



**HAL**  
open science

# Exploration trans-échelles d'une ville nouvelle à l'aide de l'analyse multiradiale

Olivier Bonin, Pierre Frankhauser

► **To cite this version:**

Olivier Bonin, Pierre Frankhauser. Exploration trans-échelles d'une ville nouvelle à l'aide de l'analyse multiradiale. Treizièmes Rencontres de Théo Quant, May 2017, Besançon, France. hal-01530399

**HAL Id: hal-01530399**

**<https://hal.science/hal-01530399v1>**

Submitted on 31 May 2017

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Exploration trans-échelles d'une ville nouvelle à l'aide de l'analyse multiradiale

Olivier Bonin<sup>1</sup>, Pierre Frankhauser<sup>2</sup>

Université Paris Est – LVMT UMR T 9403 – IFSTTAR<sup>1</sup>

Laboratoire ThéMA

UMR 6049 CNRS - Université Bourgogne Franche-Comté<sup>2</sup>

**Mots-clefs** - Analyse fractale, analyse multi-échelles, ville nouvelle, structure du bâti

### Introduction

L'analyse spatiale du bâti repose généralement sur des indicateurs de caractéristiques morphologiques absolues des bâtiments (taille, élongation, compacité, orientation) ou relatives (espacements, positions par rapport au voisinage, position par rapport au réseau), dont on calcule ensuite la distribution statistique, ou quelques résumés de cette distribution, comme la moyenne et l'écart-type. Ces mesures sont efficaces pour décrire l'aspect du tissu bâti (Regnault 2002, Sabo et al. 2005), mais souffrent d'une limitation importante : elles sont purement locales, et ne disent rien, ou presque, de l'organisation spatiale du

bâti à d'autres échelles qui sont celles des quartiers. On peut dans ce cas recourir à d'autres indicateurs, à l'échelle des îlots, comme différentes définitions empiriques de la densité ou de la compacité. D'un côté, l'ensemble des indicateurs locaux décrit les briques urbaines comme des bâtiments isolés, en faisant abstraction de leur environnement, à l'exception des plus proches voisins. De l'autre côté, l'ensemble des indicateurs de zone utilisent des mesures agrégées, qui ne tiennent pas compte de l'organisation spatiale des éléments dans ces zones, la densité étant l'exemple par excellence d'une mesure qui gomme complètement les particularités locales (Figure 1).

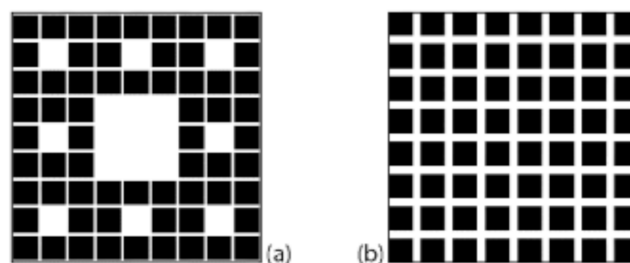


FIGURE 1 – les deux images (a et b) ont exactement la même densité, mais des répartitions spatiales des masses différentes : fractales (a) et uniforme (b) (tiré de Thomas et al. 2008).

Dans cette approche classique de l'analyse spatiale, l'articulation explicite entre le local et le global fait défaut. Plutôt que d'introduire des dépendances entre forme des bâtiments et configurations spatiales, d'autres approches, naturellement trans-échelles, permettent de décrire de manière

unifiée les organisations spatiales emboîtées (Frankhauser 2015). D'un point de vue empirique, l'approche fractale, en limitant les gammes d'échelles de la microstructure urbaine à celle de l'agglomération, permet de rendre compte de la taille, forme et orientation du bâti, mais aussi des îlots, jus-

qu'à la taille, forme et orientation des quartiers et de l'agglomération dans son inscription dans la topographie et l'orographie. Comme dans une classification ascendante hiérarchique, la description des formes par la géométrie fractale prend tout son sens lorsqu'on analyse le territoire de manière globale : une coupe à une échelle donnée ne permet pas de développer une vue d'ensemble.

