

Master Mention Science Géographiques
Master 2
Specialité Geoprad
Parcours SDS Structures et Dynamiques Spatiales

Michele TIRICO
Sous la direction de Giovanni FUSCO

**Discriminer des morphologies urbaines :
Application des approches configurationnelles à l'agglomération de Nice**



Notice Analytique Master Geoprad

Master 2

Specialité Geoprad

Parcours SDS Structures et Dynamiques Spatiales

Autor Michele TIRICO

Titre Discriminer des morphologies urbaines : Application des approches configurationnelles à l'agglomération de Nice

Directeur du memoire Giovanni FUSCO

collation	Nb. de page	Nb. de volumes	Nb. d'annexes	Nb. de ref.biblio
	126	1	1	85

mots-clés Nice, analyse morphologie urbaine, Analyse configurationnelle, Syntaxe Spatiale, Analyse de Centralité Multiple, Mark Point Parameter Analysis

terrain d'étude Agglomération urbaine de Nice

Année Universitaire 2015 - 2016

Tables des matières

1. Introduction	5
2. L'aire d'étude : la ville de Nice et ses espaces emblématique	9
2.1. La morphologie urbaine: définitions et approches d'analyse	9
2.1.1 L'approche sur la lisibilité historique	11
2.1.2 L'approche à la forme socio-fonctionnelle	11
2.1.3 L'analyse « locale » du tissu urbain	12
2.1.4 L'approche perceptive	13
2.2. La morphogenèse urbaine de l'aire niçoise	13
2.2.1 La planification urbaine de Nice dans les Etat de Savoie	14
2.2.2 L'époque française jusqu'à la Seconde Guerre Mondiale	16
2.2.3 L'après-guerre : expansion collinaire, planification par fragments et tardive reconquête des espaces publics	17
2.3. L'identification des espaces emblématiques	18
2.3.1 Le Vieux-Nice	20
2.3.2 Le centre-ville planifié par le Consiglio d'Ornato	21
2.3.3 Nice Nord et la Libération	22
2.3.4 La cité-jardin de Cimiez	24
2.3.5 Les collines, Fabron et la Madeleine	25
2.3.6 Nice à l'Ouest du Var : le bord de mer de Cagnes-sur-Mer et Saint-Laurent-du-Var	27
3. La compréhension de la morphologie urbaine à travers les analyses configurationnelles	31
3.1. L'analyse configurationnelle : une approche réticulaire à la morphologie urbaine	31
3.1.1 La théorie du mouvement naturel	33
3.1.2 L'identification des espaces accessibles et la construction de la « grille urbaine »	34
3.1.3 De la grille urbaine au graphe du réseau	34
3.1.4 Les méthodes classiques de la théorie des graphes	35

3.2. Les techniques configurationnelles	37
3.2.1 L'approche duale appliquée par l'Analyse Axiale	38
3.2.2 Différentes approches primales en relation aux impédances	40
3.2.3 L'impédance topologique par l'approche primale MaPPA	41
3.2.4 L'impédance métrique pour l'approche primale MCA	42
3.2.5 Les indicateurs pour l'approche primale	42
3.2.6 Une méthode pour intégrer la morphologie du bâti dans une approche réticulaire	43
3.3. Une vue d'ensemble des approches configurationnelles	44
3.3.1 Topologique vs métrique : discussion	47
3.3.2 Duale vs primale : discussion	48
4. Pré-traitements et post-traitements pour les analyses configurationnelles de l'agglomération niçoise	53
4.1. Le pré-traitement des données	53
4.1.1 L'identification de l'aire d'étude et des données	54
4.1.2 La modélisation du réseau viaire et du bâti pour les analyses configurationnelles	56
4.2. Clés de lecture des résultats de l'analyse configurationnelles	59
4.2.1 Visualiser les centralités configurationnelles dans l'aire d'étude	59
4.2.2 Comparer le pouvoir discriminant des techniques : la matrice des différences	60
5. L'analyse configurationnelle de l'agglomération de Nice: discussion des résultats	63
5.1. Les centralités de l'agglomération niçoise	63
5.1.1 La connectivité : l'émergence des grands axes dans l'approche duale est le fait de l'entésation	64
5.1.2 L'atteignabilité : le filtrage des centralités par les échelles	66
5.1.3 La profondeur : les émergences des différentes polarités grâce aux différentes impédances	68
5.1.4 L'intermédiarité : l'émergence des axes de communication principaux parfois atténuée par le bâti	72
5.1.5 L'intégration : la normalisation des indicateurs de profondeur afin de comparer les résultats	76
5.2. Une vue d'ensemble : les centralités dans l'agglomération niçoise, le positionnement des espaces emblématiques et les capacités de discrimination des techniques	78
5.2.1 La connectivité : les effets de l'entésation sur la lecture du tissu urbain	80
5.2.2 L'atteignabilité : l'analyse multiscale caractérise les grandes arborescences collinaires	82

5.2.3	La profondeur : la capacité de l'approche primale pour l'individuation des aires homogènes	84
5.2.4	L'intermédiarité : la réduction de la hiérarchisation par la régularité du tissu urbain et par une vision « relative » des relations possibles	87
5.3.	Une méthode pour comparer les techniques configurationnelles	92
5.3.1	Les différentes manières de lire les résultats	94
5.3.2	Le pouvoir de discrimination des analyses configurationnelles	96
6.	Conclusion et perspective de recherche	101
7.	Table des figures	107
8.	Bibliographie	113
9.	Annexes	121

1. Introduction

Les études des morphologies urbaines ont été abordées, au cours de ces dernières années, à travers différents points de départ : la compréhension de la composition des tissus urbains (les formes physiques, sociales et fonctionnelles de la ville) est liée à la nécessité de comprendre en quelle mesure les humains sont en relations avec le territoire, comment l'espace est utilisé et comment se développent les lieux de la civilisation. Notre intérêt sera focalisé donc sur le rôle de la perception et du mouvement pour la compréhension et l'utilisation des espaces urbains : l'influence qu'à la configuration des espaces sur la vie quotidienne des utilisateurs. Nous étudierons comment le tissu est composé, comment il se structure et donc dans quelle mesure il est capable de capter les flux du mouvement potentiel et d'avoir un rôle central dans les phénomènes d'auto-organisations urbains.

À partir des années '70, la crise des méthodes d'analyse et de simulation des flux et des localisations dans la ville (Lee 1973) a causé la mise en discussion des approches classiques d'analyse des phénomènes urbains : parmi les nouvelles propositions, les approches configurationnelles ont essayé de répondre à différentes questions considérées jusque-là de façon relativement superficielle. Les analyses configurationnelles ont montré une certaine capacité à répondre à une partie de ces questions, grâce surtout à un concept innovant : la prise en compte de l'espace non plus comme le fond sur lequel se positionnent les activités humaines, mais comme élément capable d'organiser et régler l'usage de la ville (Cutini 2010). Ainsi faisant, les analyses configurationnelles de l'espace urbain se positionnent à plein titre dans les projets scientifiques de l'analyse spatiale, propre à la géographie théorique et quantitative (Pumain et Saint-Julien 1997).

L'introduction de cette nouvelle façon d'envisager l'espace a permis d'évaluer les différentes thématiques liées aux phénomènes urbains de façon différente, en touchant des autres domaines scientifiques ou culturels. À partir des premiers travaux de conceptualisation de la Syntaxe Spatiale (Hillier et al 1976), ces approches ont été appliquées pour comprendre différentes questions : grâce aux travaux de la sociologie structurelle (Bavelas 1950), ont été définies les bases conceptuelles pour l'étude des accessibilités des espaces urbains (Hillier Hanson 1984) à travers l'individuation de différentes façons pour un objet d'être centrale au sein d'un espace réticulaire (Freeman 1977) .

Les analyses configurationnelles ont été appliquées à la compréhension des dynamiques de morphogenèse urbaine (Al-Sayed et Turner 2012, Cutini et Bortoli 2011), des relations entre le tissu urbain et la localisation des activités commerciales (Porta et al 2009, Fusco et al 2016), socio-administratives (Cutini 1999a), des flux piétons (Batty et al 1998) et de la perception des espace (Penn 2003). Afin de répondre à ces différents objectifs de recherche, plusieurs méthodes d'analyse ont été proposées : comme il sera montré dans ce travail, plusieurs méthodes existent pour la décomposition de l'espace urbain, afin d'être analysé (les modélisations à travers la théorie des graphes, Salingeros 2005) ainsi que différentes manières d'envisager comment l'espace est perçu par les utilisateurs (les efforts du déplacement).

Malgré le fait que ces approches ont montré une certaine capacité à expliquer l'usage des espaces urbains, des difficultés et des limites existent : les difficultés d'explication des méthodes topologiques (Ratti 2004) des rapports entre les différentes éntisations du réseau viaire (Porta et al 2006a, 200b), de la façon de définir les procédures pour la modélisation (Batty et Rana 2004, Jiang et al 2000), la prise faible en compte du bâti (Ratti 2005). Le débat, après environ '40 ans, reste aujourd'hui ouvert : cela signifie que la vision configurationnelle a potentiellement la capacité de fournir des nouvelles connaissances sur la ville, mais il est nécessaire d'approfondir ce domaine de recherche pour bien comprendre la portée de ces connaissances, leurs limites et leurs relations avec les résultats produits par des techniques d'analyse plus traditionnelles (Pinon 1991, Lynch 1960, Roncayolo 2002, Caniggia et Maffei 1979). Les contributions des sciences informatiques, des études de sociologie culturelle, de psychologie environnementale et d'économie urbaine seront nécessaires pour intégrer dans une approche plus vaste et interdisciplinaire les facteurs de relation spatiale des lieux, qui restent au centre de l'analyse spatiale, avec les autres facteurs qui composent l'organisme complexe de la ville. Dans une autre direction, nos recherches pourraient se lier aux réflexions menées par l'urbanisme et l'aménagement, dans une approche plus normative et pragmatique à la forme urbaine.

Dans ce cadre méthodologique ainsi ample et complexe se pose ma recherche : grâce aux réflexions, faites au sein du Laboratoire ESPACE de Nice et du département DESTEC de Pise, sur les différentes approches à l'analyse, l'application aux finalités de recherche, les potentialités et les difficultés des approches configurationnelles, j'ai identifié un champ de recherche encore peu exploré. Je me suis posé la question suivante : est-ce que les analyses configurationnelles, à travers leurs différentes méthodes, sont en mesure d'identifier et discriminer des sous-espaces urbains retenues différents par des approches classiques d'analyse urbaine ?

Pour bien répondre à la question, il est donc nécessaire de comprendre dans le détail les concepts à la base des approches configurationnelles, des méthodes existantes, des outils d'analyse et de nouvelles théorisations possibles. En même temps, il est nécessaire de bien comprendre le rapport entre cette façon d'envisager la ville et les autres méthodes d'analyses urbaines existantes, qu'ont été utilisées dans le passé et qui sont toujours appliquées pour la compréhension des phénomènes urbains. À partir de la question principale, je me suis posé d'autres questions, nécessaires pour bien comprendre et encadrer ce tra-

vail : quelles sont les potentialités des approches configurationnelles ? Est-ce que les différentes approches sont en mesure d'expliquer des phénomènes différents ? Quelles sont les informations que chaque indicateur configurationnel nous apporté ?

Afin de répondre à ces questions, le prochain chapitre expliquera dans le détail les différentes méthodes classiques d'analyses des formes urbaines et les méthodes qui seront utilisées pour l'identification des aires emblématiques comprises dans l'aire d'étude, l'agglomération de Nice. Au sein de ce vaste espace urbain, six sous-espaces emblématiques seront sélectionnés et présentés au lecteur. Le troisième chapitre sera dédié aux bases théoriques des approches configurationnelles, l'explication des méthodes utilisées et des différentes façons de modéliser le système des espaces publics dans la ville. Des réflexions sur les méthodes seront proposées afin de mieux comprendre les résultats des chapitres suivants et le pouvoir explicatif de ces méthodes. Ensuite, le chapitre quatre introduira les techniques d'analyse des résultats, qui permettront d'appréhender les centralités de l'aire d'étude et le pouvoir de discrimination des différentes techniques. Le chapitre cinq montrera dans les détails les résultats des analyses configurationnelles, au niveau de l'aire d'étude et des sous-espaces emblématiques. Ce chapitre permettra également d'apprécier dans quelle mesure les analyses conduites permettent de répondre aux questionnements de la recherche. Un dernier chapitre proposera des éléments de conclusion et des perspectives de développement du présent travail susceptibles de nourrir un plus vaste projet de recherche scientifique.

2. L'aire d'étude : la ville de Nice et ses espaces emblématique

Dans ce chapitre la première question qui sera abordée est la définition claire et exhaustive de la thématique de ce travail : il sera présenté de façon synthétique le concept de forme urbaine, selon les différentes définitions fournies au cours de ces dernières années. Un certain nombre de ces différentes façons d'étudier les phénomènes urbains seront approfondis, afin d'identifier des méthodes pour la définition de sous-espaces urbaines homogènes. Grâce à ces méthodes et à la lecture de la morphogenèse urbaine de l'aire de l'agglomération urbaine de Nice, ils seront identifiés six aires emblématiques, qui seront le centre des études des chapitres suivantes.

2.1. La morphologie urbaine: définitions et approches d'analyse

Avant d'aborder la question, il faut donner des explications sur les objectifs du travail, afin de bien définir quelles sont les thématiques traitées et les différentes méthodes d'analyse. Le but de ce travail est de réfléchir sur la compréhension et l'interprétation de la forme urbaine de l'agglomération de Nice : il n'existe pas une modalité unique pour définir la thématique a priori, d'identifier ses champs d'action et ses encadrements dans les travaux des géographes et des urbanistes qui se sont intéressés à la forme urbaine. Le premier objectif de ce texte est de rédiger de façon rapide et suffisamment exhaustive les différents points de vue existants, et donc la prospective à travers laquelle sera abordée notre thématique.

Avant d'aborder les différentes façons de définir la thématique, il convient souligner que les études sur la morphologie urbaine ont été faites souvent avec un approche méthodologique pas forcément correct : l'étude de la forme urbaine, ne doit pas être réduite à simple description de la forme (Lévy 2005), et même ne doit pas être abordé, comme ont faits malheureusement dans les années après la Seconde Guerre mondiale les architectes morphologiques, avec des motivations finalisées à obtenir une légitimation sur les projets (Merlin 1988).

