L'APPORT DE L'ANALYSE D'IMAGES À LA RECHERCHE DES STRUCTURES SOCIO-SPATIALES

Application au tissu bâti beyrouthin (1956-1999)

par Rita Zaarour

Département de géographie,FLSH, Université Saint-Joseph
Rue de Damas, Beyrouth, Liban

CNRS UMR 6012 ESPACE, Université de Nice-Sophia Antipolis
98 bd Edouard Herriot
Courriel : rita.zaarour@usj.edu.lb

et Christine Voiron-Canicio

CNRS UMR 6012 ESPACE, Université de Nice-Sophia Antipolis
98 bd Edouard Herriot B.P 3209 06204 NICE Cedex 03 France
Courriel : voiron@unice.fr

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'une recherche portant sur la dynamique urbaine de la ville de Beyrouth, dont l'objet est de mettre en évidence et de suivre les structures spatiales du tissu bâti beyrouthin, entre 1956 et 1999, par l'analyse de photographies aériennes et par traitement d'images. L'histoire récente et mouvementée de Beyrouth, nous invite à rechercher les transformations morphologiques et socio-spatiales survenues depuis la deuxième moitié du 20e siècle, en interrogeant le terrain à travers les photographies aériennes pour les premières, en prenant appui sur les écrits de l'époque pour les secondes. Dans un premier temps, nous présenterons les informations disponibles sur la répartition sociale de la population beyrouthine de l'époque étudiée. Puis nous exposerons les résultats de nos recherches sur les structures spatiales du tissu bâti. Enfin, les connaissances issues de ces différentes recherches seront croisées afin de mettre en lumière la dynamique urbaine de la ville sur près d'un demi-siècle, en mettant en parallèle les aspects morphologiques et sociaux.

This study is part of a research on the dynamics of the city of Beirut whose purpose is to highlight and monitor the spatial structure of the built up areas of Beirut, between 1956 and 1999, through the analysis of aerial photographs and image processing. The recent turbulent history of Beirut invites us to investigate the morphological changes that occurred since the second half of the twentieth century by using the aerial photography, and the socio-spatial changes by relying on the writings of the time. First, we will present the available information on the social distribution of the population of Beirut at the time of the study. Then we will present the results of our research on spatial structures of the built up areas. Finally, the knowledge from these various studies will be used to shed light on the dynamics of the city for nearly half a century, by confronting the morphological and social aspects.

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'une recherche portant sur la dynamique urbaine de la ville de Beyrouth, dont l'objet est de mettre en évidence et de suivre les structures spatiales du tissu bâti beyrouthin, entre 1956 et 1999, par l'analyse de photographies aériennes et par traitement d'images. La forme urbaine est une des composantes majeures du système urbain. Elle est en partie façonnée par ceux qui habitent la ville et rétroagit sur son contenu social. Aussi avons-nous cherché à mettre en parallèle les structures morphologiques de Beyrouth, décelées dans le cadre de notre recherche avec les caractéristiques socio-spatiales extraites d'autres travaux scientifiques menés en 1956 et 1972.

Le périmètre d'étude couvre la ville de Beyrouth, la capitale du Liban, dans ses limites municipales pratiquement inchangées depuis la fin du 19e siècle. Dès cette époque, Beyrouth connaît un mouvement de croissance ininterrompu. Ce mouvement est remarquable à partir de 1888, lorsque, après des siècles de léthargie, la ville devient, sous l'empire ottoman, la capitale de la wilayet qui porte son nom. L'évolution s'accélère à partir du milieu du 20e siècle. La période d'étude, qui s'étend de 1956 à 1999, est caractérisée par une forte expansion de Beyrouth mais aussi par de grands bouleversements qui affectent la morphologie du bâti comme les composantes socio-démographiques de la ville. De 1956 à 1975, la ville est un pôle économique et financier de premier plan, tant à l'échelle locale que régionale, ce qui se « traduit sur le terrain par une expansion spatiale » (Bourgey 1985). Entre 1975 et 1990, Beyrouth est affectée par la guerre civile. La décennie 1990 est la phase de l'après-guerre, marquée par la reconstruction et la tentative de ressouder une ville scindée en deux durant plus de quinze années.

L'histoire récente et mouvementée de Beyrouth, nous invite à rechercher les transformations morphologiques et socio-spatiales survenues depuis la deuxième moitié du 20e siècle, en interrogeant le terrain à travers les photographies aériennes pour les premières, en prenant appui sur les écrits de l'époque pour les secondes. Dans un premier temps, nous présenterons les informations disponibles sur la répartition sociale de la population beyrouthine de l'époque étudiée. Puis nous exposerons les résultats de nos recherches sur les structures spatiales du tissu bâti. Enfin, les connaissances issues de ces différentes recherches seront croisées en mettant en parallèle les aspects morphologiques et sociaux, afin d'éclairer la dynamique urbaine de la ville plus particulièrement entre 1956 et 1975, période pour laquelle l'information est disponible.

1 La connaissance des structures socio-spatiales de Beyrouth

Très peu d'études ont pu aborder l'analyse socio-spatiale de la capitale libanaise faute de données exhaustives, précises et cohérentes, permettant de caractériser la population des quartiers de Beyrouth. Le dernier recensement de la population libanaise remonte à 1932. Les informations disponibles relèvent le plus souvent d'études ponctuelles dans l'espace et dans le temps et sont publiées sous forme de tableaux de fréquences ou d'estimations relatives aux grands découpages administratifs. De plus, ces données souffrent d'imprécisions et d'un manque de cohérence car les découpages territoriaux utilisés comme unités statistiques ne sont pas toujours concordants d'une étude à l'autre, et parce que l'information existante est fragmentaire, descriptive et non spatialisée.