## Question de recherche

Dans cette communication, nous cherchons à explorer, par analyse spatiale, différentes interventions urbaines dans la ville nouvelle de Cergy Pontoise (Girard 2003). Comme la plupart des villes nouvelles, Cergy-Pontoise s'est ancrée sur un réseau de villes existantes, mais a fait l'objet d'un aménagement volontaire et coordonné. Le résultat est un assemblage de divers types d'urbanisme : noyaux historiques, zones urbaines ayant fait l'objet de densification (ville sur la ville), quartiers plus récents, grands gestes urbanistiques, architecture « Le Corbusier » (refus de la rue), zones pavillonnaires, etc. Cergy Pontoise est en outre située autour d'une boucle de l'Oise, sur un terrain en forte déclivité. Ces particularités induisent une forme urbaine tout à fait singulière, ne pouvant être comprise si on se limite à une approche fonctionnaliste. Un tel patchwork ne se caractérise pas par des valeurs remarquables des indicateurs de forme locale des bâtiments, pas plus que par des valeurs remarquables de diverses mesures de densité. Par ailleurs, les différentes formes d'urbanisme sont articulées, et ne peuvent être extraites par zonage. Nous faisons l'hypothèse qu'en adop-

Ces analyses ont été réalisées en utilisant le logiciel FracGis développé à TheMA par Gilles Vuidel sous la direction de Pierre Frankhauser et Cécile Tannier. Les données vectorielles de la BDTopo de l'IGN ont été rasterisées au pas de 4 m. Le découpage des IRIS est également utilisé pour projeter les résultats des analyses sur le maillage du re-

tant le cadre multi-échelle de l'analyse fractale, nous pouvons mettre en évidence différents types de tissu caractéristiques de l'agglomération. Etant donné la prépondérance du voisinage et du contexte local, nous avons choisi la méthode d'analyse multiradiale (Frankhauser 2015).

## Données et méthodologie

L'analyse multiradiale est une généralisation de l'analyse radiale. L'analyse radiale informe sur l'organisation spatiale autour d'un site bâti choisi. Elle consiste à compter le nombre de sites occupés qui se trouvent à une distance  $e$  inférieure du site choisi (figure 2 a). En faisant progressivement varier le rayon d'analyse  $e$  on obtient une relation qui permet de vérifier si l'occupation de l'espace par le bâti correspond à une loi fractale et d'estimer les paramètres associés notamment la dimension fractale (cf. par exemple Frankhauser 1997). D'un point de vue mathématique il s'agit d'une dimension locale directement associée au point de comptage choisi. En estimant la dimension sur des fourchettes de distances différentes, les valeurs peuvent dépendre de cette portée d'estimation car on intègre dans l'information une plus ou moins grande étendue autour du point de comptage. Faire varier la portée d'estimation peut ainsi nous apporter des informations nuancées par rapport à la configuration spatiale à travers les échelles. Dans une analyse multiradiale cette méthode est appliquée pour chaque site occupé par le bâti (figure 2 b). En introduisant des classes de dimensions il est possible de visualiser les résultats sous forme d'une représentation cartographique (Frankhauser 2015).

censement.

## Résultats

Afin d'explorer l'organisation spatiale du tissu bâti de Cergy Pontoise, nous avons utilisé quatre portées caractéristiques :

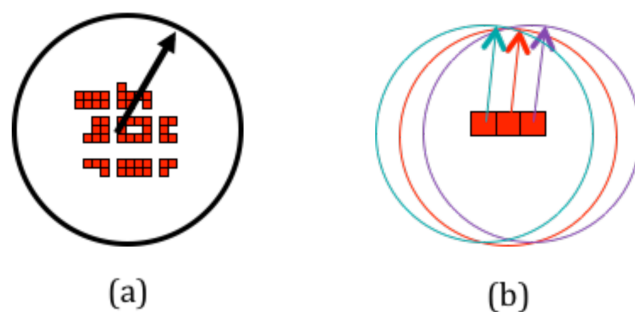


FIGURE 2 – principe de l’analyse radiale de portée (gauche) et de l’analyse multiradiale (droite)

- la portée de 1500 mètres prend en compte de manière dominante la position relative des bâtiments entre eux et par rapport au vide. Elle limite l’intrusion de l’échelle intra-îlot dans les résultats ; son analyse prend tout son sens à l’échelle de l’agglomération ;
- la portée de 750 mètres, intermédiaire, mélange forme et contenu des îlots, et forme et position des bâtiments ; le vide a moins d’influence, et la variété des bâtiments et des vides dans les îlots est particulièrement déterminante ;
- la portée de 500 mètres, plus locale, met l’accent sur les positions relatives des bâtiments, ainsi que sur les liens aux bordures ;

