

Création de données dans un contexte imprécis et incertain : application à la dynamique urbaine de Beyrouth (1956-1999)

*Rita Zaarour**, *Christine Voiron-Canicio***, *Liliane Buccianti-Barakat**

Appréhender la croissance urbaine de la ville de Beyrouth au cours de la deuxième moitié du XX^e siècle (1956-1999) nécessite le recours à des données démographiques socio-économiques et surtout à de l'information spatialisée. Or, ces conditions, dans le cas de Beyrouth, font souvent défaut. L'information disponible est imprécise et fragmentaire et ce problème est d'autant plus aigu que la période est ancienne. Face à cette contrainte majeure qu'est l'absence de données fiables, exhaustives et à grande échelle, il est apparu indispensable d'adopter une démarche rigoureuse de création de l'information. La démarche retenue vise, à partir d'une lecture de photographies aériennes prises à des dates successives : 1956, 1972 et 1999, à extraire des données morphologiques diverses concernant le bâti afin de pouvoir en dériver ultérieurement, au moyen de modèles, une estimation de la population à une échelle fine ou plus précisément un ordre de grandeur de sa distribution. À cette fin, la démarche consiste, à travers l'interprétation des clichés, à générer des données sur le bâti en prenant en compte le degré d'imprécision inhérent à ces documents et le degré d'incertitude quant à l'observation des phénomènes.

Des données existantes insuffisantes, imprécises et incertaines

Afin de mieux saisir l'impératif de la création de l'information auquel nous avons été acculés dans le cadre de notre étude, il est indispensable de rappeler, ne serait-ce que brièvement, le problème des données au Liban. Cette question recouvre une série de difficultés touchant à la collecte des données statistiques, plus particulièrement démographiques ainsi qu'à la collecte de l'information géographique.

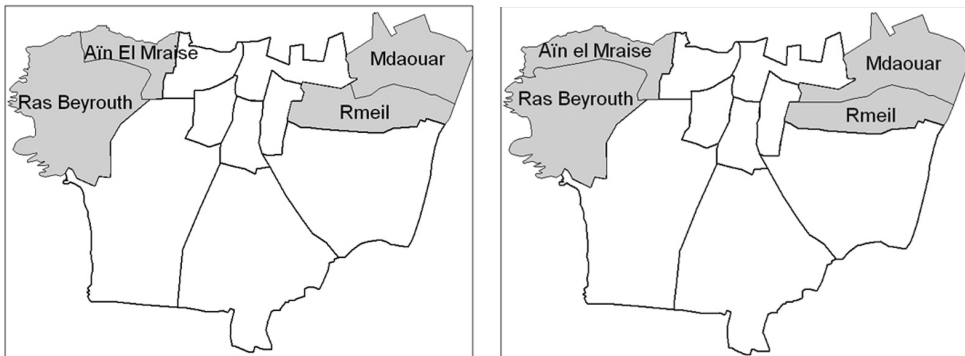
* Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Université Saint-Joseph, Campus des Sciences Humaines, rue de Damas, BP 17, 5208 Mar Mikhaël, Beyrouth 1104 2020, Liban

** CNRS UMR 6012 ESPACE, Université de Nice-Sophia Antipolis, 98 bd Édouard-Herriot, BP 3209, 06204 Nice cedex 03, France

Le problème des données démographiques au Liban

Disposer de données statistiques fiables et précises est quasiment impossible pour de multiples raisons, telles que l'absence de recensement exhaustif et régulier depuis 1932 ou encore la publication des données sous forme d'estimations, de fréquences et à petites échelles, en l'occurrence celles des grands découpages administratifs (mohafazats et cazas). Lorsque les données existent, leur utilisation reste hasardeuse puisqu'elles ne répondent généralement qu'aux besoins d'études ponctuelles et qu'elles ne sont ni exhaustives ni mises à jour. Enfin, les données disponibles souffrent fréquemment d'incohérences. À titre d'exemple, la municipalité de Beyrouth affiche une population de 1 560 300 hab. pour 1998 alors que, l'Administration Centrale de la Statistique (ACS) enregistre, pour la même année, un effectif de 403 337 hab. Outre ces écarts d'estimation selon les sources, il convient de signaler le manque de concordance des découpages territoriaux utilisés comme unités statistiques. Leur tracé diffère d'une étude à l'autre comme nous pouvons le constater pour les 12 secteurs de la ville et plus spécifiquement pour les secteurs Aïn el Mraïse, Ras Beyrouth, Mdaouar et Rmeil représentés dans les figures 1 et 2.