Toutefois deux thèses de géographie, ayant pour objet la ville de Beyrouth, constituent des sources d'information précieuses sur la caractérisation socio-morphologique des quartiers, pour la période précédant la guerre civile. La thèse de Saïd Chehab-Ed-Dine (1953), *Géographie humaine de Beyrouth*, mise à jour puis publiée en 1960, est une monographie qui brosse le tableau de la capitale libanaise dans les années cinquante. La description souvent minutieuse des rues, quartiers ou secteurs de la ville cherche à « établir des relations entre le paysage urbain et la vie sociale ». En d'autres termes, les aspects fonctionnels, morphologiques et sociaux sont des paramètres utilisés pour décrire les lieux sans aboutir à une synthèse permettant de dégager une organisation socio-spatiale ou morphologique à l'échelle de la ville. En revanche, Helmut Ruppert, dans sa thèse, *Beyrouth, une ville d'Orient marquée par l'Occident*, dresse une typologie des quartiers de la ville en 1968, basée sur le critère socio-communautaire et sur le niveau de revenu.

H. Ruppert utilise le critère religieux comme élément de structuration des quartiers résidentiels puisque traditionnellement dans les villes islamiques et orientales, auxquelles appartient Beyrouth, les habitants se regroupent par communauté ou par ethnie dans des quartiers cloisonnés, isolés les uns des autres, et ceci indépendamment de leur niveau de revenu. Mais, l'auteur adjoint le critère « niveau de vie » car le modèle de structuration communautaire de l'espace urbain est en partie perturbé, dans le cas de Beyrouth, par la présence des communautés chrétiennes chez qui « le critère social du niveau de revenu joue déjà un rôle dans la structuration des quartiers, à côté de l'appartenance religieuse »

(Ruppert 1969). Les résultats de cette analyse aboutissent à la production d'une carte de la structuration des quartiers résidentiels en fonction de l'appartenance religieuse et du niveau de vie (fig. 1) et d'une autre sur le classement des quartiers selon leur fonction (fig. 2, 2a et 2b).

L'étude de S. Chehab-Ed-Dine ne possédant aucun document cartographique décrivant la structure socio-spatiale de Beyrouth, nous avons entrepris de spatialiser les informations relatives au niveau de vie des populations résidentes, contenues dans cette thèse, puis mis en parallèle la carte obtenue et celle de H. Ruppert (fig. 3). Afin de faciliter l'analyse diachronique, nous avons homogénéisé les cartes des années 1950 et de 1968, en conservant le découpage administratif par secteur adopté par Chehab-Ed-Dine pour la classification socio-fonctionnelle des quartiers élaborée par Ruppert. La confrontation des deux cartes révèle une complexification du paysage social beyrouthin. D'une organisation où dominent, dans les années 1950, les quartiers de classes moyennes au cœur de la ville et les quartiers de classes inférieures vers la périphérie, à l'exception du secteur ouest nouvellement investi par les classes supérieures, nous observons le passage, en 1968, à une organisation beaucoup plus fragmentaire de l'espace, caractérisée par une composition sociale plus diversifiée. Ainsi, les quartiers de classes moyennes situés dans le péricentre aux abords du port et du « quartier des affaires » sont devenus plus hétérogènes, suite à « l'afflux de catégories sociales plus pauvres qui occupent les bâtiments délaissés » par les catégories plus aisées (Ruppert 1969). La périphérie est, pour sa part, touchée, dans sa partie est et sud, par une grande mixité sociale où se côtoient très pauvres et riches. Quant aux quartiers ouest et plus particulièrement le secteur des dunes vers le sud-ouest, jusque là de faible densité ou presque vides, ils sont appropriés par une population à très haut revenu attirée par les aménités d'un site de front de mer.

Si pour la période qui précède le déclenchement de la guerre civile, en 1975, nous disposons des deux thèses précitées, qui jettent un éclairage sur les structures socio-spatiales à l'intérieur de la ville de Beyrouth, il n'en est pas de même pour la période d'après-guerre. Les études réalisées après 1990 se focalisent essentiellement sur les conséquences de la guerre, sur la croissance morphologique de l'agglomération urbaine de Beyrouth et sur sa délimitation (Davie 1997 ; Arnaud 1997 ; Zaarour 2000 ; Faour et al. 2005). De nombreux écrits ont aussi pour objet le débat sociologique et urbanistique concernant la reconstruction du centre-ville de Beyrouth (Beyhum et al. 1997 ; Verdeil 2002 ; Barakat 2005). D'autre part, peu d'études ont abordé la question de la recomposition socio-spatiale du Beyrouth d'après-guerre. Lorsqu'elles existent, ces études ont porté sur des fragments de la ville, une rue, un quartier (Gholam-Khoury 1991 ; Boudisseau 1997 ; Fattore 1997; Khayat 1997), ou sur les quartiers de la banlieue de Beyrouth que Valérie Clerc-Huybrechts qualifie « d'irréguliers », cette irrégularité se situant tant au niveau du respect de la loi que de la forme du bâti (Fawaz 2004 ; Clerc-Huybrechts 2008). L'absence d'une vue synoptique du paysage social beyrouthin récent rend difficile le suivi et l'analyse de l'évolution de la structure socio-spatiale de la ville sur la longue durée et par là même, sa confrontation à la morpho-dynamique sur près de cinquante ans.