Les dimensions moyennes sont caractéristiques des cœurs urbanisés préexistants : Cergy (3), Vauréal (4), Menucourt (1), etc. En effet, ces derniers sont caractérisés par une diversité de la taille des bâtiments (bâtiments public, etc.), une hiérarchie de la voirie, de grandes places, et donc une hiérarchie des vides. Les dimensions élevées sont caractéristiques des franges : uniformité du bâti, moins d’espaces vides (volonté d’arrondir la bordure, optimisation de l’espace restant), voisinage du vide qui engendre un contraste mono-échelle. Enfin, les dimensions basses sont caractéristiques d’un tissu urbain préexistant moins structuré et qui a fait l’objet de moins d’interventions urbanistiques : les petits villages – Boisemont (2). Ajoutons que la ville nou-

- la portée de 300 mètres met en évidence l’influence de l’environnement des bâtiments sur chaque site ; les grands bâtiments peuvent présenter des variations locales de dimension.

La particularité de la méthode d’analyse à l’aide de l’approche multiradiale consiste à cartographier, pour chaque site construit, la dimension locale (y compris infra-bâtiment) calculée sur la grille réalisée pour l’analyse.

### Echelle de l’agglomération (1500 m)

La carte des dimensions calculées avec une portée de 1500 mètres met en évidence trois types de tissus urbains (Figure 3).

velle (hors dalle de Cergy-Préfecture) est caractérisée par des dimensions fractales supérieures à 1,5, ce qui traduit un urbanisme tendant vers une certaine uniformité.

### Echelle des quartiers (750 m et 500 m)

La dimension fractale à cette échelle est une mesure de régularité globale des îlots : habitat très irrégulier de dimension faible (y compris dans les franges, auxquelles leur position isolée donnait à 1500 m une dimension élevée). Le pavillonnaire, quelle que soit son implantation, a une dimension élevée (uniformité interne des îlots forte). La taille des bâtiments commence à intervenir : les grands bâtiments ont une dimen-

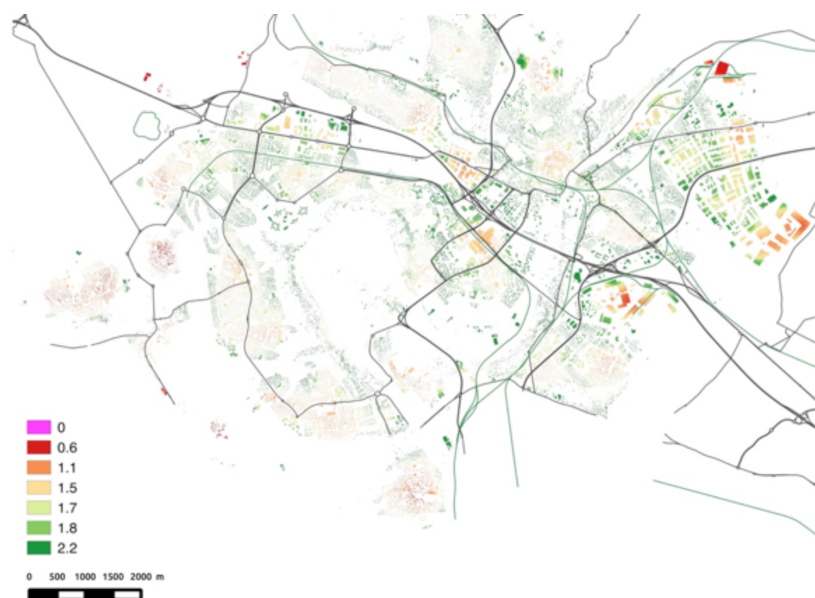


FIGURE 3 – carte des dimensions fractales locale calculées par méthode multi-radiale (portée 1500 m)

sion fractale plus faible. La dalle et le quartier de Cergy-Préfecture (Figure 4) apparaît avec une dimension forte : uniformité

du tissu (malgré un artefact sur la dalle proprement dite).