Plusieurs définitions sont disponibles et, en conséquence, plusieurs méthodes sont utilisables pour appréhender les formes urbaines : il n'est pas aisé de mesurer et de caractériser la morphologie des tissus urbains et il n'y a pas d'indicateur unique capable de décrire l'organisation et l'arrangement spatial des structures urbaines par nature très complexes (Thomas et al 2008). Les premières recherches sur les formes urbaines ont été posées sur

les relations entre les phénomènes de peuplement et les éléments géomorphologiques, surtout hydrologiques et orographiques (Vidal de La Blanche 1903, Brunhes 1925). Dans les années de l'entre-deux guerres, des études seront conduites par les écoles allemandes sur les macro-formes urbaines comme formes des tracés (Hofmeister 2004). À partir de la deuxième partie du dix-neuvième siècle, les études sur les évolutions des formes urbaines seront systématiquement développées : les recherches italiennes sur les relations entre la forme urbaine et les typologies des bâtiments (Muratori, Caniggia, Rossi, Aynomino) seront la base pour les études françaises (Castex, Depaule, Panerai) et anglaises (Conzen) (Benevolo 1993).

Ces écoles, malgré ils provenaient de culture d'aborder la recherche, de langage et des disciplines très différent, ont la vision commun sur l'approche nécessaire pour la compréhension des villes : les agglomérations urbaines peuvent être lues à travers leurs formes physiques (Caniggia Maffei 1979). Ce point de vue classique se pose sur trois principes fondamentaux (géométrie, échelle de visualisation et évolution historique) ; les travaux de ces écoles ont montrés que est possible identifier des liaisons entre les caractéristiques morphologiques des tissus urbains et les conditions socio-économiques, en relation avec une certaine période historique (Moudon 1997).

Mais cette approche, focalisée sur l'identification des rapports entre les éléments géographiques et les événements historiques sur le territoire, d'un point de vue méthodologique, sera plusieurs fois contestée : « L'objet forme urbaine ne peut pas être saisi que par une démarche transversale, pluridisciplinaire » (Roncayolo 2002 p. 178) : l'émancipation de l'exclusive vision historiciste, non de l'histoire comme signification (historique), mais de l'histoire comme méthode et discipline (Levy 2005), sera nécessaire afin de permettre la reconnaissance de sa complexité par une pluralité des approches disciplinaires (Pellegrino, 2000).

À partir de cette considération, les travaux sur la morphologie urbaine ne devront plus être regardés comme le résultat des événements historiques, mais ils devront envisager la ville comme un espace d'échange culturel (Ledrut 1968). La morphologie urbaine est l'étude de la ville comme habitat humain : l'analyse de l'évolution des agglomérations, à partir des premières structures de peuplement que, selon les transformations successives, se décomposent et s'identifient en plusieurs éléments. La ville est les lieux d'agrégation et de dialogue, d'intégration et de comparaison pour la plus grosse partie des individus, selon des règles économiques et sociales (Moudon 1997). Géographes, urbanistes, sociologues, anthropologues centrèrent leur intérêt sur les résultats de ces actions économiques et sociales : ils ont étudiés les résultats qui ces phénomènes de relation ont produites entre les individus, les lieux lorsque s'ont déroulés et les développements qui ces lieux ont au cours d'une certaine période de temps. Bâtiments, parcelles, parkings, jardins, rues, lieux de rassemblement social et monuments sont les éléments d'analyse : ces éléments sont toujours évalués comme des organismes en constante évolution, qui se transforment pendant le temps.

Car définir de façon univoque le concept de morphologie urbaine n'est pas possible, il n'existe pas une approche unique avec laquelle il été possible comprendre la forme ur-

baine : Levy (2005), à partir d'autres réflexions antécédentes (Pellegrino 2000), a proposé un résumé des approches possibles. Dans le cadre de cette recherche, à partir des approches qu'ont été proposées dans le dernier siècle, nous avons choisi quel sont, selon nous, les plus adaptées pour l'identification et la discrimination d'un nombre limité d'aires emblématiques dans l'aire d'étude niçoise. Les aires identifiées, seront analysées selon l'approche configurationnelle, expliquée dans le chapitre suivant : avec une connaissance experte du territoire, fournie par des approches plus classiques et souvent qualitatives, sera possible d'évaluer, avec une approche moins classique, s'il y a des éléments récurrents, des différences, des règles générales.

2.1.1 L'approche sur la lisibilité historique

La première façon d'étudier la structure urbaine, fondamentale pour la discrimination d'aires emblématiques de l'agglomération niçoise, a été une approche basée sur la lisibilité historique des éléments du tissu urbain. À la base de l'approche suivante, nous avons les travaux de l'école italienne sur les analyses typo-morphologiques, introduits par les ouvrages de Muratori (Purini 1990), et qui, à partir de la définition d'un certain nombre de types-bâtiment, ont étudié les possibles relations entre les typologies des éléments édifiés et les formes urbaines (Aymonino 1977).

La définition plus générale de type, au-delà de sa utilisation dans le champ de l'analyse urbaine et de l'architecture, a pour but la volonté de « mettre de l'ordre à l'expérience à travers des schémas qui en permettant l'opérabilité (cognitive ou constructive), en réduisent le nombre des cas, l'infinité des phénomènes possibles » (Gregotti 1993). À partir de l'identification des typologies, il sera possible de comprendre la logique constructive des agglomérations urbaines, de reconnaître les « événements urbains » (Rossi 1966) : à travers l'analyse de ces événements, nous sommes en mesure de capter les éléments architecturaux, la genèse constructive et les techniques de réalisation, qui composent la ville.

Sera donc possible, selon une acception historiciste, d'identifier les parties du tissu urbain qui présenteront une lisibilité morphologique régulière, et qui se sont développées grâce aux mêmes « lois du devenir » (Caniggia 1997 pp 47). La morphogenèse urbaine sera une des facteurs qui nous permettra de discriminer des aires qui, en raison de la capacité de montrer les évolutions historiques des éléments constructifs, sont liées par la même capacité d'être lisibles.

2.1.2 L'approche à la forme socio-fonctionnelle

L'approche historiciste, qui vise à identifier et expliquer les formes urbaines avec une approche fondée sur l'individuation des liaisons entre les typologies constructives et l'évolution historique, a montré un certain nombre de limites : ces défaisances ne sont pas reliées à l'approche méthodologique adoptées, plus descriptives qu'explicatives, mais à la réduite prise en compte du rapport entre les formes matérielles et les formes sociales (Roncayolo 2002).

À partir de cette considération, s'est formée une nouvelle façon d'approcher l'analyse de la forme urbaine : l'espace public se forme, se développe et se gène grâce aux réglés qui ne sont pas toujours reliés aux facteurs d'évolutions diachroniques et physiques, mais avec un point de vue plus attentif aux aspects humains (Ledrut 1968). Il est indispensable, selon cette approche, l'étude de la forme urbaine à travers les phénomènes d'occupation du sol par les groupes sociaux, les évolutions démographiques, les activités et les fonctionnements dans la ville. Cette approche, abordée par les sociologues qu'ont travaillées sur la mémoire collective (Halbwachs 1928), sur les « événements sociaux » (Durkheim 1960) et sur les travaux de l'École de Chicago (Grafmeyer 1984), propose de compléter l'analyse historiciste de la forme urbaine avec les aspects liée au mouvement de populations, les événements de division sociale (économique, culturelle, religieuse) ou d'agrégation (Conzen 2004).

2.1.3 L'analyse « locale » du tissu urbain

À partir de l'identification des éléments récurrents, nécessaires à définir des typologies, reliées aux facteurs de morphogenèse urbaine, il sera possible évaluer, à une échelle majeure, quelles sont les interrelations entre les éléments composant du tissu urbain : parcelle, bâti, réseau viaire (Panerai Langé 2001). L'approche que mire à l'identification de tissus morphologiquement homogènes, de vérifier les relations dialectiques entre les typologies des édifices et la forme urbaine (Aymonino 1977), se pose « à une échelle de complexité de relation plus haute que d'un seul élément édifié (Gregotti 1993 pp 85) ».

Il y a trois finalités principales d'étude avec cette façon d'analyser les formes physiques urbaines :

- La compréhension des relations être les formes, les éléments anthropologiques et les éléments naturelles ;
- Les relations mutuelles entre les trois éléments principaux du tissu urbain (parcelle, bâti, réseau viaire) ;
- La capacité d'adaptation des formes aux évolutions des nécessités de la société et les conséquences sur le tissu.

La difficulté de cette approche, bien remarquable dans les travaux produits (Panerai et al 1997, Caniggia 1963, Conzen 1960) est principalement relié à la vision « locale » des relations spatiales entre les éléments physiques du tissu urbain : les bâtiments ont des relations avec les tronçons viaires le plus proche, le bâti est en relations avec la forme des parcelles exc. Ce manque de vision en profondeur, à différentes échelles, des relations spatiales de la plasticité des espaces urbains ont été une des causes de la crise de cette approche d'analyse à partir des années '80, et qui ont provoqué la naissance d'autres façons de considérer les relations entre les éléments physiques, comme par exemple les analyses configurationnelles (Cutini 2010).

2.1.4 L'approche perceptive

Avec cette approche, il sera possible d'établir les caractéristiques perceptives qui se forment dans l'imagination des utilisateurs de l'espace urbaine : seront pris en compte les éléments de dimension (volume du bâti, limites et formes), de perceptions spatiales (relations et liaisons entre les objets urbaines) et plastiques (couleurs, matériaux, styles) de l'urbanisation, qui sont influents sur la façon de comprendre l'espace par les individus (Cullen 1961, Sitte 1889).

Il sera possible d'aborder l'analyse de la forme urbaine pas seulement en manière classique, en étudiant les caractéristiques typo-morphologiques et les transformations des tissus urbains, mais aussi les caractéristiques visuelles, stylistiques et culturelles du paysage urbain (Castex et al 1980). Avec un approche née grâce aux travaux sur la gestaltpsychologie (ou psychologie de la forme, Köhler 1929), il est possible identifier les images mentales des utilisateurs des espaces publics, qui seront influencée dans leurs comportements spatiaux par leur capacité de percevoir l'espace (Lynch 1960).

Il a été montré dans ces sections que la définition d'une méthode unique pour la lecture des formes urbaines n'existe pas : cela n'est pas une limite, mais une valeur ajoutée pour mieux comprendre les formes urbaines. Grâce à ces différentes façons de lire les caractéristiques urbaines, il sera possible, dans les prochaines sectionnées, d'étudier l'aire de Nice et d'identifier des sous-espaces que, en stricte corrélation avec ces points de vues, sont représentatives d'une certaine typologie du tissu urbain.

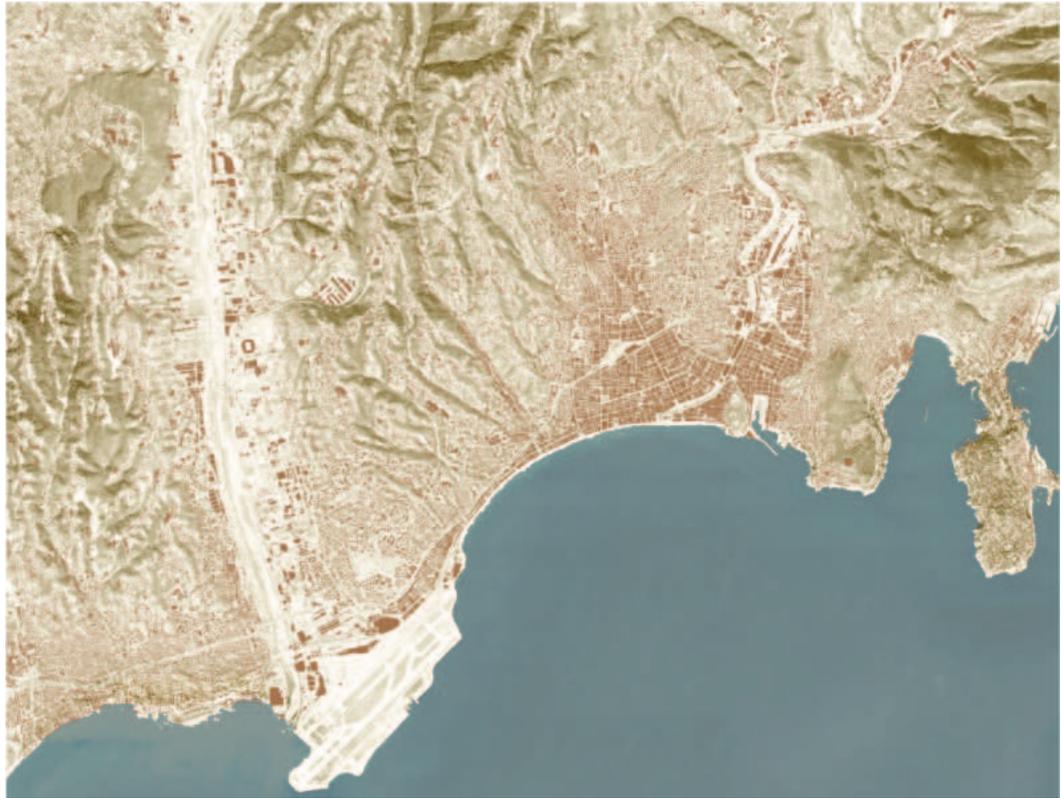
2.2. La morphogenèse urbaine de l'aire niçoise

L'aire littorale de la Côte Azur est une partie de la région française de Provence-Alpes-Côte-Azur (PACA). Cet espace, grosso modo identifiables avec l'aire littoral de 60 km de longueur et 15 km de profondeur entre la frontière franco-italienne et le Massif de l'Estérel, se caractérise, d'un point de vue urbain, par une certaine continuité et régularité. Cependant, trois polarités sont bien remarquables : à l'Ouest (Cannes, Antibes et Grasse), au centre (Nice, Cagnes-sur-Mer et Saint-Laurent-du-Var) et à l'Est (Monaco, Menton).

Dans ce travail, nous focaliserons notre intérêt sur l'agglomération urbaine positionnée de façon intermédiaire : la ville principale de cet agglomération est Nice, située dans la Baie des Anges, repérée par les vents de l'amphithéâtre de collines du Gairaut, limité à l'Est par le mont Boron et à l'Ouest par la Plain-du-Var. Les seuls éléments qui perturbent la plane sont la Colline du Château, parmi la vieille ville de Nice et le port Lympia, la colline de Cimiez, et le fleuve Paillon (fig. 1).