Figure 1 : Découpage selon l'ACS (1996) Figure 2 : Découpage selon Ruppert (1969)



L'imprécision de l'information géographique disponible

Quant au problème d'accès à l'information géographique au Liban, il touche tout autant les documents cartographiques que les photographies aériennes ou l'imagerie satellitaire.

Sur le plan cartographique, il faut signaler que la couverture topographique du pays, toujours en usage, remonte aux années 1960 et que la mise à jour des plans est lente et partielle.

Concernant les couvertures aériennes, les missions disponibles sont généralement fragmentaires, sauf exception. De plus le recouvrement des

missions prises à des dates différentes, n'est pas toujours assuré et leur échelle accuse parfois un écart important de niveaux de précision.

Enfin, pour ce qui est de l'imagerie satellitaire, même si son acquisition est possible, son utilisation reste délicate dans certaines conditions. En effet, l'absence d'images relatives aux dates les plus reculées ainsi que le décalage considérable entre la précision de l'information extraite des images issues de satellites de premières générations et celle provenant d'images beaucoup plus récentes, ne répondent pas aux exigences d'études spatio-temporelles pour lesquelles le recueil de données fines et homogènes aux différentes périodes envisagées s'avère indispensable (Zaarour *et al.*, 2000).

De la photographie aérienne au tableau de données spatialisées

La photographie aérienne: un document de base

Partant de ce constat, nous avons choisi de recourir aux photographies aériennes pour étudier la dynamique urbaine de « Beyrouth municipale » entre 1956 et 1999. Le choix de ces dernières comme document de base s'est imposé en raison de leurs avantages multiples et bien connus dans le cadre d'études inscrites dans la spatio-temporalité, tels que: la répétitivité dans le temps, la disponibilité pour des dates assez reculées et l'exhaustivité permettant l'extraction de diverses informations dont la troisième dimension.

Les séries de photos retenues pour l'étude et recouvrant la ville de Beyrouth, sont celles de:

- 1956 avec 105 clichés à l'échelle du 1/6000^e
- 1972 avec 105 clichés à l'échelle du 1/4000^e
- 1999 avec 93 clichés à l'échelle du 1/5000^e

À travers l'exploitation de ces photographies, nous avons cherché à extraire des informations décrivant la morphologie du bâti, telles que: la taille, le nombre d'étages, la disposition et l'emprise au sol. Par ailleurs, nous avons tenté avec prudence, de relever des informations relatives à la fonction du bâti comme le degré de « résidentialité », sachant que la relation entre la forme et le contenu n'est pas toujours évidente et directe.

Les difficultés inhérentes à la lecture des clichés

L'utilisation de la photographie aérienne comme document « source » ne va pas sans difficultés. L'interprétation des clichés est sujette à des problèmes de distorsion au niveau de la géométrie des objets ou celui des écarts d'échelles au sein d'une même photo non corrigée géométriquement. Face à l'ampleur de la tâche que nécessite l'orthorectification d'un

nombre élevé de clichés – plus de 300 pour l'ensemble du champ d'étude et pour les 3 dates retenues – nous avons opté pour l'utilisation de photos brutes. Mais l'extraction de l'information relative à la morphologie du bâti en a été rendue plus ardue. En outre, la mauvaise qualité de certains clichés est venue compliquer la tâche. En effet, Les photos de la mission de 1956, sont des tirages de clichés et non des négatifs originaux, ces derniers ayant été perdus durant la Guerre du Liban (1975-1990). Il en résulte une détérioration de la qualité visuelle des documents qui rend plus complexe la perception des objets à décrire.

