ontologies – Mythes, réalités et perspectives,* Actes JFO, Sousse 2007, p. 115-134, URL : http://liris.cnrs.fr/gom/JFO_2007/7.pdf.

Autran J., Roux C., *Groupe de travail Nomenclature urbaine – Occupation du sol grande échelle. Rapport final, Fiche résumée et Annexes techniques,* Aix-en-Provence, CRIGE-PACA/ENSA Marseille, 2008, 23 p.

Bezard-Falgas P., « Le référentiel foncier unifié (RFU) : vers une infrastructure française de données foncières pérennes et accessibles à tout citoyen », GeoCongrés, Québec, Canada, 2-5 Octobre 2007, 15 p.

Bhaskaran S., Paramananda S., Ramnarayan M., « Per-pixel and objet-oriented classification methods for mapping urban features using Ikonos satellite data », *Applied Geography* 30, 2010, p. 650-665.

Bohnet I. C., Pert P. L., « Patterns, drivers and impacts of urban growth, A study from Cairns, Queensland, Australia from 1952 to 2031 », *Landscape and urban planning* 97, 2010, p. 239-248.

Brossard T., Wieber J.-C. (dir.), *Paysage et information géographique,* Paris, Lavoisier / Hermes, Traité IGAT, 2008, 414 p.

Donnay J.-P., Collet C., Weber C., « La télédétection urbaine à l'aube de la très haute résolution spatiale » *in* Dubois J.-M. M., Caloz R., Gagnon P., *La télédétection en Francophonie : analyse critique et perspectives.* Éd. AUF, 2000, p. 3-13

DRE PACA, *Occupation du sol 1999. Provence-Alpes-Côte d'Azur. Guide technique,* Aix-en-Provence, Comité régional d'information géographique, 2001.

Fricke R., Wolff E., « The MURBANDY Project : development of land use and network databases for the Brussels area (Belgium) using remote sensing and aerial photography », *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation,* 4, 2002, p. 33–50.

González A., Gilmer A., Foley R., Sweeney J., Fry J., « Applying geographic information systems to support strategic environmental assessment : opportunities and limitations in the context of Irish land-use plans », *Environmental Impact Assessment Review* 31 (3), 2011, p. 368-381.

Gourmelon F., Robin M. (dir), *SIG et littoral.* Paris, Lavoisier/Hermes, 2005, 328 p.

GRAND LYON, *Mesure de l'artificialisation des sols et pressions sur l'environnement,* Lyon, Communauté urbaine, DGDU/ Agence d'Urbanisme pour le développement de l'agglomération lyonnaise, mars 2009, 53 p.

Jacquin A., Misakova L., Gay M., « A hybrid object-based classification approach for mapping urban sprawl in periurban environment », *Landscape and urban planning* 84, 2008, p. 152-165.

Jégou L., « Base de données d'occupation des sols Corine Land Cover : nouvelles données et nouveaux outils », *Mappemonde* 95, 2009. URL : http://mappemonde.mgm.fr/num23/internet/int09301.html.

Joliveau T., *Géomatique et gestion environnementale du territoire. Recherches sur un usage géographique des SIG,* Mémoire d'HDR, 2004, URL : http://thierry.joliveau.pages-perso-orange.fr/HDR.html

Laurent C., Thinon P., *Agricultures et territoires,* Paris, Lavoisier / Hermes, Traité IGAT, 2005, 302 p

Lefebvre A., *Contribution de la texture pour l'analyse d'images à très haute résolution spatiale. Application à la détection de changement en milieu périurbain.* Thèse de géographie, Université Rennes 2 Haute-Bretagne, 2011, 288 p.

Myint S. W., Gober P., Brazel A., Grossman-Clarke S., Weng Q., « Per-pixel vs. Object-based classification of urban land cover extraction using high spatial resolution imagery », *Remote Sensing of Environment* 115, 2011, p. 1145-1161.

Perdigao, V., Christensen S., *The LACOAST atlas: land cover change in European coastal zones,* Ispra, Joint Research Centre, Space applications Institute, Environment and Geo-information Unit, 2000, 230 p.

Padeiro M., « Prolongements du métropolitain et occupation du sol en banlieue parisienne », *Flux,* 75, 2009, p 42-56.

Provencher L., Dubois J.-M. M., « La photointerprétation au Québec : historique et perspectives », *Télédétection* 6 (1), 2006, p. 57-70

Puissant A., *Information géographique et images à très haute résolution. Utilité et application en milieu urbain*. Thèse de géographie, Université Strasbourg I Louis Pasteur, 2003, 444 p.

Robin M., Morsetti V., Pichereau D., Babillot P., Colas S., Texier C., Thuillier A., « L'information géographique de référence en zone côtière : la situation française » *in* Gourmelon F., Robin M. (dir), *SIG et littoral,* Paris, Lavoisier/Hermes, 2005, p. 49-83.

Robin M., *La Télédétection, des satellites aux SIG,* Paris, Nathan, 2002, 128 p, (2e édition).

Rossetti M. (coord.), *Manuel de photo-interprétation,* Paris, Éditions Technip, 1970, 248 p.

Roux C., *Retour d'expériences sur la base de données* OCSOL du CRIGE PACA, Aix-en-Provence, CRIGE PACA, 2004, URL : http://www.crige-paca.org.

Skupinski G., Binhtran D., Weber C., « *Les images satellites Spot multi-dates et la métrique spatiale dans l'étude du changement urbain et suburbain – Le cas de la basse vallée de la Bruche (Bas-Rhin, France)* », Cybergeo [En ligne], article 439, 2009, URL : http://cybergeo.revues.org/21995

Sparfel L., Gourmelon F., Le Berre I., « Approche orientée-objet de l'occupation des sols en zone côtière », *Télédétection* 8 (4), 2008, p. 237-256. Tricart J., Rimbert S., Lutz G., *Introduction à l'utilisation des photographies aériennes,* SEDES, Paris, 1970, 245 p.

Vigné P., *Démarche du basculement de la nomenclature IPLI en nomenclature Corine Land Cover (CLC).* CETE Normandie-Centre, Rapport de la Division « Environnement, infrastructures, ouvrages d'art », 2008, 10 p.

Wentz E. A., Stefanov W. L., Gries C., Hope D., « Land use and land cover mapping from diverse data sources for an arid urban environment ». *Computers, Environment and Urban Systems 30,* 2006, p. 320-346.