L'aire urbaine que nous avons prise en compte accueille un demi-million d'habitants environ ; seulement Nice, selon le dernier recensement du 2012, a 344 000 habitants, cela fait qu'elle est la quinzième ville plus peuplée de la France. Dans ce travail, nous utilisons l'ensemble des termes « agglomération urbain niçoise » pour indiquer les confins admiratives des trois communes principales et un border autours, nécessaire pour bien considérer tous les relations spatiales qui ne sont pas conditionnées par des limites administratives.

fig. 1: L'aire d'étude de l'agglomération urbaine de Nice, Cagnes-sur-Mer et Saint-Laurent-du-Var.



2.2.1 La planification urbaine de Nice dans les Etat de Savoie

Le nom de la ville niçoise, fondée dans le IV^e siècle a.C. par les Grecs de Focea de l'Asie Mineure, vient de la divinité Nikaia, à laquelle a été consacré le petit village sur la colline du Châteaux. Le village, pendant le Moyen Age, si d'un côté, a vu la militarisation intense de la colline, dans l'autre côté, a vu le développement progressif en direction de l'Est, en créant ce qu'on appelle aujourd'hui le quartier de le Vieux-Nice et en direction de l'Ouest, à travers un florissant port commercial.

À partir de 1388, et jusqu'à l'unification de l'État italien en 1860, la ville a été sous l'égide du Duché de Savoie, en devenant le seule accès à la mer par l'État de Turin jusqu'en 1815. En raison de ce dernier élément géographique, l'aire niçoise a causé un considérable intérêt par les ducs piémontais : à plusieurs reprises, les approches à l'aménagement et au développement urbain chez les Turinoises ont été appliquées, implémentées et adaptées au territoire azuréen. En conséquence, grâce à cette remarquable attention, la ville de Nice, à partir du centre médiéval, s'est agrandie de façon ordonnée et planifiée.

Les premiers projets urbains voulus par les ducs de Savoie, conçus par les architectes Francesco Paciotto et Domenico Ponsello, s'ont été actualisé à partir du 1560 : à cette époque, ont été réalisés les bâtiments à l'Ouest du premier centre médiéval sur le versant de la colline du Châteaux, jusqu'à l'embouchure du Paillon (Graff 2000). Déjà dans le cadre de ce premier projet, les lignes directrices de l'approche Savoie sont bien reconnaissables : la création d'importants axes prospectifs qui, en débutant par le centre de la vieille ville, se dirigent vers les aires périphériques (fig. 2).

À partir de la première moitié du 1800, nous assistons à l'intense développement urbain de la ville en corrélation avec les événements qu'étaient en train de s'actualiser à Turin : en 1773, le Conseil municipal appelé « *Congresso di Architettura* » a été constitué au sein de l'établissement de Turin, qu'avait pour but la réalisation du projet d'aménagement urbain et qu'avait permis d'avoir une modernisation de la capitale de l'État de Savoie (Graff 2007). À Nice plusieurs propositions d'aménagement ont été évaluées afin de réorganiser le tissu urbain du centre de la ville existant, et de concevoir les développements sur l'autre côté du Paillon et des espaces au Nord du port.

Le *Consiglio d'Ornato* a été créé, centre de planification urbaine à partir du 1832 et jusqu'à la fin de la domination Savoie en 1860, avec deux objectifs principaux : rédiger un plan d'aménagement et évaluer les permis à construire. Dans les principes fondamentaux identifiés par l'établissement, il y a la recherche vers la hiérarchisation des parcours routiers, de redresser et de régulariser les voies afin de favoriser la monumentalité. Ces approches sont typiques de la façon de concevoir l'espace dans l'époque baroque, qui à travers des études de proportion entre les bâtiments et l'espace vert, visent à valoriser et améliorer la perception de la ville (Benevolo 1993).

Dans ce contexte se pose le « Plan d'alignement » de François Aune, qui a prévu un agrandissement de la rive Nord du Paillon, en créant une maille régulière : ce nouvelle trame urbaine, disposée comme un éventail et en suivant la morphologie naturelle de la plaine, a régularisée et réorganisée la croissance des bâtiments spontanés. Depuis le début, le projet se présentait ambitieuse, parce que n'a été pas prévu d'abandonner la trame orthogonale. Les nouveaux axes, en adaptant à la forme du fleuve et à la colline de Cimiez, n'ont pas détruit les idéals baroques que dans la ville de Turin a eu un glorieux succès (Graff 2013) (fig. 3).



fig. 2: Configuration urbaine de la Vieux- Nice, en 1720, en évidence le nouveau quartier de l'Opéra (b.) (font : Graff 2000).

2.2.2 L'époque française jusqu'à la Seconde Guerre Mondiale

L'annexion de la ville de Nice à l'État français, survenu en 1860, a été un véritable moment décisive : en ces années, on est passé d'une conception baroque de l'aménagement urbain, visant à l'améliorer les espaces publics, à une recherche exclusive du redressement des axes routiers, afin de favoriser la circulation. Ce changement d'intérêt a été dû en partie par les influences haussmanniennes (appliquées en plusieurs villes françaises), et qui ont pour but des objectifs fonctionnels. Dans ce cadre historique, il faut regarder la proposition de destruction du centre ancienne de la Vieux-Nice à travers la création d'un axe, alignée à l'Avenue de la République, de liaison directe entre Place Garibaldi et le Quai des États-Unis.

Malgré le changement administratif et les concepts innovants de la capitale parisienne, une partie de le plan d'aménagement et des lignes directrices du *Consiglio d'Ornato* ont été préservés : nous avons vu que, à partir de la fin du siècle, une expansion des aires périphériques à travers l'allongement des axes définis en époque turinoise. Par contre, nous avons vu la perte de la hiérarchisation et caractérisation des parcours, typique de l'approche italienne, en faveur d'une logique unificatrice. Sous cet angle, il faut considérer les projets dans les quartiers Riquier (1878), Saint Philippe (1879) e Saint Etienne (1880) (fig. 4a, 4b). Malgré le maillage régulière et aligné aux axes anciens, l'intérêt par les espaces verts, cœurs des réflexions de l'Époque des Lumières, a été perdu. À plusieurs reprises, les chemins médiévaux à l'extérieur du centre-ville ont survécu : la logique de planification et d'imposition par l'établissement turinoise, a commencé à être remplacé par des logiques et des intérêts privés. Le système d'aménagement a été de plus en plus influencé par les parcelles et partant soumis à logique de compromis (Graff 2000).

fig. 3: Plan d'alignement par François Aune du 1858 et approuvé en 1860 ; ils sont soulignés les travaux de destruction et de reconstruction (font : Graff 2013).





fig. 4: Les plans d'alignement des quartiers au nord : a. Saint Etienne (1879) ; b. Longchamp (1880), (font : Graff 2013).

Les trente années compris entre la fin du siècle et le début de la Première Guerre mondiale, sont caractérisé, au niveau européen, par des changements sociaux considérables : l'ascension de la classe moyenne bourgeoise aux dépens de l'aristocratie traditionnelle, conséquence de la révolution industrielle. Dans ces années, l'idée de tourisme de masse devient de plus en plus familière par un grand nombre des individus. En conséquence, d'un point de vue des phénomènes urbains, nous avons vu la croissance de la spéculation immobilière, reliée aux intérêts privées, typique d'un aménagement public pas rigoureuse comme dans les années précédentes.

En 1919, grâce à la loi nationale Cornudet, finalisée à requalifié les villes touristique et avec la population au moins de 10 000 habitants, a été créé l'homonyme comité au cœur de la ville niçoise : à partir de cette année, l'établissement public a repris le contrôle de l'aménagement du territoire. Dans les années suivantes, plusieurs plans de développement ont été conçus : en suivant les lignes directrices et les principes du *Consiglio d'Ornato*, ont été planifiés les expansions urbaines dans la Plan du Var et au Nord du centre de Nice, jusqu'aux collines du Gairaut. Malheureusement, à cause du déclenchement de la Seconde Guerre mondiale, les projets ont été écartés, en causant la stagnation de l'aménagement qu'a duré au cours des vingt années suivantes.

2.2.3 L'après-guerre : expansion collinaire, planification par fragments et tardive reconquête des espaces publics

Après la fin du Second Conflit Mondial, on a assisté à une nouvelle phase de développement urbain : dans ces années-là, la nécessité principale a été d'avoir une reconstruction rapide pour répondre à la manque de services minimaux. Et donc, à cause de ces nécessités, on a vu une progressive centralisation des activités d'aménagement urbain vers l'État central, en favorisant une approche centralisée et administrative de l'aménagement urbain.

La nécessité d'offrir une réponse à la croissance démographique, et de répondre à la pénurie de logement social, a eu par conséquence la création ex-novo de plusieurs quartiers résidentiels au Nord de la ville de Nice (L'Ariene) et dans le plan du Var (Les Moulins).

Souvent, les aires limitrophes des sorties de l'autoroute A8 ont été utilisées pour répondre à cette nécessité (Bon Voyage et les Mourailles) : à partir des années '60, sur ces aires fortement décentralisées, mais bien connecté aux axes de communications routières, ont été réalisés grands ensembles d'appartement. La logique de réalisation de ces ouvrages n'a été pas liée à évaluation de planification globale des exigences collectives, mais ils ont répondu juste aux nécessités d'accessibilité viaire et d'auto-réglementation interne des parcours. Ces années ont vu la prolifération et l'expansion des aires périphérique niçoise par fragmentations, sans une encadrée municipale capable d'identifier les lignes directrices pour un développement durable de la ville.

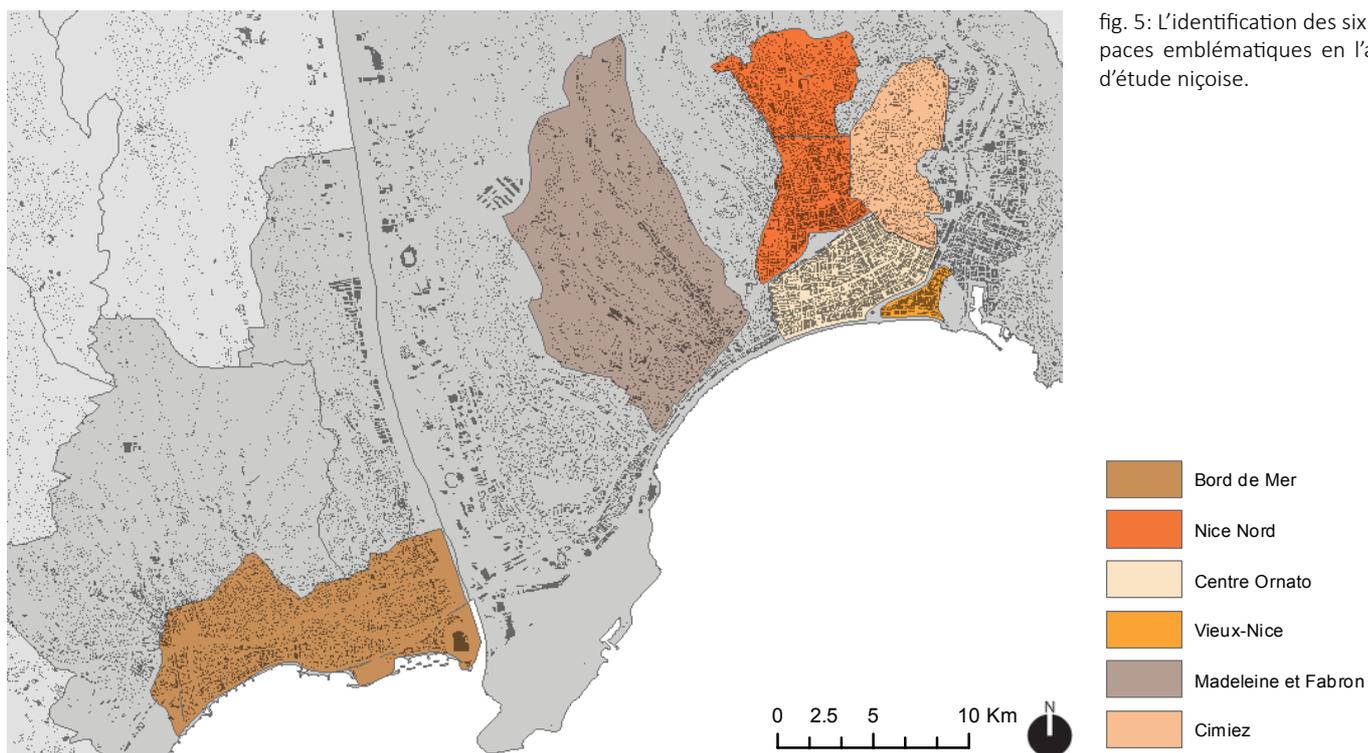
Dans ce cadre, il faut regarder le rôle des systèmes de mobilité, surtout des voitures : au niveau international, on a vu la domination des intérêts de la mobilité véhiculaire plutôt que piétonne, en causant une nouvelle façon d'utiliser les espaces publics, de plus en plus en liaison avec les accessibilités véhiculaires. Nice n'a pas pu éviter ces dynamiques. À partir des années '50, les travaux pour donner à la ville un approprié système de décongestion d'un toujours croissant volume de trafic sont commencés, à travers la réalisation de la Voie Pierre Mathis (1973), véritable doublement de la Promenade des Anglais.

Cette logique, finalisée presque exclusivement à la satisfaction des exigences de mobilité à travers les moyens de transport privés, a eu en même temps des effets sur les aires fortement urbanisée du centre-ville de Nice : la couverture du Paillon, la Place Masséna et la Place Garibaldi, ont été presque inaccessibles par les utilisateurs à pied (Fusco 2012). La fonction de liaison qui devrait avoir la couverture du Paillon et le rôle d'échange et de communication, caractéristique principale des places, a été perdu jusqu'à la fin du siècle. La reconquête des espaces publics, malheureusement tardive par rapport aux phénomènes enregistrés à plusieurs reprises dans l'autres aires urbaines européennes. Dans la ville de Nice, à travers la limitation et la réorganisation des passages véhiculaires, la réalisation d'un certain nombre d'espaces verts et l'amélioration du transport public, a été redonnée aux individus la pleine capacité d'utilisation de ces espaces d'agrégation. La construction de la première ligne du tramway a permis d'une côté, de requalifier les places et les Avenues intéressées par les travaux, et de l'autre côté, de connecter les périphériques du Nord aux aires centrales du Sud.