2 Les structures spatio-morphologiques révélées par l'analyse d'images

Le processus de fragmentation de l'espace beyrouthin, entre les années 1950 et 1972, s'observe aussi sur le plan morphologique. À partir des photographies aériennes de 1956, 1972 et 1999, nous avons mis en place un protocole d'analyse permettant de caractériser le bâti de Beyrouth au travers de plusieurs variables (hauteur, taille, emprise au sol et densité), traduites en images avec des niveaux de gris (Zaarour, Voiron et Barakat 2008). L'examen de ces variables morphologiques met en évidence une tendance à l'hétérogénéité croissante du tissu bâti. Afin d'estimer l'intensité de l'hétérogénéité du bâti à l'intérieur du champ d'étude et de suivre son évolution spatiale et temporelle, nous avons procédé à une analyse des contrastes de niveaux de gris entre pixels voisins, par le calcul du gradient morphologique. Les pixels sont d'autant plus clairs que le gradient est fort. Le volume de l'image gradient correspond à la somme de toutes les valeurs de gris des pixels. Si le volume de l'image gradient est élevé, c'est le signe que les contrastes de voisinage sont importants, que le champ d'étude est loin d'être homogène et qu'il est, au contraire, marqué par des discontinuités et un fort morcellement.

L'observation du volume des images gradient portant sur les différents paramètres descriptifs du bâti (hauteur et taille) et du tissu constructif (emprise au sol du bâti dans la maille et densité du bâti) montre que, à l'exclusion de la densité du bâti, le volume tend à croître au cours du temps, de manière plus ou moins forte (fig. 4). Si le calcul du volume des images gradient fournit une évaluation quantifiée de l'hétérogénéité du tissu constructif sur le long et moyen terme, l'observation de ces mêmes images renseigne

sur la répartition spatiale des contrastes intra-urbains. Une structure centre-périphérie apparaît nettement mais avec plus ou moins d'intensité selon les variables et les dates observées (fig. 5). Dans l'ensemble, les valeurs de gradient sont faibles au cœur de la ville qui apparaît nettement plus sombre que la couronne périphérique caractérisée par des niveaux de gris clairs, voire blancs. Ceci dénote un fort contraste entre les espaces intra-urbains, aux caractéristiques globalement semblables, et les zones périphériques plus diversifiées. L'extraction des zones de plus forts contrastes confirme ces observations visuelles (fig. 6). Par ailleurs, l'examen de ces zones révèle une organisation spatiale de type auréolaire quelle que soit la variable morphologique observée. La question qui se pose à ce niveau est celle de savoir ce qui différencie les deux composantes du modèle centre-périphérie.

En passant en revue les variables morphologiques, après discrétisation des valeurs de chacune des images à niveaux de gris aux trois dates étudiées (fig. 7 et 8), nous observons une plus grande diversité périphérique comparativement au centre. En effet, l'absence d'une classe dominante caractérisant la morphologie urbaine des quartiers éloignés du centre confirme le manque d'unité de leur paysage bâti. À l'inverse, certaines modalités de classe sont davantage représentées au centre, conférant à cet espace une certaine homogénéité. Ainsi, côté centre, la variable hauteur du bâti montre une prédominance, en 1956, de la classe des bâtiments ayant entre 2 et 4 étages. Ultérieurement, cette homogénéité est relativement préservée même si une légère diversification et un glissement progressif vers des classes de hauteurs supérieures sont perceptibles. En 1972, les bâtiments peu élevés, variant entre 2 à 6 étages, continuent à prévaloir alors qu'en 1999 ce sont les 4 à 9 étages qui s'imposent. Toutefois, cette plus ou moins grande uniformité du centre de la ville semble transparaître surtout à travers l'observation de la taille moyenne du bâti, puisque le pic de valeurs relatif à la classe des bâtiments de dimension moyenne est remarquable sur les courbes correspondant aux trois dates étudiées.

Par ailleurs, et sur l'ensemble de la période analysée, nous relevons des caractéristiques morphologiques diamétralement opposées entre le tissu constructif du centre et celui de sa périphérie (fig. 8). Si l'occupation du sol et la densité du bâti semblent plutôt élevées au centre, elles le sont beaucoup moins en dehors, la périphérie offrant l'image d'une mosaïque où se trouvent représentés tous les types de tissu depuis les zones vides jusqu'aux surfaces plus ou moins fortement occupées et denses.

3 Croisement des structures morphologiques et des structures socio-spatiales

Afin d'arriver à mettre en parallèle les structures morphologiques dégagées à partir de l'analyse d'images et les analyses socio-spatiales dont nous disposons, en l'occurrence celles des années 1950 et de 1968, nous avons cherché à synthétiser l'analyse morphologique au moyen d'une classification multicritère, et à superposer à cette dernière (fig. 9) la classification socio-fonctionnelle issue des études antérieures (Chehab-Ed-Dine et Ruppert).

3.1 La classification multicritère

La classification multicritère en six classes réalisées à partir des variables morphologiques fait ressurgir la structure auréolaire du modèle beyrouthin en 1956 et 1972 (fig. 9), avant le déclenchement de la guerre libanaise de 1975. Elle permet de caractériser les différentes couronnes observables grâce aux hauteur et taille de leur bâti ainsi qu'à leur tissu constructif avec, d'une part, la proportion du bâti dans la maille (en d'autres termes son emprise au sol) et, d'autre part, la densité. Deux points majeurs se dégagent de la classification : le noyau central de la ville, qui coïncide avec la partie la plus anciennement urbanisée de Beyrouth, contraste en 1956 et 1972 avec son voisinage extérieur ; et, par ailleurs, la masse du bâti conserve le même profil, caractérisé par une taille de construction moyenne et un tissu bâti bien compact, avec toutefois, une tendance à l'augmentation de la hauteur des bâtiments au fil du temps.