La collecte de l'information au moyen d'un maillage régulier

Bien que la lecture et l'exploitation des photographies aériennes ne soient pas aisées et qu'il faille faire face aux inconvénients de l'imprécision ou de l'incertitude, elles constituent néanmoins la meilleure source d'information pour notre étude, comparativement aux autres sources d'information géographique.

L'extraction de l'information s'est faite au moyen d'une grille de relevé à maille carrée (250 X 250 mètres) quadrillant le champ d'étude (Voiron-Canicio, 1992). Cette dimension de l'unité spatiale élémentaire de mesure se rapproche autant que possible de la taille moyenne d'un îlot dans un tissu urbain (Allain, 2004). Dans un premier temps, la grille a été calée au-dessus de la carte topographique de Beyrouth au 1/20000^e (1962) en raison de l'impossibilité de la plaquer au-dessus des photographies aériennes non géoréférencées, comme signalé plus haut. Par la suite, la délimitation des cellules à informer au moyen des clichés, a été réalisée de manière visuelle et analogique après un repérage sur la carte (fig. 3 et 4) non sans une part d'incertitude, puisque les documents comparés à cette fin ne sont ni de même nature, ni de même échelle et ni de la même période.

Figure 3 : La cellule sur la carte

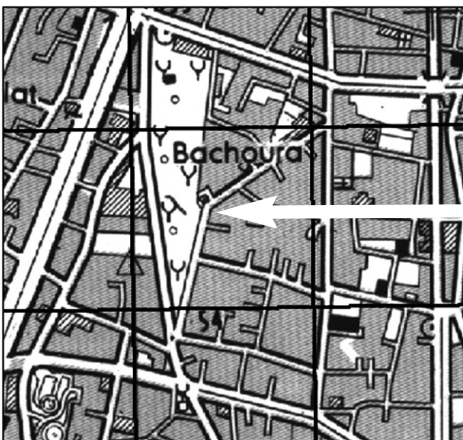


Figure 4 : La cellule sur la photo



En dépit de ces multiples contraintes dues au contexte imprécis et incertain auquel nous avons été confrontées, nous avons mis en place un protocole strict d'extraction de l'information relative à la morphologie du bâti ainsi qu'à ses fonctions, destinée à renseigner 6 tableaux de données spatialisées.

Le protocole retenu pour la création de l'information

La méthode nécessite d'une part, de fixer de règles précises pour obtenir des informations fiables et d'autre part, d'adopter une procédure pour faciliter le renseignement des cellules des différents tableaux de données.

L'estimation des valeurs par une échelle lexicologique

Afin de cerner le plus précisément possible l'information recherchée, nous avons procédé, selon une approche qualitative, à une estimation des valeurs au moyen d'échelles lexicologiques adaptées aux différentes variables étudiées. À titre d'exemples la taille des constructions et leur degré de résidentialité sont évalués dans un treillis qui « exprime l'intensité d'une valeur par rapport à une autre en les considérant selon une relation d'ordre » (Autiero, 2000). La taille des constructions varie entre 0,2 et 1 en allant de la plus petite dimension à la plus grande alors que le degré de résidentialité varie entre 0 et 1 depuis le non résidentiel jusqu'au résidentiel pur.

La taille des constructions		Le degré de « résidentialité »	
1	Très grande	1	Résidentiel
0,8	Grande	0,75	Majoritairement résidentiel
0,6	Moyenne	0,5	Moyennement résidentiel
0,4	Petite	0,25	Faiblement résidentiel
0,2	Très petite	0	Non résidentiel

La pondération de l'information recueillie

D'autre part, il nous fallait prendre en considération l'incertitude à laquelle nous étions confrontées dans le recueil de l'information. Cette incertitude réside essentiellement, comme vu précédemment, dans l'évaluation des attributs morphologiques du bâti, à partir d'une lecture des photographies aériennes que nous n'avons pu géoréférencer et corriger géométriquement et dont la qualité est médiocre. De plus, cette incertitude dans la perception des objets à décrire dépend aussi des caractéristiques intrinsèques à la morphologie du bâti de certains secteurs de la ville de Beyrouth comme son enchevêtrement, sa forte densité ou sa localisation sur des terrains très pentus (photos 5 et 6).