2.3. L'Identification des espaces emblématiques

À partir des considérations sur les évolutions morphologiques du tissu urbain, et en regardant les caractéristiques reliées aux facteurs d'occupation humaine du sol, le but de ce dernière section est l'identification d'espaces qui sont bien représentatifs des formes urbaines de l'agglomération de Nice. Les différentes approches brièvement décrites dans la section 2.1., ont été utilisées pour identifier et comprendre ces différences.

Afin de fournir des exemples bien représentatifs de la réalité urbaine de Nice, a été fait la sélection d'une seule aire emblématique parmi celles similaire. Cette opération de sélection a été faite pour l'identification d'une aire représentative des centres médiévaux : le



Vieux-Nice, par rapport aux centres-villes de Cagnes-sur-Mer et Saint-Laurent-du-Var, est le plus exhaustif et avec des frontières mieux évidents. Les mêmes considérations ont été faites pour les aires de Fabron et de la Madeleine : la forme urbaine de ces aires est bien reconnaissable dans différents espaces périphériques de l'aire littorale azurée.

Pour ce qui concerne l'aire Centre-Ornato, il a été jugé nécessaire donner des détails, surtout de nature morphogénétique : pendant les années d'application du *Consiglio di Ornato*, ont été conçus et réalisés à la fois les aires au Nord du Paillon et l'aire comprise entre le port Lympia et le quartier Riquier. Ce dernier espace, en bien respectant les principes chez les architectes baroques, est très similaire à l'aire sélectionnée dans ce travail.

Dernière considération, la plus grande partie des informations sur les phénomènes socio-démographiques, nécessaires pour fournir une approche socio-fonctionnelle à la lecture du tissu urbain, a été dérivée du travail « Appréhender le fonctionnement métropolitain azuréen par l'analyse des pratiques de mobilité » (Fusco Saint-Amand 2013).

Dans ce qui suit, nous allons rapidement présenter les six espaces emblématiques retenus en tant que cas d'étude dans le cadre de notre recherche.

2.3.1 Le Vieux-Nice

À partir des considérations et des évaluations qui nous avons fait d'un point de vue historique, nous avons identifié le premier quartier, le plus ancien d'un point de vue de l'état de construction des bâtiments et des espaces publics. L'aire d'étude de la Vieux-Nice, se trouve aux pentes de la colline du Châteaux et il a presque la forme d'un triangle, limité par les éléments naturels du rivage du Paillon, du bord de mer et de la colline (fig. 6).

En regardant l'état de construction des bâtiments, les relations entre les axes de communication et la forme des éléments bâtis, il ressort que l'aire se compose de deux grandes zones : l'aire plus ancienne (d'époque médiévale et proche au château) et le quartier de l'Opéra à l'Ouest (proche à l'embouchure du Paillon). Cette dernière, édifiée à partir du XVI^e siècle et achevée au début du XVIII^e siècle, est le premier exemple d'urbanisme piémontais sur le territoire niçois. Les distances entre les façades des bâtiments sont majeures, la trame est plus régulière : la perception des espaces n'est plus quelle typiques des cités médiévales, mais avec un vaste champ de vision et réglé par des gros axes visuels.

En raison de ses caractéristiques morphologiques, actuellement l'aire de la Vieux-Nice est caractérisée par l'usage des espaces (publics et privés) fortement orientés sur les activités commerciales des pièces au niveau du sol. Les étages supérieurs, caractérisés par une taille moyenne (de nombre de pièces et de surface) la plus réduite parmi les aires emblématiques de l'agglomération niçoise, sont pour la plus grosse partie occupée par des étudiants ou des personnes seules en collocation. En outre, dans ce quartier, il y a la haute présence de résidences secondaires liées aux fonctions touristiques (Marché aux Fleurs, les églises baroques, l'Opéra) et à l'attractivité du bord de mer. En conséquence, les résidentes préfèrent atteindre les lieux de travail (surtout vers les aires du centre-ville niçois) à pied : en moyenne, la population de l'aire du Vieux-Nice n'est pas équipée du permis de conduire ou de l'abonnement aux transports en commun. Cette dernière caractéristique est plus ou moins unique par rapport aux autres aires emblématiques.

fig. 6: Les aires emblématiques : le Vieux Nice.



2.3.2 Le centre-ville planifié par le Consiglio d'Ornato

Si les premiers exemples d'application de la conception de développement turinoise dans la ville de Nice a été le quartier de l'Opéra de la Vieux-Nice, les capacités de planification des architectes de l'État de Savoie se sont bien manifestées sur le rivage Nord du Paillon. À partir du 1832, à travers l'institution de l'organisme de planification *Consiglio d'Ornato*, seront identifiés les axes de communications, les rapports entre les éléments principaux du tissu urbain de la zone limitée par les éléments naturels de la colline de Cimiez et du fleuve Paillon, et les limites anthropologiques des Boulevards Dubouchage, Victor Hugo et Gambetta.

À partir des axes définis par l'établissement, pendant les années suivantes sous le contrôle français, la zone a été développée au Nord et à l'Ouest des Boulevards. Par rapport à la structure strictement maillé de la zone conçue par les Piémontaises, les quartiers de Thiers, de La Buffa et de Gambetta, montrent la perte de régularité : après l'annexion de Nice à l'État française, le *Consiglio d'Ornato* n'existe plus et aucune instance ne s'est pas chargée d'actualiser le savoir-faire italien. Il en résulte que, les extensions urbaines de la fin du XIX siècle présentent des manques conceptuelles par rapport à celles d'avant le 1860. La perte de régularité est bien évidente dans les aires au Sud-Est de la Gare Thiers lorsque le changement de pente à l'Est du Boulevard Gambetta correspond aux premières formes de réseaux arborescentes, typiques des collines de la Madeleine (fig. 7).

Malgré les aires conçues en époque française et celles dessinée par le *Consiglio d'Ornato* montrent des différences évidentes, nous avons décidé de le combiner en une seule zone d'étude. Ce choix a été fait parce que, entre ces aires, une certaine régularité (morphologique, sociale et fonctionnelle) est encore perceptible. Malgré la réduction de la hiérarchisation des axes des parcours, l'incertitude d'identification des rapports façade-vert-voie, et le manque de la perception des espaces selon l'approche typique du Siècle des Lu-



fig. 7: Les aires emblématiques : le centre-ville Ornato.

mières, il existe encore un certain degré de régularité du tissu. La planification, malgré il n'est plus finalisé à améliorer la perception des espaces, existe encore, et existe encore une vision d'ensemble de le développement des zones périphériques.

Cette régularité est perceptible à différents niveaux d'étude et sur différentes thématiques : par la majorité, l'aire au Sud de la Gare Thiers est occupée par des ménages composés par une seule personne. En regardant la taille des logements, les besoins de la population (surtout étudiants, emplois et ouvriers) sont bien satisfaites. La chose qui n'est pas satisfaisante par la population (il est aussi remarquable dans les airs du Nice Nord et de la Vieux-Nice) est le niveau de sécurité publique perçue. En ce qui concerne la mobilité, les habitants préfèrent les déplacements avec les transports publics : cela est relié au fait qu'une grosse partie de la population n'a pas le permis de conduire. Cela est en partie dû au nombre réduit des stationnements. D'un point de vue des fonctions installées, l'aire est intéressée par un niveau élevé d'activités commerciales, à l'exclusion du quartier au l'Est du Boulevard Gambetta, à prépondérance résidentiel : l'Avenue Médecin et la Rue Masséna sont une des pôles principaux d'attraction par les touristes dans l'entière aire urbaine niçoise.

2.3.3 Nice Nord et la Libération

La zone d'étude de Nice-Nord se compose des quartiers de Saint Maurice, de Saint Sylvestre, de la Mantega, de Vernier et de la Libération. Afin d'identifier la zone d'étude, plusieurs facteurs (morphologiques, orographiques et socio-démographiques) ont été prises en compte. La limite du sud-est est identifiable par les grosses structures de communication ferrée et routière : la gare, mise en service à partir du 1864 et la Voie Pierre Mathis, terminée en 1973. Ces structures, selon les approches perceptives des écoles américaines (Lynch 1960), sont perçues par les utilisateurs comme des limites (the edges), des interruptions linéaires, des éléments de séparation entre différentes aires, quartiers, contextes. Tracés au-dehors d'un cadrage municipal, peu respectueux des caractéristiques urbaines, ces éléments ont créé une barrière sociale entre les quartiers du Nord et du centre-ville niçoise (fig. 8).

Les éléments naturels, et plus précisément les changements de pente des collines du Gairaut et de la colline de Cimiez, ont aidé à identifier les autres limites de l'aire d'étude. Cependant, il est nécessaire souligné que l'orographie de l'aire n'est pas le seul élément pur l'identification de ces frontières : il existe la forte corrélation entre les éléments naturels et le tissu urbain (Pinon 1991). À travers la lecture morphologique du tissu, le début des collines, comme il sera montré même dans le quartier de Cimiez, représente un changement de typologies bâties et de structure de réseaux routiers. La taille, la hauteur et l'indicateur d'occupation du sol, sont inférieurs par rapport aux zones proches de l'aire d'étude de Nice-Nord. La rectitude des voies n'est pas toujours respectée et des structures arborescentes et cycliques permettront l'accès aux parcelles privées.

Des évaluations sur la morphogenèse urbaine permettent de mieux comprendre l'unicité de cette aire : sur une structure caractérisée par l'existence de plusieurs parcours

de nature agricole, il a été superposé le « Plan régulateur des quartiers de Saint Etienne et Longchamp ». Comprises entre la Gare du Sud et la gare Thiers, il s'agit de le dernier épisode de réglementation dans la partie le plus au Nord de la ville de Nice. À partir de Place Charles de Gaulle, les structures urbaines ne seront plus cohérentes comme celles-là décrites jusqu'ici : ces quartiers se sont développés à partir de la fin du XX siècle, ou les intérêts privés ont eu suivantes le contrôle, en permettent la suivre de plusieurs parcours rurales, comme le chemin Saint Barthélémy (connue aujourd'hui comme Avenue Saint Lambert). Ces parcours, en collaboration avec les grands axes de communications Nord-Sud, permettront les déplacements, et la liaison entre les aires périphériques à haute densité de population des quartiers Nord avec les fonctionnes et les attractivités sociales du Sud (Graff 2000, 2013).

Globalement, l'aire se caractérise pour une forte spécialisation résidentielle, un peu comme l'aire au Sud de la gare ; par rapport à cette aire-là, en stricte liaison avec les gros ensablements d'appartement, surtout dans les aires plus proches aux collines, l'aire Nord-Nice a le pourcentage des ménages nombreux plus élevé. Cela est la cause de la majeure préoccupation sur les questions liées à la perception de sécurité publique, à la nécessité d'avoir un emploi approprié et un logement adapte. La moyenne de la population, surtout étudiants, employés et ouvriers, n'a pas le permis de conduire et préfère les déplacements avec les transports en commun.

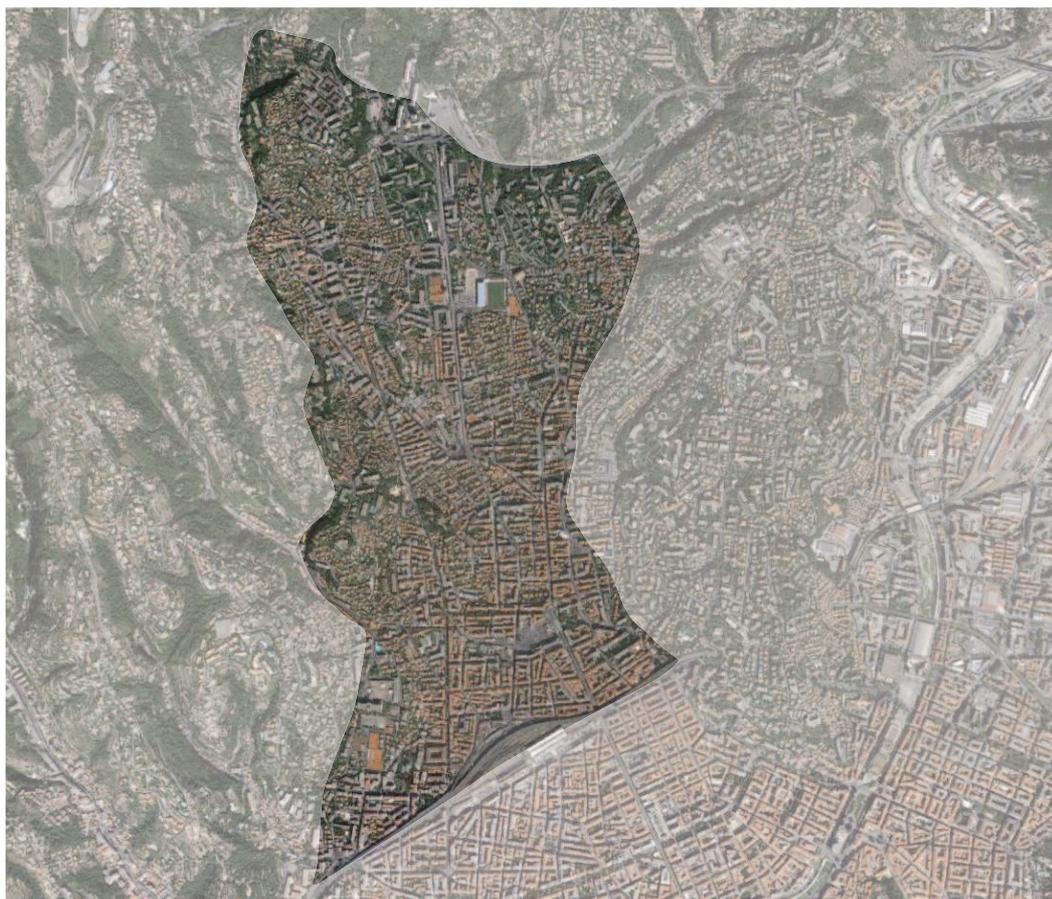


fig. 8: Les aires emblématiques : l'aire de Nice Nord et de la Liberation.