Quant à l'enveloppe ceinturant le centre, si elle se distingue encore, en 1956, par un tissu bâti visiblement non saturé, occupé par un type de bâti de taille moyenne et ne dépassant pas les deux à quatre étages, elle semble connaître, en 1972, des transformations notables quant à la forme du bâti. Des constructions plus élevées et de dimensions supérieures se substituent aux précédentes. Au-delà de la couronne située aux abords immédiats des quartiers les plus anciens et à l'exclusion de surfaces gagnées sur la mer après 1972, se retrouve en 1956 comme en 1972 un tissu urbain peu dense, largement inoccupé. En 1956, l'habitat dispersé qui s'y trouve est un reliquat de petites maisons de zones rurales résiduelles, toujours présent à l'intérieur des limites administratives de la ville, comme peuvent en témoigner les photographies aériennes de l'époque. En 1972, suite à l'avancée de l'urbanisation, ce type de bâti cède progressivement la place à des constructions modernes qui gagnent à la fois en hauteur et en surface (fig. 9).Notons enfin le recoupement entre la

zone périphérique très hétérogène, mise en relief par l'analyse multicritère, et la zone de plus forts contrastes, issue de l'analyse des images gradient. La diversification du tissu urbain, observée dans les zones extérieures au noyau central homogène, ne fait que confirmer l'hétérogénéité de la couronne périphérique observée sur les images gradient (fig. 5 et 6).

3.2 Classification morphologique multicritère et classification socio-fonctionnelle

La mise en évidence et la caractérisation de la structure morphologique de Beyrouth pour 1956 et 1972 nous amène à poser avec prudence la question suivante : comment se combinent le modèle morphologique résultant de la classification multicritère et l'organisation socio-fonctionnelle dégagée des études menées de 1953 à 1968 ? La confrontation par superposition des deux classifications, morphologique et socio- fonctionnelle, et leur analyse diachronique, permet d'effectuer quelques constatations (fig. 10).

En 1956, le modèle morphologique et l'organisation socio-spatiale de la ville de Beyrouth semblent relativement concordants à quelques exceptions près. Le noyau central, largement urbanisé et homogène morphologiquement, l'est aussi sur le plan social avec la présence dominante des classes moyennes logeant dans un bâti de taille et de hauteur moyennes. Quant à l'hétéro-généité de la périphérie, elle s'exprime tant sur le plan morphologique que social. Des bidonvilles s'installent au nord-est de Beyrouth près du port et des abattoirs, dans un secteur répulsif. Les populations à revenu faible se retrouvent, quant à elles, vers l'est, le sud et le sud-est de la ville, dans les zones industrielles, mais aussi dans les zones agricoles résiduelles ou dans la région des dunes, qui se caractérisent par la faible densité de constructions de dimension relativement petite et de hauteur modeste, alors que les populations à revenu élevé, résidant encore dans des maisons traditionnelles avec jardin, sont implantées au nord-ouest sur les terrains privilégiés faisant face à la mer.

En 1972, si côté périphérie, l'hétérogénéité caractérise encore les deux aspects morphologique et social, c'est surtout sur le plan social qu'elle s'accentue. L'accélération de l'urbanisation au cours de la phase d'or de Beyrouth (1956-1975) entraîne la recomposition sociale de différents quartiers. Une mixité parfois bien accusée, où se côtoient riches et pauvres, apparaît là où, en 1956, les populations à faible revenu prédominaient. Par ailleurs, les quartiers de populations à revenu élevé enregistrent une expansion vers l'ouest, toujours en bordure du front de mer où apparaissent des bâtiments luxueux, relativement élevés et de grande dimension. De plus, un nouveau quartier de classe moyenne se met en place vers le sud-est de la ville dans un secteur presque vierge. La recomposition sociale, qui aboutit à la mixité, touche aussi certains quartiers riverains du centre-ville. L'uniformité enregistrée en 1956 est quasiment perdue. Ainsi nous pouvons noter que, si, en 1972, la morphologie de la ville évolue tout en conservant sa structure auréolaire, par contre l'organisation socio-spatiale ne colle plus exactement au modèle morphologique.

En conclusion, l'absence récurrente de données sur Beyrouth rend délicate toute analyse socio-spatiale au niveau infra-urbain. Toutefois, la démarche prudente que nous avons retenue et qui repose sur l'analyse de photographies aériennes par morphologie mathématique et sur l'examen de cartes issues de travaux antérieurs donnant les caractéristiques socio-morphologiques des quartiers de Beyrouth permet, a minima, de mettre en évidence deux points majeurs. D'une part, l'observation des structures morphologique et sociale de l'espace beyrouthin en 1956 et 1972 ainsi que leur évolution entre ces deux dates révèlent que le contenant n'évolue pas toujours au même rythme que le contenu. D'autre part, si un modèle de la ville prenant en compte à la fois les paramètres sociaux et morphologiques est relativement possible pour l'année 1956, ce modèle s'avère plus difficile à mettre en place pour la période qui suit. La tendance semble être à l'accentuation de la fragmentation du paysage social de Beyrouth, qui semble précéder celle du paysage morphologique.

Bibliographie

Arnaud J.-L., 1997, « Trop grand Beyrouth? », dans Arnaud J.-L., dir., *Beyrouth, Grand-Beyrouth*, Cahiers du CERMOC, n° 16, p. 209-225.

Barakat L., 2005, « Le centre-ville de Beyrouth ou l'espace fragmenté », *Travaux et jours, nouvelle série*, n° 76, p. 213-232.

Beyhum N., Salam A., Tabet J., 1997, *Beyrouth : construire l'avenir, reconstruire le passé?*, Beyrouth, Urban Research Institute.