Photo 5 : Le quartier Karm el Zeitoun



Photo 6 : Le secteur Ghabi



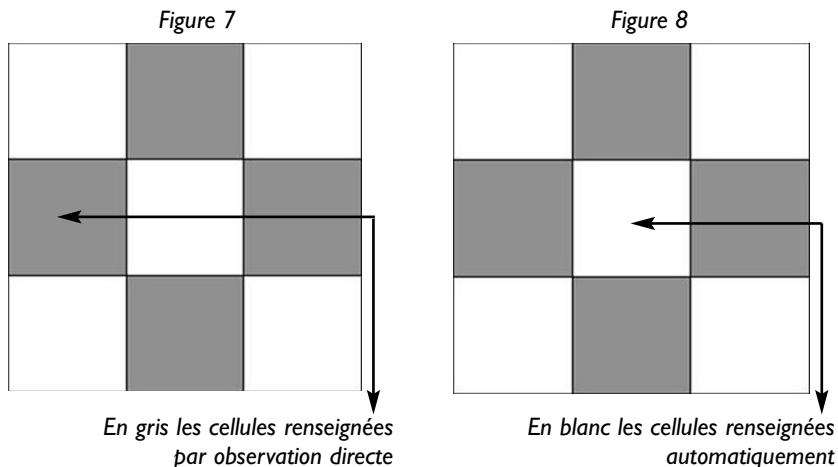
Des coefficients « de certitude » ont permis de pondérer la mesure de l'information recherchée en fonction du degré de certitude face à l'objet observé : la construction. Ainsi, pour évaluer le nombre de bâtisses ou leur nombre d'étages, un coefficient de « certitude » variant entre 1,66 et 0,33 en fonction du degré de certitude, est appliqué au comptage par lecture d'images.

Le nombre d'étages		Le nombre de constructions	
1,66	↑ + certitude - ↑	1,66	↑ + certitude - ↑
1,33		1,33	
1		1	
0,66		0,66	
0,33		0,33	

Le recueil de l'information : choix du procédé « en quinconce »

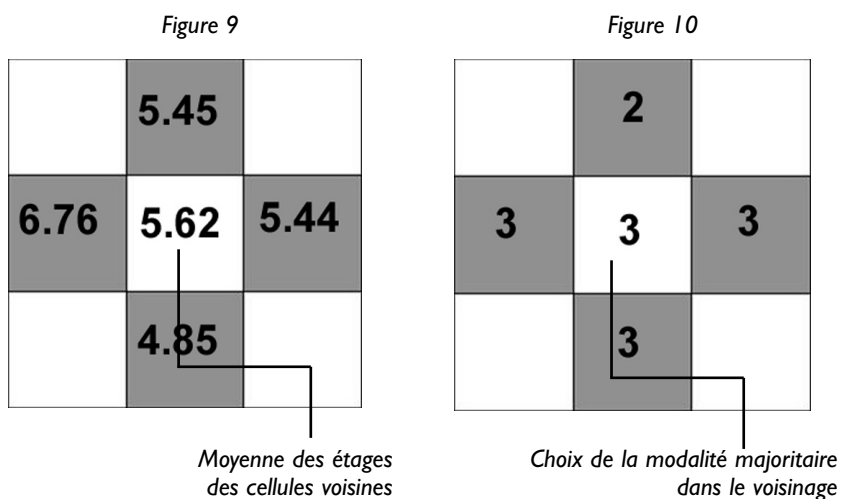
Le champ d'étude correspondant à Beyrouth municipale regroupe entre 352 et 382 cellules par grille, selon la date étudiée, soit un total de 996 cellules pour les trois dates envisagées pour l'étude (1956, 1972 et 1999). Le recueil de l'information de manière exhaustive sur chaque cellule s'est avéré extrêmement lent. Il fallait délimiter visuellement la cellule à renseigner, identifier l'ensemble de ses constructions et estimer les valeurs par construction pour les six variables recherchées. À cela, s'ajoute la saisie fastidieuse des valeurs dans des fiches de calcul par cellule d'où un ralentissement considérable du travail.