2.3.4 La cité-jardin de Cimiez

L'aire de Cimiez est identifiable avec l'homonyme colline intégrée dans le centre de la ville de Nice. Cette aire est positionnée parmi les aires de Nice Nord et du quartier Carabacel à l'Ouest et les quartiers de Riquier, Saint Roche et Pasteur à l'Est. La définition de ses limites géographiques a été strictement lié aux facteurs orographiques, et en même temps, comme il est bien évident en regardant les évolutions historiques urbaines et sociales, grâce à l'unicité du tissu urbain, unique dans l'agglomération urbaine de Nice (fig. 9).

Le quartier est un clair exemple de cité-jardin, c'est-à-dire la manière de penser la ville à l'opposé de la ville industrielle polluée et qui s'oppose également à la campagne, considérée comme trop loin des centres humanisés (Benoît-Lévy 1904). Ce modèle, typique des aires périphériques parisiennes et londonniennes, a été appliqué dans le contexte azuréen, surtout pour répondre à la croissante demande des hivernants. À partir de la fin du XIX^e siècle, des châteaux et des villas, insérées en vastes parcelles, sont nées dans un contexte rural et servi par un réseau viarie ne pas capable de satisfaire la croissante nécessité d'accessibilité de l'aristocratie hivernante. À travers des planifications d'initiative privées (surtout par le Crédit Lyonnais) et intégré dans les planifications du *Consiglio d'Ornato*, la réalisation du boulevard de Cimiez, et des connexions secondaires, a été créé un réseau viarie capable d'accueillir les nouveaux Palais d'Hôtel (Graff 2013).

fig. 9: Les aires emblématiques : la cité-jardin de Cimiez.



Les lotissements des grandes parcelles aristocratiques (conséquence de sa crise au profit de l'ascension de la classe bourgeoise), insérés dans une ossature viaire régulière et mieux réglementée par rapports aux quartiers populaires niçois, ont produit la fragmentation du territoire en plusieurs parcelles, mieux adaptées à accueillir les initiatives de construction privée. Ensuite, à partir des années '60, les surfaces résiduelles ont été achetées par des entrepreneurs pour la réalisation d'ensembles résidentiels de moyenne taille. En conséquence de ces phases de développement socio-morphologique, aujourd'hui le tissu de la colline de Cimiez se caractérise pour la coexistence de bâtiments de différent taille et typologie, représentation plastique de la morphogenèse et de l'évolution socio-fonctionnelle des derniers deux siècles sur le territoire niçois.

Les différences très évidentes de la colline de Cimiez avec les autres aires sélectionnées dans ce travail, sont remarquables à la fois pour les questions de morphologie urbaine et pour les caractéristiques socio-fonctionnelles implantées. Strictement reliée à la typologie du bâti, l'aire est à prépondérance résidentielle : le considérable nombre de familles avec enfants, la faible présence des activités commerciales et le pourcentage appréciables des propriétés de logement sont la directe conséquence d'un tissu et d'une stratification sociale finalisée à répondre aux besoins d'habitations. La pente du territoire et le nombre majeur de stationnements pour les voitures (facteurs strictement reliés à la densité du bâti moins élevée) sont liés à la prédilection de la population vers l'usage exclusif de la voiture pour les déplacements quotidiens.

2.3.5 Les collines, Fabron et la Madeleine

Les aires collinaires de la Madeleine et de Fabron sont positionnées de façon intermédiaire entre les aires centrales du centre-ville de Nice et l'aire à fort développement urbaine de la plan du Var. La limite méridionale a été identifiée grâce au triple axe de communication Promenade des Anglais, Avenue de la Californie et Voie Pierre Mathis ; au Nord, les limites ont été dues à l'orographie du territoire fortement irrégulière, qui a provoqué la fragmentation du tissu urbain. L'aire aussi identifiée est typique de l'entier territoire azuréen, et donc l'identification de cette aire n'est pas liée à des facteurs d'unicité, mais pour fournir des indications sur une typologie urbaine typique et en plusieurs repris identifiables dans la littorale de la Côte d'Azur (fig. 10).

L'aire sélectionnée se caractérise pour la présence de trois vallons principaux, lieu de trois axes de communications pénétrantes : en direction Ouest-Est, il y a le Boulevard de la Madeleine, l'Avenue de la Bornala et le Chemin du vallon de Barla. Ces trois axes sont les éléments dominants dans les structures du réseau viaire : à partir de ces axes, partent un grand nombre de parcours secondaires, nécessaire à la connexion avec les axes sur les crêtes. Ces chemins secondaires, en raison de la pente du terrain, en plusieurs cas élevées, et afin de permettre l'accessibilité par les petites parcelles privées au réseau, se divisent, se reconnectent et se développent de façon irrégulière, cyclique et redondante. La forme de ces structures arborescentes, caractéristique principale du réseau viaire de cette aire emblématique, a provoqué une considérable hiérarchisation des parcours, en rendent les axes principaux, fondamentaux pour le fonctionnement des quartiers.

fig. 10: Les aires emblématiques : les collines de Fabron et de la Madeleine.



Ces aires ont été caractérisées par le changement intense et soudain de fonctionnalité à partir des années '60 : à partir de l'après-guerre, le territoire à l'usage agricole prévalent, surtout dans le vallon de la Madeleine, a été converti de plus en plus à zone de développement urbaine. Une grosse partie des petites parcelles ont été vendues par les propriétaires, en provoquant des phénomènes de lotissement incohérent et irrégulier. La presque absence d'un système capable de réglementer la planification a contribué à le développement ponctuel et peu respectueux des caractéristiques sociales et du paysage. À compléter ce perte d'identité, se pose le choix par les établissements des années de l'après-guerre de positionner, sur un territoire peu adapté pour ses caractéristiques hydrologiques, orographiques et géologiques, des gros bâtiments publics comme l'hôpital l'Archet et le Pôle Universitaire Carlone.

Pour ce qui concerne les caractéristiques socio-fonctionnelles de l'aire collinaire, des différences remarquables sont présentes entre le vallon de la Madeleine et le reste de l'aire. En raison d'un écart de densité de population évident, l'aire du vallon est, d'un point de vue des comportements et des caractéristiques socio-économiques des habitantes, proches au reste de la ville de Nice. L'entière aire collinaire se caractérise d'être appréciée par les familles avec enfants : les caractéristiques morphologiques du tissu urbain (surtout la taille et le nombre de pièces des logements) sont bien reliées à la tendance résidentielle de l'aire. Cet aspect est plus marqué sur les aires à forte pente et moins dans les vallons : en celles-là sont concentré la plus grosse partie des activités commerciales (destiné à satisfaire exigences locales) et les fonctionnements publics. À cause de la croissante distance vers les centralités urbaines et d'un réseau de transport public moins capillaire, la population (surtout employés et ouvriers) est bien équipée du permis de conduire et préfère la voiture pour les déplacements domicile-travail.

2.3.6 Nice à l'Ouest du Var : le bord de mer de Cagnes-sur-Mer et Saint-Laurent-du-Var

La dernière aire d'étude qui a été considéré dans ce travail comme capable de bien représenter un certain nombre de caractéristiques typiques de l'agglomération urbaine de Nice, est l'aire littorale de Cagnes-sur-Mer et de Saint-Laurent-du-Var ; il s'agit du seul cas d'étude externe à la commune de Nice. Les limites de ce territoire d'étude sont les éléments naturels du fleuve Var à l'Est, les collines Gros Baux au Nord et le bord de mer au Sud, et les éléments anthropologiques du complexe de l'Hippodrome et du chemin de fer à l'Ouest. Par conséquent, d'un point de vu orographique, l'aire se caractérise pour être *grosso modo* plane et en relation étroite avec les éléments hydrologique (fig. 11).

L'aire, en raison de ses caractéristiques de régularité orographique, a été, au cours des 150 dernières années, le lieu le plus adapté à accueillir les structures de communications reliant la frontière avec l'Italie et les aires métropolitaines de Marseille et Toulon. Le territoire compris entre les centres-villes (Cagnes-sur-Mer et Saint-Laurent-du-Var) et le bord de mer, est caractérisé par la coexistence des axes de communications ferré de la ligne Marseille-Vintimille, l'autoroute A8 et le prolongement des Routes de Vespins et du Bord de Mer. Ces grands axes de communications Est-Ouest, en raison des leurs caractéristiques physiques, ont été l'élément dominant pour le développement du tissu urbain, étant comme l'épine dorsale de l'aire.

En raison de la considérable dimension physique des structures de communication décrit et la difficulté d'avoir une bonne connexion viaire entre les côtes, le développement du tissu urbain a été fortement influencé. Les éléments de communications secondaires, ont eu la double finalité de connecter les grosses aires délimitées par les axes de communications primaires, et de permettre l'auto-organisation interne. Cette nécessité, reliée à la presque absence de planification unitaire et cohérente de l'aire, a provoqué un développement



fig. 11: Les aires emblématiques : l'aire littorale de Cagnes-sur-Mer et Saint-Laurent-du-Var.

par fragment : les lotissements de taille petite ou moyenne ont causé la construction d'un réseau viaire arborescente et cyclique, qui n'a pas respecté des règles de développement durable finalisé au bien-être collectif, mais des nécessités privées, uniques et ponctuelles.

Pour ce qui concerne les bâtiments, et leurs relations avec les parcelles, l'aire se caractérise par une densité du bâti moyenne : les lotissements réalisés à partir des années '60 ont produit des ensembles d'appartements de hauteur limitée, insérée entre les bâtiments d'initiative spontanée. Un certain nombre de grandes structures résidentielles ont été localisées dans les aires proches à l'Hippodrome et aux centres médiévaux des deux villes principales. Le Cap 3000, une des plus gros centres commerciaux des Alpes-Maritimes, est un élément de forme physique atypique pour l'aire d'étude : sa forme et sa capacité d'attraction, comme pour les gros axes de communications, a été capable, à partir de son installation en 1969, de conditionner les flux de mouvement des personnes et le développement d'une grosse partie de la Plan du Var.

L'existence sur la partie Ouest de Cap 3000 n'a pas juste une influence sur la perception de la structure du tissu urbain, mais également un rôle remarquable sur la composition de la population et des fonctionnements implanté : la partie à l'Est est occupée par un nombre élevé d'activités commerciales ; en revanche, les aires à l'Ouest sont plus ou moins résidentielles. La dichotomie avec le secteur à l'Ouest est plus accentuée en raison de la capacité Cap 3000 de capter une certains nombres de petits magasins autour : les parcours obligatoires pour atteindre les gros espaces commerciaux offrant une visibilité élevée, en provoquent la raréfaction des petits magasins dans les espaces intermédiaire. Les aires à l'Ouest, par contre, sont à forte spécialisation résidentielle : cette aire a un pourcentage élevé de ménages compose par une seule personne ou couple (surtout personnes âgées), qui sont bien équipés d'un véhicule personnel. En outre, en raison de la proximité a la plage, cet aires sont constituées par unité d'habitation adapte pour accueillir les résidences secondaires.

Pour résumer, dans ce premier chapitre, plusieurs questions ont été abordés, strictement reliées aux parties suivantes de ce travail : tout d'abord, il a été fourni la définition exhaustive de la thématique et des concepts à la base des analyses classiques de la forme urbaine ; à partir de ces réflexions, ont été identifiés des méthodes qui ont permis d'identifier des aires reconnaissables dans le périmètre de l'aire d'étude niçoise. Les prochains chapitres, à travers une innovante méthode d'analyse des structures réticulaires urbaines, se focaliseront une autre fois sur ces caractéristiques d'unicité et sur les caractéristiques de l'aire d'étude, pour fournir une autre clé de lecture.

3. La compréhension de la morphologie urbaine à travers les analyses configurationnelles

La crise de l'analyse typo-morphologique des tissus urbains dans les années '70, a provoqué la naissance de plusieurs méthodes pour la compréhension de la ville : dans ce cadre historique se positionne l'analyse configurationnelles, innovatrice et révolutionnaire pour l'époque. Ce chapitre parlera des principes à la base de cette façon d'envisager les espaces urbains et de la traduction de ces concepts en différentes méthodes de modélisation.

3.1. L'analyse configurationnelle : une approche réticulaire à la morphologie urbaine

Afin de définir le cadre de ce travail, il est nécessaire donner une introduction rapide sur le concept de modélisation urbaine, à la base des systèmes d'analyse configurationnelle. À partir de la deuxième partie du '900, une certaine partie de la recherche scientifique ont porté sur la compréhension des structures urbaines, des dynamiques de peuplement, des fonctionnements et développement des agglomérations urbaines. Pour cela faire, la conception d'un système représentant la réalité, une modélisation d'une partie du phénomène étudié, a donné une première méthode pour comprendre les mécanismes à la base des systèmes auto-organisés urbaines, aux différentes échelles territoriales, au niveau global, mais en même temps, au niveau local : une aire métropolitaine, une ville, un quartier (Lombardo 1991).

Ce façon d'aborder la compréhension des processus à la base des dynamiques territoriales est la conséquence d'une certaine incapacité, intrinsèque dans la nature de la problématique, de reproduire à travers une modelé physique en laboratoire, en taille réduit, une partie du phénomène étudié. Il est impossible de créer, comme dans le domaine de le chimique ou de la physique, des petites expériences, choisir les éléments plus importants et reproduire les réactions, étudier les résultats et analyser les logiques, dans un milieu qui ne contient pas des facteurs externes. À la base des sciences géographiques (ainsi, des études sur les dynamiques urbaines) se pose l'observation des phénomènes, afin de comprendre les relations entre les activités humaines et l'espace. En conséquence, la construction d'une modèle théorique et « numérique », pas physique, capable de représenter, en respectant des règles de validité éprouvée, les aspects plus adapte pour la compréhension de notre thématique (Dauphiné 2003).

Au cours des années dernières, nous avons assisté à la présentation de plusieurs techniques avec la même problématique : la prise en compte des caractéristiques morphologiques, des structures, des configurations et des éléments physiques dans les aires à haute densité a été et à plusieurs reprises faible ou absente (Hillier 1996). Le rôle qu'à la perception de l'espace, les relations spatiales entre les différentes aires urbaines et la capacité de certaines conformations des tissus urbains d'être en mesure de capter les fonctionnements nécessaires au développement et à l'auto-organisation urbaine, a été considéré secondaire, par rapport aux évaluations sociales et économiques.