Boudisseau G.,1997, « Hamra: nouveau centre ancien », dans Arnaud J.-L., dir., *Beyrouth, Grand-Beyrouth*, Cahiers du CERMOC, n° 16, p. 67-80.

Bourgey A., 1985, « La guerre et ses conséquences géographiques au Liban », *Annales de géographie*, n° 521, p. 1-37.

Chehab-Ed-Dine S., 1960, *Géographie humaine de Beyrouth avec une étude sommaire sur les deux villes de Damas et de Bagdad*, Beyrouth (thèse, Paris Sorbonne, 1953).

Clerc-Huybrechts V., 2008, *Les quartiers irréguliers de Beyrouth, une histoire des enjeux fonciers et urbanistiques dans la banlieue sud*, Beyrouth, IFPO.

Davie M.F., 1997, « Quelles limites géographiques pour Beyrouth? », dans Beyhum N., Salam A., Tabet J., dir., *Beyrouth : construire l'avenir, reconstruire le passé?*, Beyrouth, Urban Research Institute, p. 30-41.

Fattore M.C., 1997, « Recompositions socio-spatiales avant et après la guerre : le quartier Moussaytbé », dans Arnaud J.-L., dir., *Beyrouth, Grand-Beyrouth*, Cahiers du CERMOC, n° 16, p. 89-99.

Fawaz M., 2004, *Strategizing for housing : an investigation of the production and regulation of low-income housing in the suburbs of Beirut*, Thesis (PhD), Massachusetts Institute of Technology, Department of Urban Studies and Planning.

Gholam-Khoury A., 1991, *Mutations urbaines à Beyrouth : le quartier d'Achrafieh*, Thèse de doctorat, Université de Paris I Sorbonne.

Khayat T.,1997, « La rue Getaoui et la croissance de Beyrouth », dans Arnaud J.-L., dir., *Beyrouth, Grand-Beyrouth*, Cahiers du CERMOC, n° 16, p. 81-87.

Ruppert H., 1999, *Beyrouth, une ville d'Orient marquée par l'Occident*, traduit de l'allemand et présenté par Eric Verdeil, dans Les Cahiers du Cermoc, n° 21, (thèse de doctorat publiée initialement en 1969 par la Société franconienne de géographie à Erlangen).

Verdeil É., 2002, *Une ville et ses urbanistes : Beyrouth en reconstruction*, Thèse de doctorat en géographie, mention urbanisme, Université de Paris I Sorbonne.

Voiron-Canicio Ch., 1992, *Espace, structures et dynamiques régionales : l'arc méditerranéen*, Thèse d'État, Université de Nice-Sophia Antipolis.

Voiron-Canicio Ch., 1995, *Analyse spatiale et analyse d'images*, Montpellier, GIP Reclus, coll. Espaces modes d'emploi.

Zaarour R., Voiron C., Barakat L., 2008, « Création de données dans un contexte imprécis et incertain : application à la dynamique urbaine de Beyrouth – Liban (1956-1999) », dans Allard P., Fox D., Picon B., dir., *Incertitude & environnement, la fin des certitudes scientifiques*, ÉDISUD, Collection Écologie humaine, p. 141-150.

Zaarour R., 2000, *La tache urbaine de l'agglomération de Beyrouth, une approche méthodologique préliminaire*, Mémoire de DEA, Université Saint-Joseph de Beyrouth.

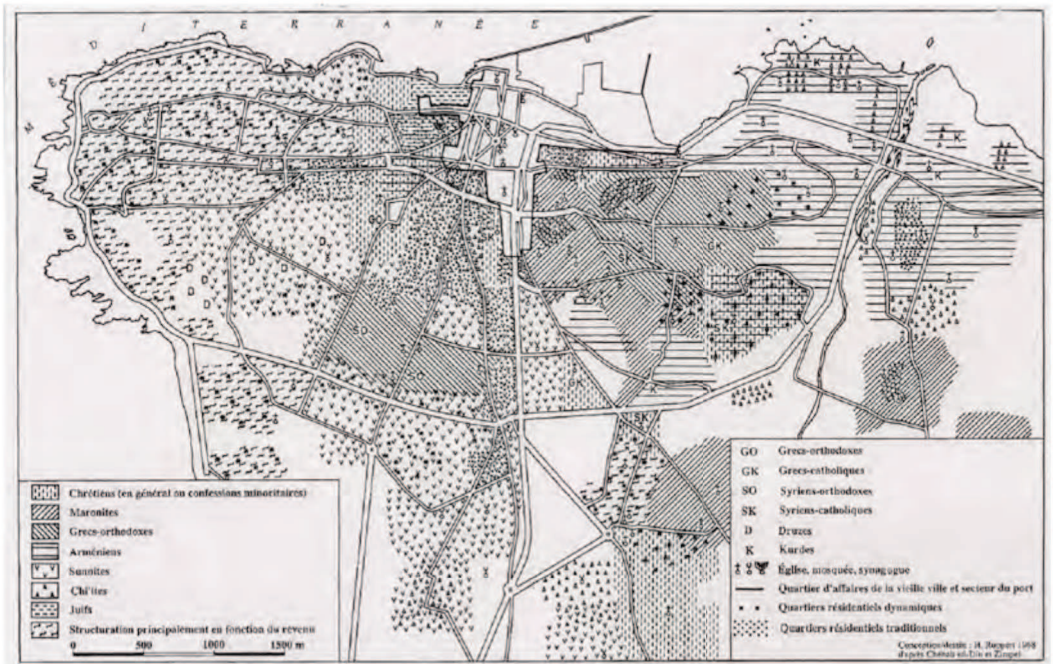


Figure 1 : La structuration des quartiers résidentiels en fonction de l'appartenance religieuse et du niveau de revenu (Ruppert 1968)