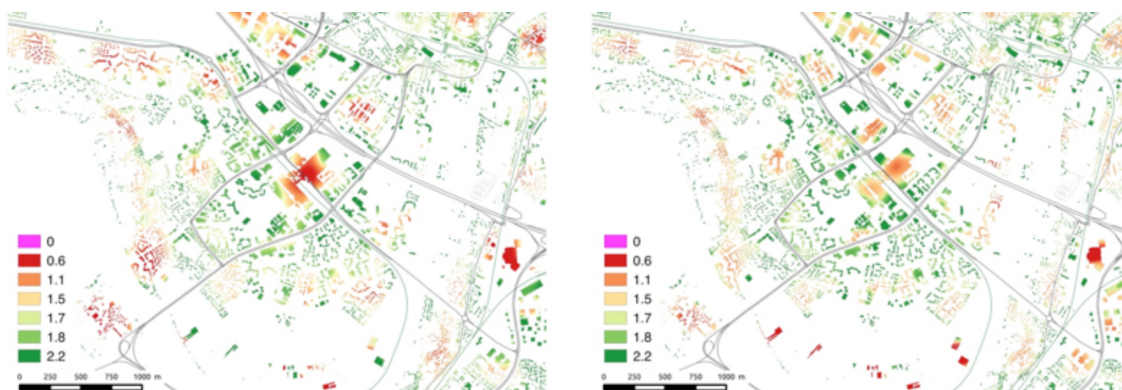


FIGURE 4 – carte des dimensions fractales locales sur Cergy-Préfecture calculées par méthode multi-radiale (portée 750 m, gauche et 500 m, droite)

Le reste du tissu urbain individuel existant, de type morphologique plus semblable, se distingue principalement par sa connectivité à son entourage : une meilleure connectivité augmente nettement la dimension fractale. Les quartiers de bâtiments collectifs ont des dimensions très faibles : beaucoup plus de vides, et des positions relatives des bâtiments les uns par rapport aux autres très contrastées.

Le tissu de bâtiments individuels dans des villages structurés comme Vauréal (Figure 5) apparaît très régulier (dimension élevée), donc uniforme. La présence de grands bâtiments insérés dans cette structure fait diminuer localement la dimension fractale. Comme dans le reste de l'agglomération, les dimensions très faibles correspondent à de l'habitat individuel faiblement structuré.

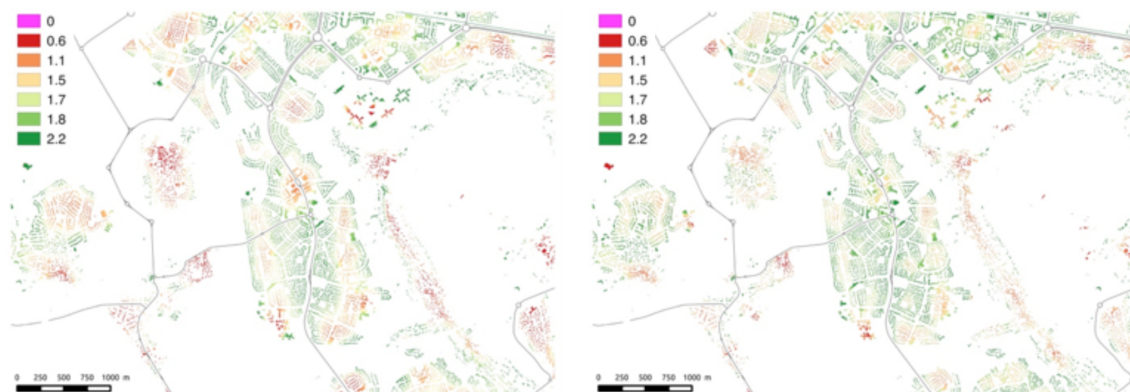


FIGURE 5 – carte des dimensions fractales locale sur Vauréal calculées par méthode multi-radiale (portée 750 m, gauche et 500 m, droite)

### Echelle Locale (300 m)

En utilisant une portée plus réduite (300 m, figure 7), on distingue dans le quartier de Cergy Saint-Christophe les bordures des îlots dont les dimensions sont plus faibles. L'intérieur des îlots est plus uniforme. Ces caractéristiques sont présentes quel que soit le contexte urbanistique. Les dimensions des grands bâtiments deviennent assez éle-

vées par rapport aux autres fourchettes d'estimation (nord de la figure 7), car alors l'uniformité de l'intérieur du bâtiment l'emporte sur les variations extérieures. En revanche pour des petits bâtiments isolés les dimensions sont proches de zéro, on s'approche de la logique du point isolé car les bâtiments voisins ne sont plus pris en compte.



FIGURE 6 – carte des dimensions fractales locales sur Cergy Saint-Christophe calculées par méthode multi-radiale (portée 300 m)

### Projection des analyses sur les IRIS

Pour caractériser les zones, on calcule la moyenne des dimensions fractales des ob-

jets contenus dans chaque zone. Notons que cette moyenne des dimensions n'est pas une dimension moyenne, mais un indicateur qu'on lira en relatif. La distribution

des densités n'est pas symétrique ; les fortes valeurs (uniformité) sont plus fréquentes que les faibles valeurs. Les IRIS tirés vers les dimensions basses correspondent à des

IRIS périphériques possédant un mélange de petits et grands bâtiments, irrégulièrement disposés, ou relativement vides.