À partir des années '70, ces questions ont commencé à être prises en compte par la communauté scientifique : un cas emblématique a été le « *requiem for large scale model* » (Lee 1973), lorsque l'auteur, après avoir identifié plusieurs problématiques chez la modélisation traditionnelle, comme par exemple la difficulté de gestion de la complexité du modèle et la prétention d'atteindre avec chacun approche à l'hyper-exhaustivité (hyper-comprehensiveness), a identifié l'indifférence à les aspects morphologique des structures urbaines. Ces critiques, à la base de la crise de la modernité (Harvey 1990), ont enfin provoqués des différentes façons d'évaluer le rôle de l'espace urbain, qui n'est plus vu comme le fond sur lequel se déplacent les utilisateurs, mais au contraire comme une matrice « active », capable de favoriser ou d'entraver, en raison de sa configuration, les activités humaines. Il y a eu l'inversion des rôles, la prise en compte de la morphologie urbaine, qui sera considéré le moteur des phénomènes sociaux urbains : il lui sera donné « un rôle central, et le nouvel intérêt pour la configuration urbaine sera interprété comme une revanche, la revanche de l'espace urbain » (Cutini 2010, p 25).

Comment il a été appliqué cette nouvelle façon de voir l'espace public pour la compréhension des phénomènes urbains ? La première approche, à la base de toutes les manières suivantes de déconstruire pour analyser les espaces publics, et précurseur des analyses configurationnelles, a été la Syntaxe Spatiale (Hillier 1976, 1996, Hillier Hanson 1984, Cutini 2004, 2010). Selon cette interprétation, l'espace urbain est pris en compte comme un ensemble d'éléments avec des relations entre eux de dépendance (Syntaxe), et avec une collocation géographique sur l'espace urbain (Spatiale). Cette vision, comme il sera expliqué dans les prochaines sections, déclinées sur les analyses des déplacements à travers l'espace urbain, permet l'association des éléments de relations avec les structures réticulaires viaires : l'analyse des configurations urbaines, appliquée aux réseaux, se pose dans le registre de l'analyse des tissus urbains selon l'approche réticulaire identifiée par Levy (2005). Cependant, la prise en compte des facteurs de perceptions spatiales des formes urbaines pour la compréhension des relations entre cet élément réticulaire et la perception du tissu urbain, a en conséquence l'intégration des éléments en deux ou trois dimensionnés, typiques des approches d'analyse classiques des tissus urbains. Des réflexions sont nécessaires pour l'intégration dans les analyses réticulaires, des éléments tridimensionnels, afin d'abandonner cette dichotomie et permettre aux analyses urbaines d'intégrer les trois éléments (réseau, bâti, parcelle) constituant le tissu urbain (Ratti 2005).

Dans les prochaines sections seront proposés les concepts à la base de cette façon d'envisager l'espace urbain.

3.1.1 La théorie du mouvement naturel

La conséquence directe de l'approche configurationnelle est de reconnaître à l'espace public le rôle d'élément principal pour les phénomènes de déplacements, et d'être en mesure de provoquer un sentiment d'attraction, qui n'est pas relié aux activités et aux fonctionnements de la ville. Ce conditionnement psychologique, qui est relié aux aspects sociaux d'utilisation de le territoire urbaine, a été défini mouvement naturel (Hillier Hanson 1976, Cutini 1999) (fig. 12.a). Grâce au déplacement sur l'espace, l'utilisateur est en mesure de percevoir l'essence de « l'objet urbain » : celui-ci, car il est stationnaire, peut être perçu seulement que par l'observation et l'utilisation. En cette manière, la mise au point de comprendre les espaces passés de la perception locale des éléments urbains, vers le mouvement libre, afin de comprendre la structure des relations spatiales (Kuipers 1978, Penn 2003).

Cette façon d'aborder l'analyse des mouvements se pose sur une approche considérablement différant par rapport aux modèles d'interaction spatiale (Rabino 1991), qui reposent sur la conception que les déplacements sont la conséquence d'un sentiment attractif vers des éléments émergents, des activités, des polarités. Grâce à l'approche concentrée sur le mouvement attractif, dans le modèle d'interaction spatiale, les variables d'entrée sont les fonctionnements, avec une certaine densité et installés sur le territoire, et les variables de sortie sont les flux d'interrelation produits. Et donc, par les approches fondées sur le mouvement attractif, les éléments d'entrée de l'analyse (la localisation des polarités), sont les résultats par les approches configurationnelles (Cutini 2010). (fig. 12.b).

L'approche à l'analyse des phénomènes urbains, conformément à la vision naturelle et libre du mouvement sur l'espace public, a par conséquence la différente façon de considérer la surface sur laquelle les interactions humaines se développent. L'identification des éléments attractifs bien géo-localisés par la deuxième approche est la conséquence de l'identification d'aires définies *a priori* ; la construction des chemins de liaisons entre ces aires de départ et d'arrivée est la conséquence de l'identifier de sous-espaces urbains « stratégiques ». Dans les approches portées sur le mouvement naturel, toutes les aires ont

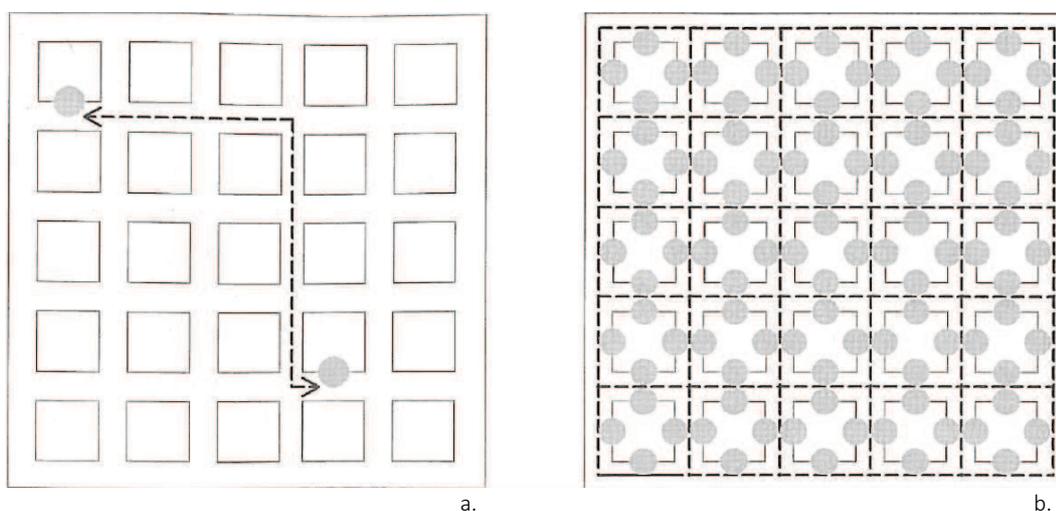


fig. 12: Les deux façons d'utilisation de l'espace urbain : a. le mouvement naturel ; b. le mouvement attractive.

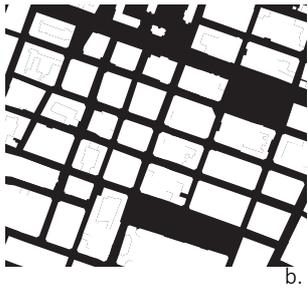
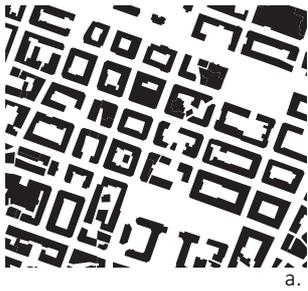


fig. 13: L'identification des espaces accessibles : a. le bâti ; b. la grille urbaine.

la même importance et tous les déplacements sont possibles : les caractéristiques émergentes et l'identification des sous-espaces émergents seront le résultat de l'analyse et qui sortent à travers les analyses configurationnelles.

3.1.2 L'identification des espaces accessibles et la construction de la « grille urbaine »

À la base des approches configurationnelles se pose le concept de grille urbain (*urban grid*), l'ensemble des espaces publics d'une certaine agglomération urbaine, accessibles sans aucune limitation par les utilisateurs (Hillier et al 1976). Avant d'aborder la compréhension des formes urbaines à travers les approches configurationnelles, il faut comprendre le rôle des éléments constituant le tissu urbain dans le rapport entre les utilisateurs et leurs déplacements.

Il est donc nécessaire fournir une définition précise et univoque, du concept de grille urbaine (fig. 13), car il ne s'agit pas seulement des espaces ouverts urbains. Sur la base de cette affirmation, il faut exclure tous les espaces que, pour la présence d'un obstacle, d'un élément physique, ne sont pas accessibles au public. Dans le cas concret, les lieux qui sont positionnés à l'extérieur (par exemple, les espaces privés des ensembles des bâtiments), mais qui ne sont pas accessibles par tous les utilisateurs, ne peuvent pas être considérés une partie de la grille urbaine. De la même façon, il faut exclure toutes les espaces à l'extérieur et qui sont à la fois visibles à partir d'un autre point à l'intérieur de la grille urbaine et inaccessibles (par exemple, les espaces urbains visibles grâce à un écart d'altitude, mais positionne à l'intérieur d'espaces privé inaccessibles). Il existe un dernier cas particulier, lorsque des espaces publics comme les galeries (Galleria Vittorio Emanuele II à Milan, Galleria Umberto I à Naples), sont au même temps couverts mais accessibles: cette dernière typologie urbaine, car ils sont visibles et accessibles, appartient aux espaces identifiés par la grille urbaine.

Pour résumer, la grille urbaine est l'ensemble des espaces où les piétons peuvent se déplacer librement et peuvent atteindre toutes les espaces internes à la grille : cela signifie que la grille urbaine n'est pas, de manière simplifiée, le négatif du bâti, mais il est une partie du tissu urbain privé par les espaces qui ne sont pas utilisables.

3.1.3 De la grille urbaine au graphe du réseau

Comment ces considérations peuvent être appliquées, afin de déconstruire l'espace public et lui représenter sous forme de modèle ? Jusqu'à maintenant, nous avons fourni des informations, des considérations et des principes nécessaires pour la construction d'une procédure d'analyse cohérente ; il manque un outil, une façon d'appliquer cette notion au cas réel d'une configuration urbaine existante. En conséquence, il faut identifier une méthode de schématisation adaptée pour la représentation des relations entre les espaces urbains et ses caractéristiques morphologiques.

Parmi les différentes techniques de représentation et d'analyse, l'application des approches mathématiques fournies par la théorie de graphe est probablement valide pour notre finalité (Salingaros 2005). Cette approche, a été déjà appliquée à un nombre considérable de domaines scientifiques, surtout dans les problématiques combinatoires et pour la représentation et l'analyse spatiale. La première application de cette approche de représentation et d'analyse mathématique a été dans le domaine de la modélisation urbaine : la résolution du problème des ponts de Königsberg (fig. 15) a été possible grâce à l'application de la théorie de graphe afin de comprendre les relations spatiales entre les quartiers de la ville prussienne (les nœuds du graphe), relié par les ponts sur le fleuve Pregel (les arcs du graphe) (Euler 1741).

Dans le domaine de la modélisation urbaine, à travers cette méthode d'analyse, nous sommes en mesure d'identifier les éléments plus importants pour la compréhension des phénomènes (Alexander 1998); grâce à la capacité de représentation graphique et aux approches d'évaluation des relations mutuelles fournies par les bases théoriques mathématiques, il sera possible identifier pour chacun éléments leurs caractéristiques par rapports aux autres.

Pour fournir un autre exemple de cette capacité de représentation des relations mutuelles entre différents espaces urbaine, il est proposé la fig. 16. Nous imaginons d'avoir différents espaces convexes et communicants : avec la représentation posée sur les théories des graphes, nous sommes en mesure de donner aux espaces des nœuds et aux liaisons des arcs. De cette façon, il sera possible représenter en manière claire et intuitive les relations entre les espaces, et sans la considération d'autres éléments qui ne sont pas nécessaires à la compréhension des relations.

3.1.4 Les méthodes classiques de la théorie des graphes

Quelles sont les relations mutuelles entre différents espaces urbaines à l'intérieur de la grille urbaine ? Existente-ils des gradients d'importance, des caractéristiques de hiérarchisation et de capacité d'attraction entre les lieux ? Est-ce qu'une certaine configuration du tissu urbain est en mesure de favoriser la communication e les échanges entre différents endroits ?

À partir des années '50, dans plusieurs domaines de recherche, des questions ont commencé à être posé sur la compréhension des relations entre les éléments : les travaux des écoles de sociologie structurale ont représenté les structures des relations humaines à travers la modélisation des graphes topologiques (Wasserman Faust 1994). Il a été montré que la configuration d'un réseau de communication humaine est en mesure d'influencer les échanges dans un groupe social, ou plus exactement que la structure de communication est capable de conditionner les comportements humains (Bavelas 1950). En conséquence, la position centrale dans les réseaux sociaux est capable d'influencer les décisions prises par l'ensemble des composants du group (Freeman 1977) : la centralité n'est pas une caractéristique externe attribuée *a priori*, mais une qualité liée à sa position (dans le graphe).

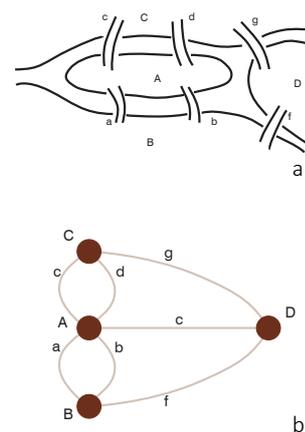


fig. 15: Le problème de Königsberg : a. représentation des quartiers de la ville et des ponts ; b. graphe de représentations des relations spatiales.

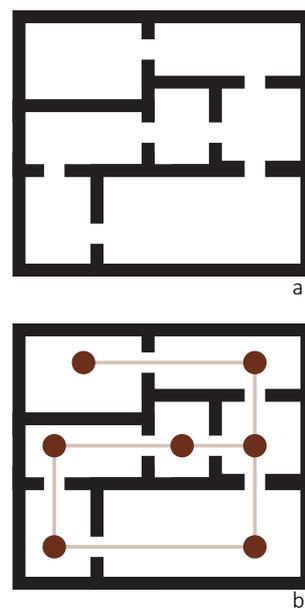


fig. 14: Petit exemple d'espaces connexes : a. représentation schématique d'espaces en communication ; b. identification des relations.