Figure 2 : Légende du classement par fonction (Ruppert 1968)

Figure 2a : S.-O. de Beyrouth (Ruppert 1968)

Figure 2b : S.-E. de Beyrouth (Ruppert 1968)

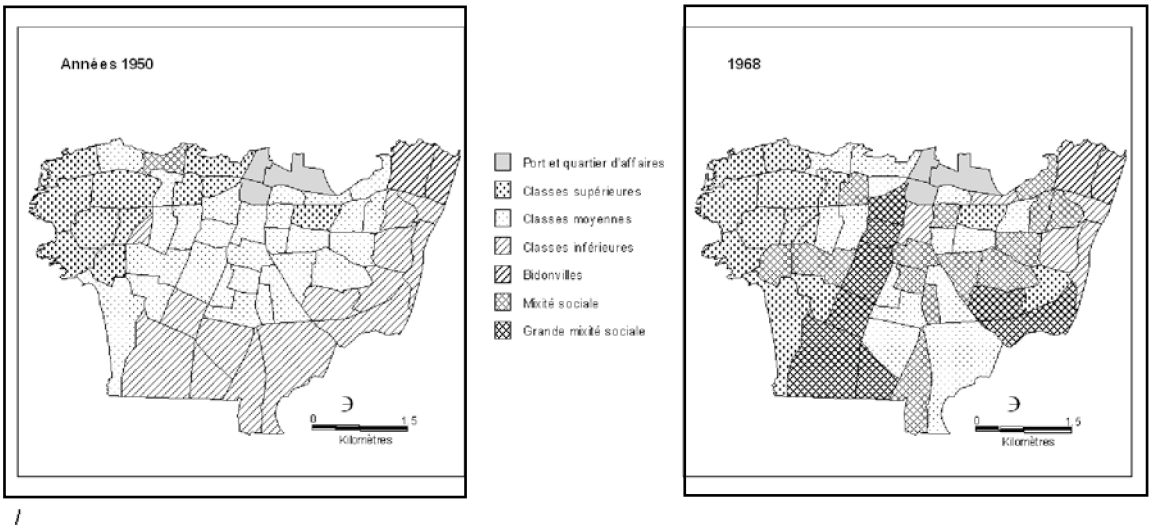


Figure 3 : Répartition de la population selon le niveau de vie et par quartiers (d'après Chehab ed Dine et Ruppert)

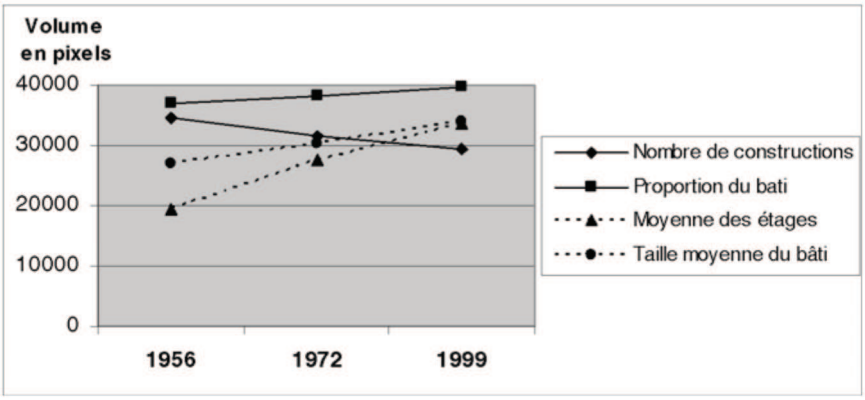


Figure 4 : Evolution de l'hétérogénéité du tissu bâti selon différents critères morphologiques (volume de l'image gradient)