Afin de renseigner le plus rapidement possible les six grilles aux trois dates, nous avons élaboré un protocole de recueil de l'information à partir



d'un échantillon au 20 % des constructions par cellule et de mesure des variables d'une cellule en tenant compte des cellules voisines, d'où l'expression de « procédé en quinconce ». Ce procédé consiste à renseigner une cellule sur deux de manière croisée par observation directe (fig. 7) et une cellule sur deux de manière automatique (fig. 8).

La cellule est renseignée automatiquement par la moyenne de son voisinage, dans le cas d'une variable quantitative (nombre moyen d'étages, taille moyenne du bâti...) (fig. 9), ou par le choix de la modalité majoritaire du voisinage, dans le cas d'une variable nominale – type d'organisation du bâti dans la maille – (fig. 10). Toutefois, en cas d'absence de modalité majoritaire, le retour à l'observation directe s'impose.

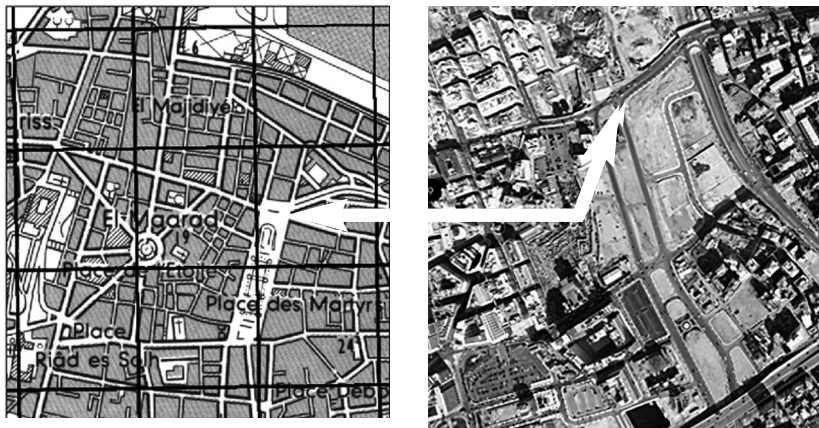


La validation de la méthode

Avant d'adopter cette méthode de recueil de l'information de multiples tests de validation ont été réalisés.

Dans une première phase, il a fallu observer les écarts entre les cellules renseignées au 20 % et celles renseignées de manière exhaustive pour les trois dates clés de notre étude. Le test ayant été concluant, avec un coefficient de corrélation variant entre 0,8 et 0,9 selon les variables, nous avons cherché à valider, dans un deuxième temps, les cellules informées selon le procédé automatique en les confrontant aux cellules renseignées par observation directe. Sur ce plan, l'analyse des cellules échantillonnées au 10 % met en évidence, plus particulièrement pour 1999, des situations géographiques particulières génératrices de forts écarts, nécessitant une correction par une observation directe sur cliché. Ces cellules concernent des espaces ayant connu peu de changements entre 1972 et 1999, mais dont les mailles voisines, elles, ont subi des bouleversements notoires, à l'exemple de certaines cellules correspondant à des espaces complètement rasés pour les besoins de la reconstruction post-guerre (fig. 11).