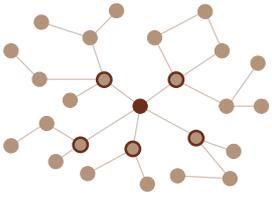


fig. 16: Représentation de l'indicateur de degré de la théorie de la centralité.

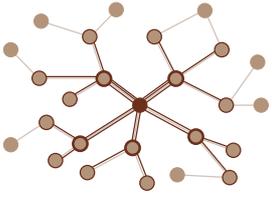


fig. 17: Représentation de l'indicateur de degré de la théorie de la centralité.

Le concept de centralité, vue en ce terme, se caractérise par un niveau d'abstraction trop élevé afin d'être appliqué à le cas réel, surtout dans les configurations urbaines : existent différentes manières d'être centraux (Freeman 1979), reliée aux différentes façons que la position dans le réseau influence l'espace. Cette notion de centralité est presque tangible lorsque nous parlons des configurations spatiales, comme par exemple d'une structure urbaine : un certain quartier peut être défini central, un certain chemin se trouve dans une position plus centrale qu'un autre (Porta et al 2006b). La capacité de certains sous-espaces urbains d'être en position centrale, est donc une caractéristique liée à sa structure, conséquence directe des relations existantes entre celui-ci et les autres parties du territoire urbaine voisine : la grille urbaine, l'élément qui régleme et organise les espaces publics, caractéristiques structurales du tissu urbain, en raison de sa configuration, se décompose en différents sous-espaces plus ou moins centraux par rapport aux autres.

La **centralité de degré** (Nieminen 1974) exprime le concept que les nœuds sont plus importants en relation au nombre des liaisons existantes (fig. 16). Le degré du nœud est donc le nombre des arcs incidents au nœud, ou le nombre des nœuds les plus proches. Cette mesure, en raison de sa définition, est calculée exclusivement d'un point de vue topologique et nous offre une indication locale de la capacité d'un nœud d'avoir une relation avec les éléments plus proches.

$$\text{degré} = C_D = \sum_{j \in G - \{i\}, d(i, j) \leq r} d(j)$$

Où G est le graphe, $d(i, j)$ est le plus court chemin entre les nœuds i et j , $d(j)$ est égal à 1 si le nœud j est connecté à i , sinon 0.

À partir de ce définition, en regardent les relations entre le nœud et les autres éléments autours, non plus de façon locale, mais dans un rayon d'étude, nous avons la **centralité d'atteignabilité**.

$$\text{atteignabilité} = C_A = \sum_{j \in G - \{i\}, d(i, j) = 1} d(j)$$

Où G est le graphe, $d(i, j)$ est le plus court chemin entre les nœuds i et j , r est le rayon d'investigation et $d(j)$ est égal à 1 si le nœud j est situé dans le rayon d'examen, sinon 0.

Le concept de **centralité de proximité** (*closeness*), (Sabidussi 1966) est l'inverse de la somme des parcours minimaux que lient le nœud à tous les autres nœuds (fig. 17). Il nous dis la capacité d'un certain élément d'être proche à tous les autres éléments. Dans les prochaines sections, il sera utilisé l'inverse de la proximité, c'est-à-dire la profondeur (*farness*), qui représente la capacité d'un certain nœud de mieux capter les éléments compris dans un certain rayon.

$$\text{proximité} = C_p = \left[\sum_{j \in G - \{i\}, d(i, j) \leq r} d(i, j) \right]^{-1}$$

Où G est le graphe, $d(i, j)$ est le plus court chemin entre les nœuds i et j , r est le rayon d'investigation.

La **centralité d'intermédiarité** (*betweenness*) est le dernier concept classique de la théorie de la centralité (Barthélemy 2004) : il s'agit d'une façon de comprendre la capacité d'un nœud d'être positionné de façon intermédiaire en un graphe (fig. 18). Le rapport entre la somme des parcours minimaux qui intéressent le nœud et tous les parcours minimaux nous offrent une mesure de sa capacité d'être stratégique et, en même temps, une indication sur la vulnérabilité de certaines parties du réseau.

$$\text{intermédiarité} = C_i = \sum_{j,k \in G - \{i\}, d(i,j) \leq r} \frac{g(j,k)(i)}{g(j,k)}$$

Où G est le graphe, $d(i,j)$ est le plus court chemin entre les nœuds i et j, r est le rayon d'investigation, j et k sont deux nœuds intérieurs à le rayon, $g(j,k)(i)$ est le chemin minimal passant par le nœud en question interne au rayon, $g(j,k)$ est un chemin minimal générique interne au rayon.

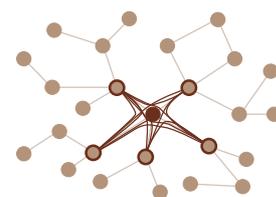


fig. 18: Représentation de l'indicateur d'intermédiarité de la théorie de la centralité.

3.2. Les techniques configurationnelles

Jusqu'à la conceptualisation des analyses configurationnelles, les analyses des tissus urbains étaient comprises en trois grandes catégories :

- Analyse typo-morphologique pour la compréhension de la genèse historique des formes urbaines (Caniggia et Maffei 1979);
- Analyse des flux à partir de la localisation des fonctions (Rabino 1991) ;
- Analyse du rôle de la forme urbaine dans le choix de mobilité des individus Cervero et Kockelman 1997).

L'introduction des approches configurationnelles à travers les concepts de la Syntaxe Spatiale dans les années '70, a produit une nouvelle façon de concevoir l'analyse des espaces urbains. Avant de caractériser les différentes techniques qui ont été appliqués dans ce travail pour la compréhension d'agglomération de Nice et pour la discrimination de ses espaces emblématiques, il est proposé une résumé des concepts configurationnelles :

- Le rôle de l'espace public comme l'élément essentiel des processus qui se réalisent dans les airs urbains ;
- La grille urbaine, élément de génération du mouvement naturel ;
- L'intérêt exclusif pour les relations spatiales existantes entre les éléments de la grille
- Le mouvement naturel, c'est-à-dire la partie du mouvement indépendant des facteurs d'attraction (et qui coïncide avec le mouvement potentiel) ;
- L'existence d'une hiérarchisation d'importance entre les espaces, qu se manifeste à travers différentes manières d'être centrales.

À partir de cette hypothèse, les prochaines sections ont par but :

- L'identification d'une façon pour la discrétisation de la grille urbaine en un système d'analyse ;
- La définition des relations entre différents espaces, et donc la façon avec laquelle les utilisateurs apprécient les efforts pour se déplacer ;
- L'exacte identification des indicateurs configurationnelles.

3.2.1 L'approche duale appliquée par l'Analyse Axiale

La première technique qu'a été développée, à partir des années '70 et qu'a fourni la base méthodologique pour toutes les autres techniques configurationnelles, a été l'Analyse Axiale (Hillier Hanson 1984). Cette approche, afin d'identifier une méthode de discrétisation et décomposition de la grille urbaine, considère la perception de l'espace urbain par les utilisateurs comme des axes visuels rectilignes qui lient différents espaces convexes. L'utilisateur perçoit l'espace de la ville comme la succession des lignes, représentés par les axes visuels prospectifs, et il se déplace sur celles-ci en raison d'une stricte relation entre le mouvement et la perception de l'espace (Penn 2003).

La ligne est la clé de lecture pour la compréhension du phénomène de déplacement sur l'espace urbain. D'un point de vue opérationnel, l'Analyse Axiale se développe à partir de la réduction de la grille urbaine, continue et bidimensionnelle, en un système discret et monodimensionnelle, composé par la trame des segments linéaires (la carte axiale) (fig. 19a, 19b). La perception guide le mouvement de l'utilisateur, le mouvement suit le regard et ne construit le parcours selon la séquence des segments rectilignes.

Afin de conduire la décomposition de l'espace vers la construction d'un système d'analyse, il faut définir les relations entre les éléments du système. Les axes visuels sont représentés comme des nœuds dans la représentation des graphes, et les changements de perspective sont identifiés par l'intersection entre deux axes et construisent la liaison entre les nœuds (l'arc du graphe). De cette façon, nous avons représenté les relations entre des espaces urbains à travers une représentation duale (fig. 19c), caractérisée par la perte des facteurs spatiaux afin de souligner les caractéristiques perceptives des structures urbaines.

Au réseau duale produit à travers ces méthodes, a été appliqué l'analyse de la centralité, toujours d'un point de vue topologique, afin d'identifier des indicateurs capables de fournir des informations sur les relations entre les espaces, et donc comme l'espace est perçu par les piétons.

La **connectivité** est définie comme le nombre de ligne qu'ont une connexion directe avec l'axe concerné. En relation à son signifié concret, une valeur élevée de l'indicateur de connectivité représente que l'axe est intéressé par un nombre élevé d'ouvertures prospectives, sur des autres espaces : en conséquence, la ligne caractérisée par une valeur haute, est la mieux accessible au niveau locale.

$$\text{connectivité} = C(i) = \sum_{j \in G - \{i\}, d(i, j) = 1} d(j)$$

Où G est le graphe, $d(i, j)$ est le plus court chemin entre les nœuds i et j , $d(i, j)$ est égal à 1 si le nœud j est connecté à i , sinon 0.

Par rapport à l'indicateur de connectivité, même l'**atteignabilité** nous offre le nombre des axes connexes, mais calculés entre un rayon défini *a priori*. En conséquence, l'indicateur d'atteignabilité n'est plus lié aux facteurs locaux, mais, nous offre une valeur d'accessibilité des axes à différentes échelles.

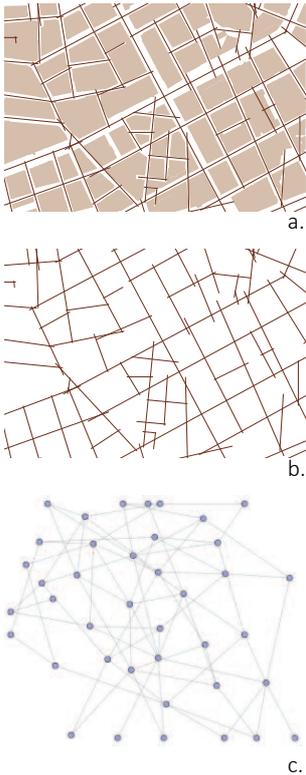


fig. 19: Décomposition de la grille urbaine à travers la méthode Analyse Axiale : a. carte axiale superposée à la grille urbaine ; b. carte axiale ; c. graphe duale.

$$\text{atteignabilité} = A(i) = \sum_{j \in G - \{i\}, d(i, j) \leq r} d(j)$$

Où G est le graphe, $d(i, j)$ est le plus court chemin entre les nœuds i et j, r est le rayon d'investigation, $d(j)$ est égal à 1 si le nœud j est situé dans le rayon d'examen sinon 0.

L'indicateur de **profondeur totale**, par rapport à l'indicateur d'atteignabilité, est calculé à travers la pondération du nombre des axes avec la distance topologique avec tous les autres axes compris dans le rayon d'étude.

$$\text{profondeur totale} = Pt(i) = \sum_{j \in G - \{i\}, d(i, j) \leq r} d(i, j)$$

Où G est le graphe, $d(i, j)$ est le plus court chemin entre les nœuds i et j, r est le rayon d'investigation.

L'indicateur de **profondeur moyenne** est la normalisation de l'indicateur de profondeur totale à travers l'indicateur d'atteignabilité.

$$\text{profondeur moyenne} = Pm(i) = \frac{Pt(i)}{k - 1}$$

$Pt(i)$ est la profondeur totale et K est le nombre des axes compris dans le rayon.

Les résultats de la profondeur totale et moyenne sont liés au graphe dual de référence, constitué par les sous-espaces compris dans le rayon d'étude : cela signifie que la valeur des indicateurs de profondeur (compris l'indicateur moyenne), n'est pas normalisé et en mesure d'être comparé avec d'autres configurations spatiales. Pour mieux dire : à partir de l'indicateur de profondeur totale, à travers la normalisation avec l'indicateur d'atteignabilité, nous obtenons l'indicateur moyen, qui reste toujours influencé par l'échelle d'analyse. Une deuxième normalisation est donc nécessaire : à partir de la profondeur moyenne, il a été calculé l'**intégration**, « aussi fondamentale qui est probablement la clé de compréhension de la majorité des aspects d'auto-organisation urbain dans la ville » (Hillier Hanson 1984, pp.33).

D'un point de vue opérationnelle, différentes procédures de standardisation de l'indicateur de profondeur moyenne ont été proposées pendant les dernières années (Kruger 1989; Teklenburg et al 1993) : la plus connue et en même temps la plus ancienne, a été proposée par Hillier. Celui-là se pose sur le concept d'Asymétrie Relative, c'est-à-dire le rapport entre la profondeur du système et la profondeur relative minimale théorique. En pratique, le calcul est constitué par le rapport entre la profondeur moyenne et la différence entre la profondeur moyenne maximale (nombre des nœuds / 2) et laquelle minimale (1) :

$$\text{integration} = I(i) = \frac{Pm(i) - 1}{k/2 - 1} = 2 \frac{Pm(i) - 1}{k - 2}$$

Où $Pm(i)$ est la profondeur moyenne et K est le nombre des axes compris dans le rayon.

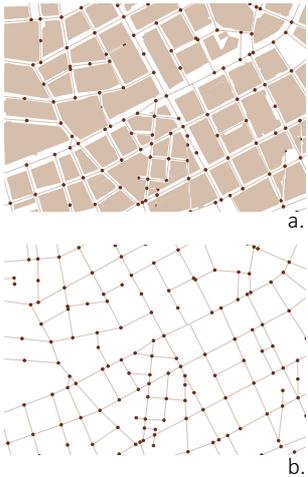


fig. 20: Décomposition de la grille urbain à travers la méthode MaPPA : a. graphe primaire superposée a la grille urbaine ; b. graphe primaire.

Dans le cadre de ce travail, comme il sera bien expliqué dans le chapitre 5 (analyse des résultats), seront montrés un certain nombre de limites de cet indicateur pour la compression de l'agglomération urbaine niçoise. Nous avons supposé que la recherche d'une méthode pour comparer différentes aires urbaines, intéressées par différents éléments d'analyse et appliquée à des échelles aussi hétérogènes, peut-être cause de la perte de certains facteurs en stricte relation à l'aire d'étude.