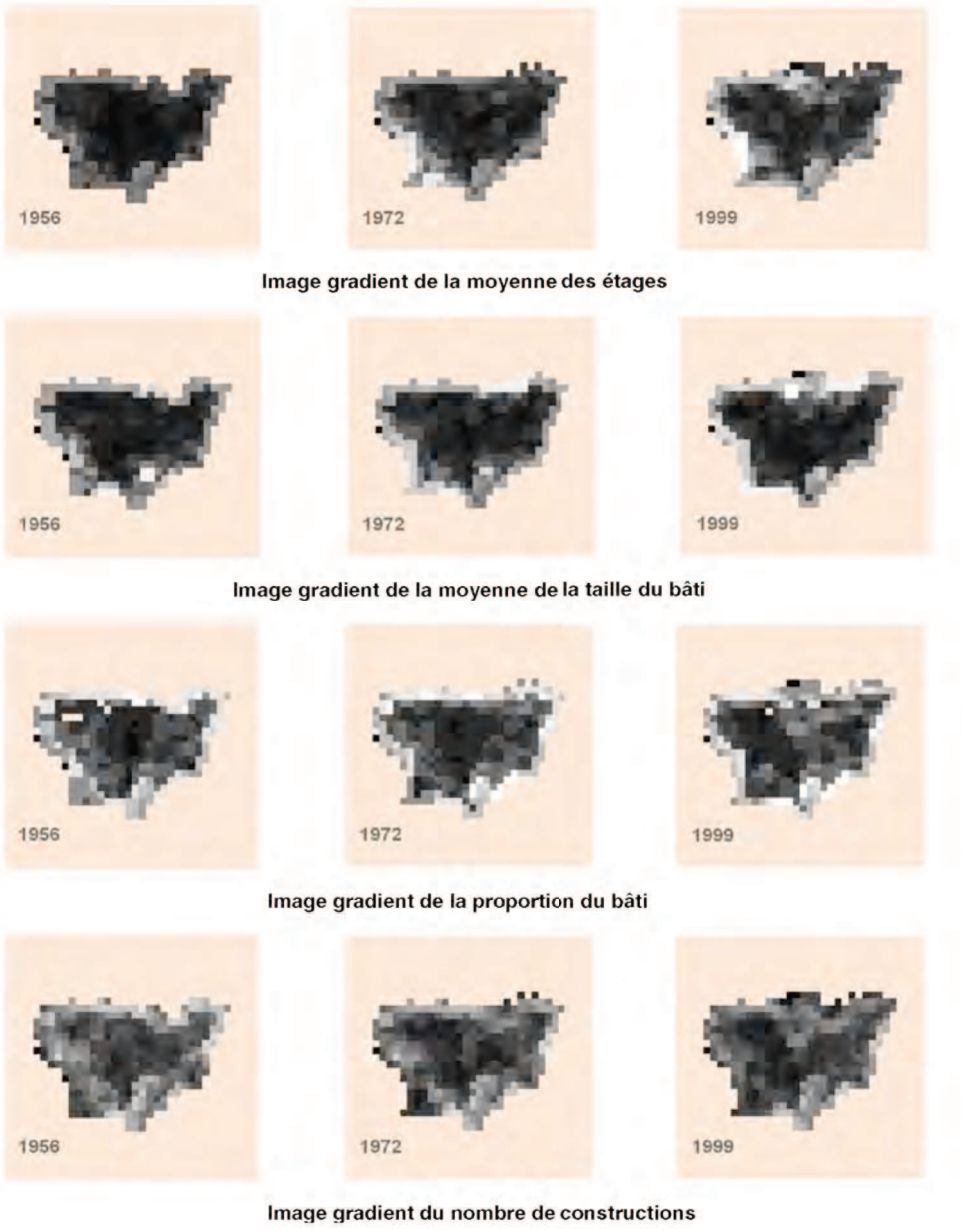


Figure 5 : Images gradient des variables descriptives du bâti et du tissu urbain (1956-1999)