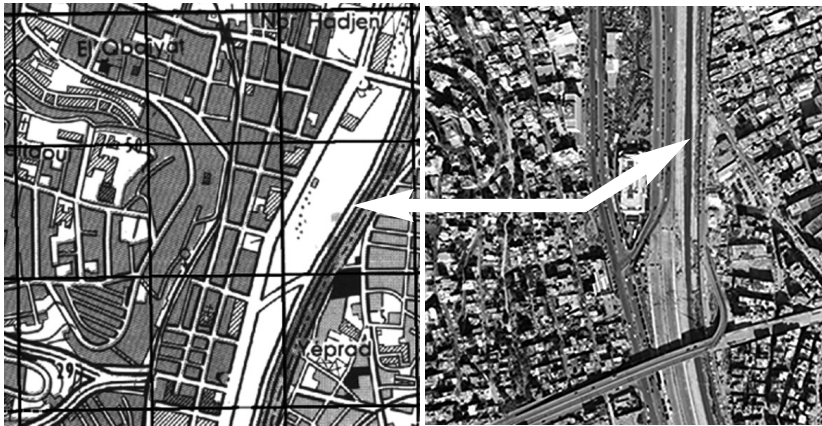
Figure 11 : Le centre-ville en reconstruction



À cela, s'ajoute le cas des cellules à forte densité de bâti entourées de mailles presque vides en raison de la présence d'un cours d'eau, de voies larges ou les deux à la fois, comme dans le secteur Nahr, à l'Est de Beyrouth (fig. 12).

Ce constat a conduit à la recherche de toutes les cellules se trouvant dans les secteurs susceptibles de présenter l'une ou l'autre des situations géographiques particulières mentionnées. Ces cellules ont alors été analy-

Figure 12: Le secteur Nahr



sées par observation directe. Après correction, il a paru indispensable de procéder à un nouveau test de validation au 10 %. Le test confirme l'amélioration des résultats. Une baisse de l'écart entre le calcul automatique et les observations directes est enregistrée, avec des coefficients de corrélation qui varient entre 0,64 et 0,85 selon les variables. Les résultats de ces derniers tests ont permis de valider la méthode en quinconce.

Conclusion

Le chercheur se trouve souvent confronté au problème des données manquantes, hétérogènes, fragmentaires ou peu fiables. Deux alternatives s'offrent à lui, abandonner tout ou partie de l'étude envisagée ou créer le corpus de données nécessaire à sa recherche. La démarche présentée se rattache à cette dernière option. Mais la plupart du temps, le contexte est tel que le recueil de données s'avère extrêmement long et délicat car entaché d'incertitude. Or, en la matière, il n'existe pas de recette type. Le protocole conçu pour l'étude du bâti de Beyrouth s'efforce de concilier différents impératifs majeurs : collecter l'information spatialisée en un temps raisonnable, s'appuyer sur les sources documentaires disponibles sur le temps long, prendre en compte l'incertitude dans le recueil de l'information, concevoir un protocole de création de données qui soit robuste et reproductible.

La démarche adoptée dans l'étude de la dynamique urbaine de Beyrouth présente l'intérêt d'être généralisable et reproductible. Elle peut être appliquée à l'étude des espaces périphériques de l'agglomération beyrouthine, dans une perspective d'étude ultérieure. Elle est également applicable à tout espace dont le contexte serait voisin de celui de Beyrouth.

Bibliographie

ALLAIN R., 2004. *Morphologie urbaine. Géographie, aménagement et architecture de la ville*. Paris, Armand Colin, coll. U, 254 p.

AUTIERO S., 2000. *Un espace à étudier: L'arrière-pays, un espace d'étude: Provence-Alpes-Côte d'Azur, une analyse spatiale de l'arrière-pays*. Thèse, Université de Nice-Sophia Antipolis.

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

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

ZAAOOUR R., BARAKAT L. SOMMA J., SALIBA N., 2000-2001. Extraction et suivi de la tache urbaine de l'agglomération de Beyrouth à travers l'analyse satellitaire (1994-1998): méthode et limites. In *Géosphères, Annales de géographie*, vol. 21-22, FLSH, USJ-Beyrouth, pp 41-60.