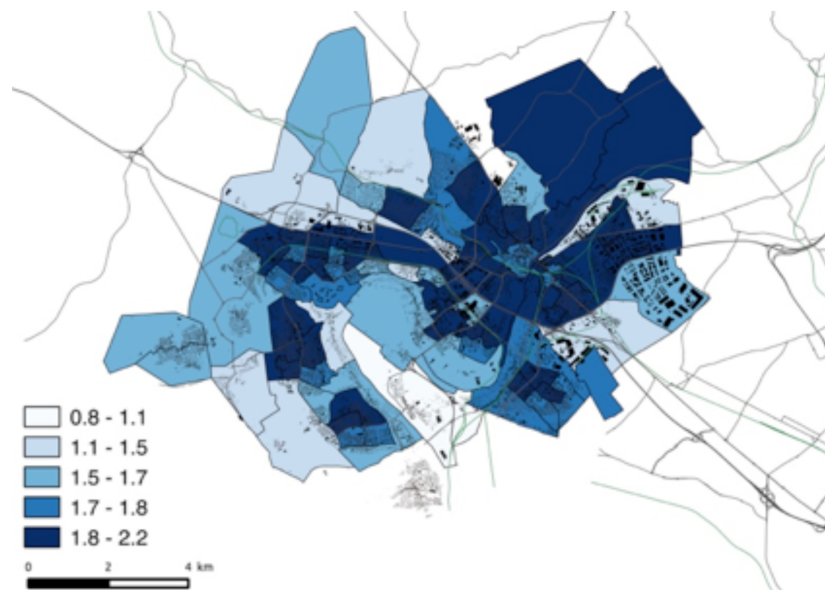


FIGURE 7 – : carte de la moyenne des dimensions fractales (portée 750 m) sur des IRIS

Les IRIS possédant des zones urbanisées structurées (Vauréal, Cergy-Préfecture – sauf la dalle, Cergy Saint-Christophe et une partie de la zone d'activité à l'est) apparaissent posséder des éléments ayant une dimension fractale en moyenne plus importante que les autres IRIS. A contrario, les IRIS possédant de l'habitat individuel de densité comparable, mais de moindre régularité spatiale, sont au milieu de la gamme de valeurs. Enfin, les IRIS très irréguliers, soit par un mélange de tailles et de position relative des bâtiments, soit du fait d'un habitat plus irrégulier (Neuville sur Oise) apparaissent avec des valeurs faibles. Les zones de plus fortes valeurs sont soit les zones créées par la ville nouvelle, soit celles densifiées et restructurées lors des opérations d'aménagement. Bien que la dimension fractale des éléments constituant ces zones soit variable (ce ne sont pas des zones homogènes), et bien que le découpage en IRIS ne prenne pas en compte de critère morphologique, les éléments saillants ressortent tout de même.

## Références

- FRANKHAUSER P., 1997 : "L'analyse fractale, un nouvel outil pour l'analyse spatiale des agglomérations urbaines", *Population*, n°4, pp.1005-1040.
- FRANKHAUSER P., 2015 : "From Fractal Urban Pattern Analysis to Fractal Urban Planning Concepts." in : Helbich M. et al. (eds.) : "Computational Approaches for Urban Environments, Geotechnologies and the Environment" 14, Springer International Publishing Switzerland DOI 10.1007/978-3-319-11469-9 pp. 13-48
- GIRARD V., 2003 : C'était la ville nouvelle : récit de la fondation de Cergy-Pontoise, Somogy Paris, ISBN 2850566179.
- REGNAULD N., 2002, "Généralisation des bâtiments". Ruas A. (Ed.) : *Généralisation et Représentation Multiple. Paris, Hermes science publications*, p.257-272.
- SABO M.N., CARDENAS A., BEDARD Y. et BERNIER E., 2005 : "Introduction du concept de patrons géométriques et application aux bâtiments afin de faciliter leur

généralisation cartographique à la volée." *Geomatica*, Vol. 59(3), p. 295-311.

THOMAS I., FRANKHAUSER P., BIER-NACKI C., 2008 : "The morphology of

built-up landscapes in Wallonia ( Belgium) : a classification using fractal indices", *Landscape and Urban Planning*, n° 84, pp. 99- 115.