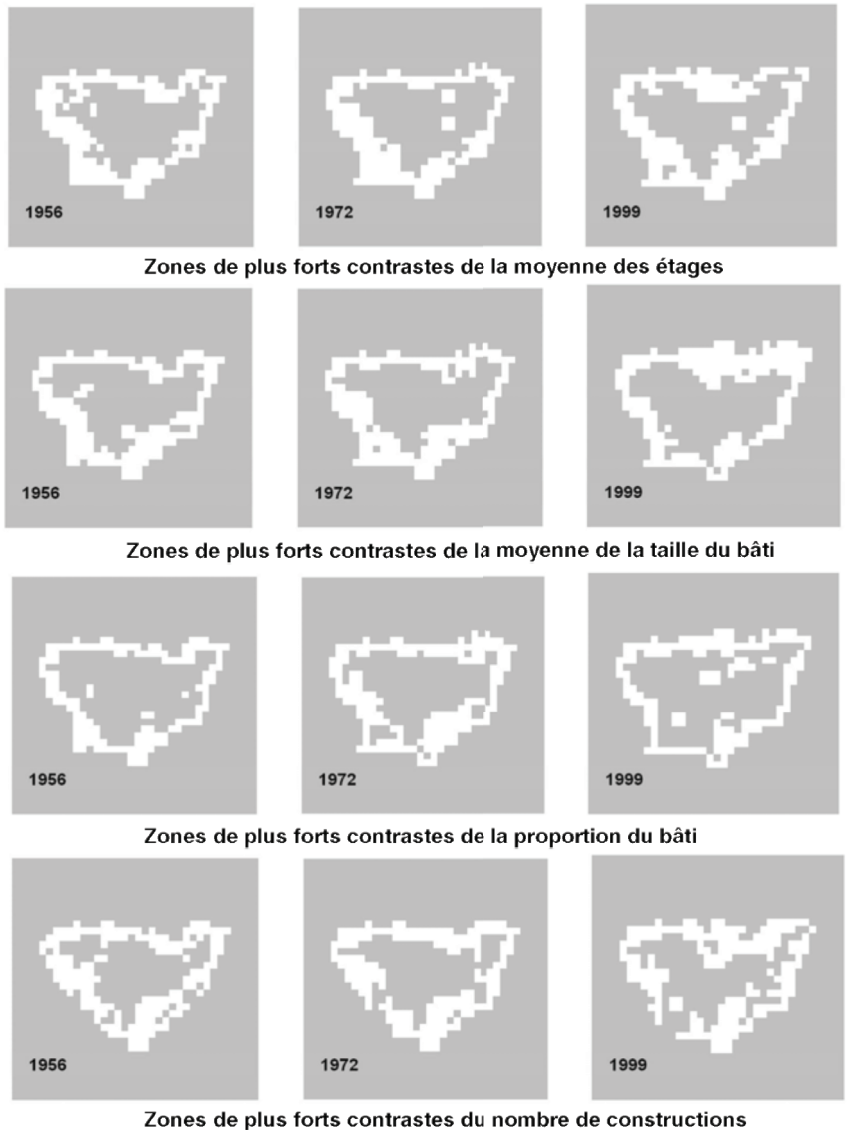


Figure 6 : Les zones de plus forts contrastes

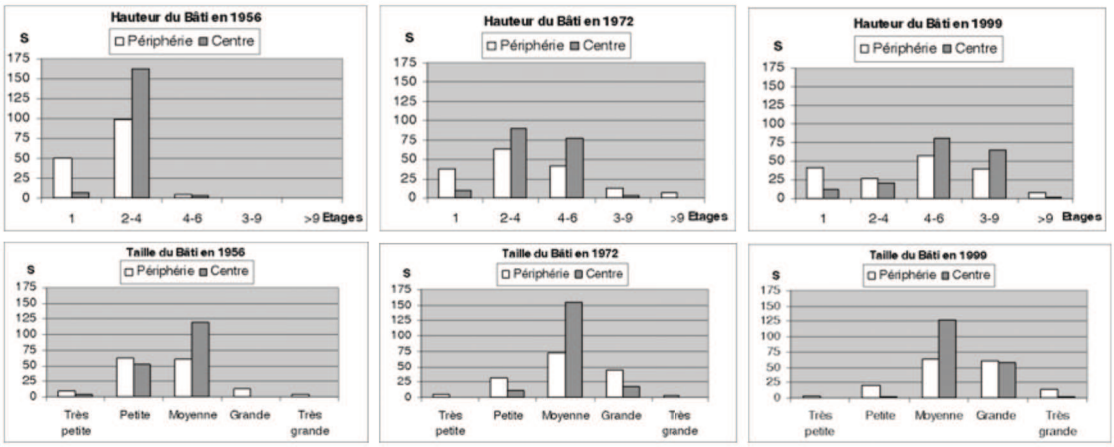


Figure 7 : Évolution de la forme du bâti au centre et à la périphérie de Beyrouth

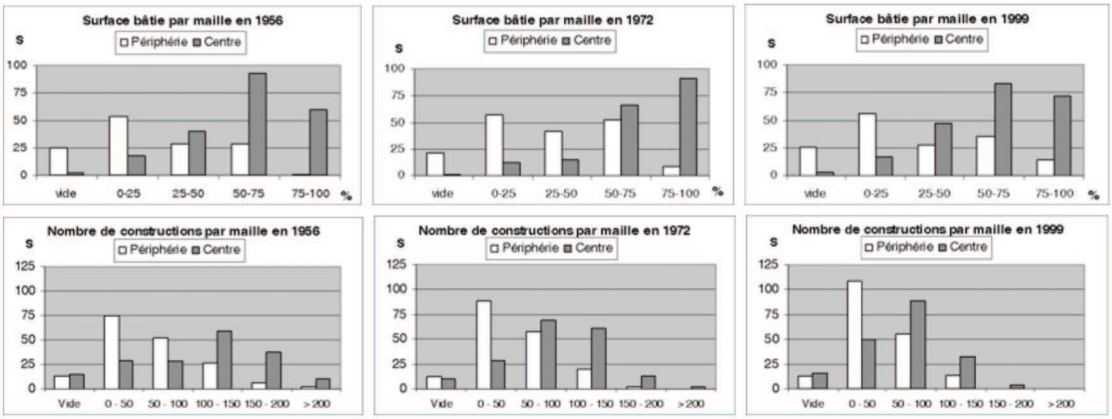
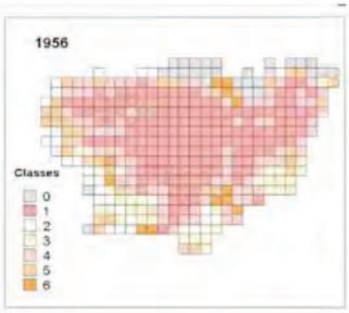
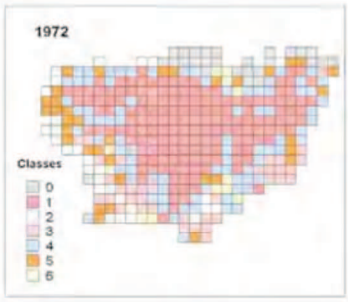


Figure 8 : Évolution du tissu constructif au centre et à la périphérie de Beyrouth



Classe	Netages	Taille	Proportion bâti	Densité
0	hors champ	hors champ	hors champ	hors champ
1	faible	moyenne	très élevée	moyenne
2	vide	vide	vide	vide
3	très faible	petite	faible	très faible
4	faible	moyenne	moyenne	faible
5	faible	moyenne	faible	très faible
6	faible	grande	faible	très faible



Classe	Netages	Taille	Proportion bâti	Densité
0	hors champ	hors champ	hors champ	hors champ
1	moyen	moyenne	très élevée	moyenne
2	vide	vide	vide	vide
3	faible	moyenne	moyenne	faible
4	élevé	grande	faible	très faible
5	très faible	grande	faible	très faible
6	très faible	petite	faible	très faible

Figure 9 : Évolution de la structure morphologique du tissu bâti

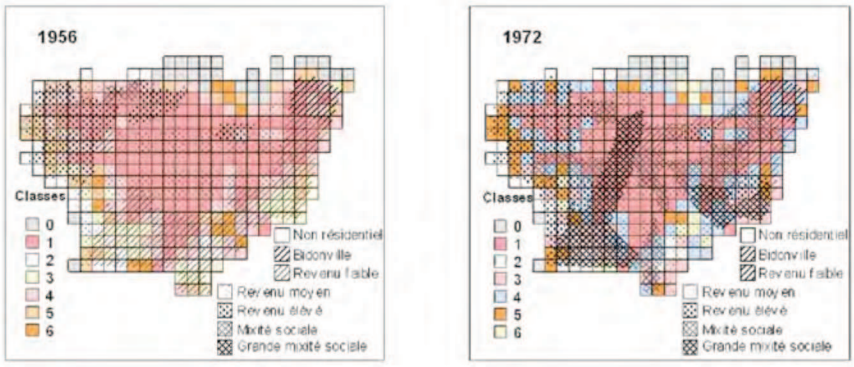


Figure 10 : Structure morphologique du tissu bâti et répartition de la population selon le revenu