L'indicateur d'**intermédiarité**, comme a été défini dans les théories classiques de la centralité des graphes, est la mesure de la capacité d'une certain axe d'être en position stratégique et adapte à capter le nombre majeur de parcours minimaux potentiels:

$$\text{intermediarité} = \text{bet}(i) = \sum_{j \in G - \{i\}, d(i, j) \leq r} \frac{g(j, k)(i)}{g(j, k)}$$

Où G est le graphe, $d(i, j)$ est le plus court chemin entre les axes i et j , r est le rayon d'investigation, j et k sont deux axes intérieurs à le rayon, $g(j, k)(i)$ est le chemin minime passant par l'axe en question interne au rayon, $g(j, k)$ est un chemin minime générique interne au rayon.

Cet indicateur, en raison de sa nature, est strictement lié aux nombres des axes compris dans le rayon d'étude. Pour réduire cet effet, a été produit l'indicateur d'**intermédiaire normalisé**, c'est-à-dire la standardisation avec le carré du nombre d'axes à l'extérieur du rayon d'étude.

$$\text{intermediarité} = \text{bet}_N(i) = \frac{\text{bet}(i)}{A(i)^2}$$

Où $\text{bet}(i)$ est l'intermédiarité et $A(i)$ est l'atteignabilité.

3.2.2 Différentes approches primales en relation aux impédances

L'approche duale, en raison de l'entésation du tissu urbain, se caractérise par la transposition des éléments rectiligne en nœud et les relations entre les axes, en arcs : cette approche est donc une représentation abstraite qui provoque la perte des facteurs spatiaux au profit d'une lecture topologique des relations. En revanche, l'approche primale à la représentation des relations entre les espaces, n'a pas ce degré d'abstraction : à travers la modélisation primale, les entités géographiques zéro-dimensionnelles (les intersections) sont traduites dans le graphe en éléments ponctuelles (les nœuds), et les entités géographiques monodimensionnelles (les voies) sont traduites en éléments linéaires (les arcs).

La représentation primale de l'espace urbain, au-delà d'une schématisation plus proche à la réalité, permet de considérer de façon différent les efforts nécessaires pour le déplacement et de la perception de l'espace public par l'utilisateur. Le déplacement n'est plus influencé exclusivement par la capacité attractive et perceptive (modélisé à travers l'approche topologique) mais aussi, il est lié aux efforts nécessaires (et donc une impédance

métrique ou temporelle). Cela signifie que, à travers l'approche primale, un nombre majeur de méthodes sont disponibles et en conséquence, la possibilité d'identifier la manière plus adaptée de représenter la réalité, en fonction des objectifs de notre recherche.

Dernière constatations, de type opérationnel, l'approche primale est le standard pour la représentation du réseau viaire (Mackanness 1993) ; l'utilisation d'un système informatique SIG permet de surmonter les problématiques liées à la construction du système d'analyse dans l'approche duale.

3.2.3 L'impédance topologique par l'approche primale MaPPA

Différentes études sur la psychologie de l'environnement (Penn 2003, Byrne 1979) ont montré que, la compréhension de l'espace environnant par l'utilisateur a une structure de façon topologique, c'est-à-dire que l'appréciation de la distance qui est perçue ne dépend pas des efforts nécessaires au déplacement, mais par les changements de direction qui relient les deux espaces. Cette façon d'aborder la relation entre les points de la grille urbaine, caractéristique de la théorie de la Syntaxe Spatiale (Hillier Hanson 1984), jette les bases sur la perception de l'espace de la façon booléenne (0-1): ce qui nous intéresse réellement est l'existence (ou non) d'un rapport de visibilité entre les portions de l'espace, indépendamment des impédances métriques ou temporelles.

En 2004, une nouvelle technique d'analyse configurationnelle a été proposée. elle se pose sur le concept de la Syntaxe Spatiale de l'espace urbain : la méthode MaPPA, acronyme de Mark Point Parameter Analysis (Cutini et al 2004, Buffoni 2011, Cutini 2010). Il s'agit de la déconstruction de la grille urbaine selon une représentation primale de la théorie des graphes, à travers le calcul des impédances de façon topologique.

Après la construction de la grille urbaine, la décomposition de l'espace a été faite à travers l'identification d'un certain nombre d'éléments qui sont représentatif, d'un point de vue perceptive : ont été identifiés des emplacements physiques sur le tissu urbain caractérisés par un changement de vision prospective, d'une ouverture de vue, d'un point d'arrêt. La démarche pour l'identification de ces sous-espaces, consiste en la superposition à la grille urbaine, le réseau d'inter-visibilité composé d'une série de nœuds, les marks point (liés par des axes visuels), caractérisé par au moins une des propriétés suivantes (figure 20):

- Intersection entre les routes ;
- Changement de la direction des routes ;
- Points centraux des places ;
- Points d'accès des places ;
- Points intermédiaires pour les routes trop longs.

3.2.4 L'impédance métrique pour l'approche primale MCA

L'évaluation des impédances à travers la logique métrique a permis la construction d'un graphe que, par rapport à la méthode MaPPA, est pondéré par les efforts nécessaires à le déplacement : le moteur du mouvement n'est plus le sentiment attractif relié aux changements visuels, mais il est provoqué par la proximité des espaces urbains. L'approche de l'Analyse de Centralité Multiple MCA (Batty 2005, Cardillo 2006, Crucitti et al 2006a, 2006b; Porta et al. 2006a, 2006b) grâce à la modélisation plus conforme à la réalité, n'exige pas de la création d'un nouveau système d'analyse (comme pour l'approche duale) ou l'altération d'un système SIG existantes (comme pour l'approche MaPPA). Comme d'habitude, grâce aux concepts de la théorie des graphes, plusieurs indicateurs de centralité sont disponibles, liés aux différentes façons des espaces d'être centraux.

Dans l'approche MCA, l'espace de la ville est perçu comme un obstacle pour les relations spatiales entre les éléments de forme, selon le concept de friction spatiale (Haig 1926) : cette évaluation, typique des modèles de localisation commerciale classique (Reilly 1931) et de localisation des activités industrielles (Webber 1909), est la conséquence d'une vision du mouvement comme un effort, et l'espace comme un problème pour le déplacement des biens, des personnes, des services et des informations (Camagli 1992). Cette évaluation ne s'oppose pas à l'approche topologique : ces deux façons d'identifier les caractéristiques du mouvement sont complémentaires. Dans l'approche topologique, l'espace est considéré par sa capacité cognitive de compréhension des relations visuelles existantes (Hillier e Shinichi, 2005; Penn, 2003) ; en revanche, dans l'approche métrique, l'espace est étudié par sa performance, et sa capacité de connecter les lieux urbains (Hall 1966, Porta et al 2006b).

3.2.5 Les indicateurs pour l'approche primale

Afin d'utiliser les différentes formes de modélisation primale du réseau viaire, la formulation d'un certain nombre d'indicateurs est nécessaire : pour cela faire, comme l'analyse du graphe duale, a été utilisé la théorie de la centralité pour définir les indicateurs de relation spatiale. Les indicateurs utilisés sont identiques à ceux de l'approche duale : en effet, comme il a été expliqué dans la section 3.2.1. (Analyse Axiale), après la construction du graphe duale, a été nécessaire transformé l'entisation duale sous-forme primale. Cela signifie que les indicateurs de l'approche MaPPA et MCA sont les mêmes de l'approche de l'Analyse Axiale à l'exclusion de la connectivité et de l'intégration, que n'existent pas dans les approches avec l'impédance métrique (MCA).

L'indicateur de **connectivité** est la somme des arcs connectés au nœud ; cet indicateur est une mesure du nombre des choix disponibles pour l'utilisateur positionné sur le point d'analyse.

Comme pour l'approche duale, l'**atteignabilité** est la somme des éléments qui sont compris à l'intérieur de le rayon d'analyse ; celui-ci, grâce à la capacité des analyses de centralité, peut-être soit topologique, soit métrique.

L'indicateur de **profondeur totale**, l'inverse de la proximité de la théorie de la centralité, est une mesure des éléments accessibles, compris dans le rayon, pondéré par les distances topologiques ou métriques.

Les indicateurs de profondeur totale dépendent par le nombre des éléments compris dans le rayon d'étude ; la normalisation de cet indicateur à travers l'atteignabilité, a produit la **profondeur moyenne** :

La procédure pour la normalisation de la profondeur moyenne à travers l'Asymétrie Relative calculé dans l'approche duale, a été la même appliqué pour le graphe primaire avec les impédances topologiques (MaPPA). Cet indicateur n'a été pas calculé pour la méthode MCA parce que pour cela faire, il faut avoir un graphe de comparaison théorique topologique, indépendant des effets de magnification et de déformations.

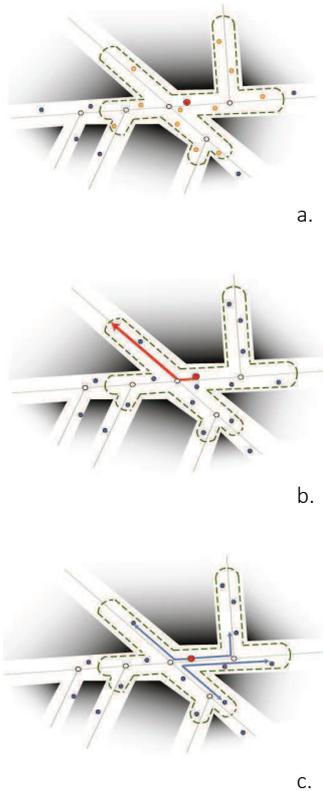
L'indicateur d'**intermédiarité** calculé pour l'approche primaire a été le même calculé pour l'approche duale ; la seule différence entre les résultats des deux façons de calculer les impédances est la manière d'identifier les parcours minimaux, à travers la logique métrique ou topologique.

Comme pour l'approche duale, à travers le calcul de l'**intermédiarité normalisé**, les valeurs de l'indicateur standard ont perdues ces caractéristiques de dépendance avec la dimension du système d'analyse.

3.2.6 Une méthode pour intégrer la morphologie du bâti dans une approche réticulaire

Les approches configurationnelles sont des méthodes d'analyse des structures réticulaires du tissu urbain (ce dernier se compose, selon la vision classique des éléments physiques de la ville, par le réseau viaire, le bâti et la parcelle, Caniggia 1997). Grâce à la construction de la grille urbaine, le facteur physique de la parcelle et de l'emprunte au sol des bâtiments ont prises en compte : l'exclusion des espaces inaccessibles permet d'évaluer la perception des trois éléments physiques (Hillier 1996). Cependant, les facteurs de perception plastique des éléments ne sont conçus : la tridimensionnalité et le pouvoir d'attraction ou de répulsion des relations entre les éléments physiques, et donc de génération du mouvement, sont exclues par les approches configurationnelles (Ratti 2004). Des propositions sur l'évaluation de la hauteur des bâtiments dans l'approche duale (Ratti 2005) et de la troisième dimension du graphe primaire (Buffoni 2011) ont essayé de mieux intégrer dans les approches configurationnelles les trois dimensions du tissu urbain.

Dans le cadre de ce travail, loin de penser que cette problématique peut-être résolue de façon simple et rapide, des réflexions ont été faites sur la manière d'évaluer le bâti. La construction des points d'accès des bâtiments (Araldi 2015, Fusco et al 2016), et le calcul des indicateurs de centralité pour ces éléments, a permis une première évaluation de ces aspects.



Le premier indicateur qui est calculé est l'**atteignabilité** (fig. 21.a): celui-là nous dit le nombre des points-bâtiment qui sont accessibles dans un rayon d'étude (topologique ou métrique) calculé sur le réseau.

La **profondeur totale** (fig. 21.b), est la somme des point-bâtiments compris dans le rayon pondéré par les distances topologiques ou métriques. La normalisation de cet indicateur par l'atteignabilité, est la **profondeur moyenne**.

Les indicateurs d'**intermédiarité** et d'**intermédiarité normalisée** (pour les deux impédances métriques ou topologiques) (fig. 21.c) sont la quantification de la capacité des espaces d'être capable de capter le nombre mayer de parcours minimaux entre les points-bâtiment.

3.3. Une vue d'ensemble des approches configurationnelles

À partir des principes à la base des approches configurationnelles, dans le cadre de ce travail, ont été produites 5 méthodes pour l'analyse des tissus urbains : l'Analyse Axiale (graphe duale, impédance topologique), deux analyses pour le MaPPA (graphe primale, impédance topologique, avec e sans le points-bâtiments) et deux analyses pour le MCA (graphe primale, impédance métrique, avec e sans le points-bâtiments). Tous ces méthodes ont été appliquées pour 3 différentes échelles d'analyse, à travers la définition *a priori* du rayon d'étude : micro (7 pas, 400 m), méso (15 pas, 800 m) et macro (30 pas, 1600 m) (fig. 22).

fig. 21: Les indicateurs des méthodes duales implémenté par les points-bâtiment : a. l'atteignabilité ; b. la profondeur ; l'intermédiarité.

fig. 22: Résumé des indicateurs configurationnels calculés.

		échelle 1600m / 30p					
		échelle 800m / 15p					
		échelle 400m / 7p					
		METHODES	SSx	MaPPA	MaPPA*	MCA	MCA*
INDICATEURS	Degrée	connettivité	C _{duale}	C _{primale}	-	C _{primale}	-
		atteignabilité	A ^{SSx}	A ^{MAPPA}	A ^{MaPPA*}	A ^{MCA}	A ^{MCA*}
	proximité	profondeur totale	P ^{SSx} _t	P ^{MAPPA} _t	P ^{MaPPA*} _t	P ^{MCA} _t	P ^{MCA*} _t
		profondeur moyenne	P ^{SSx} _m	P ^{MAPPA} _m	P ^{MaPPA*} _m	P ^{MCA} _m	P ^{MCA*} _m
		integration	I ^{SSx}	I ^{MAPPA}	-	-	-
	intermédiarité	intermediarité	INT ^{SSx}	INT ^{MAPPA}	INT ^{MaPPA*}	INT ^{MCA}	INT ^{MCA*}
		intermediarité normalise	INT ^{SSx} _N	INT ^{MAPPA} _N	INT ^{MaPPA*} _N	INT ^{MCA} _N	INT ^{MCA*} _N

Les cinq techniques présentées, et que seront bien développées et appliquées au cas concret de l'agglomération urbaine de Nice dans les prochains chapitres, ne sont pas toutes les techniques d'analyse configurationnelle existantes aujourd'hui : plusieurs sont les méthodes, les approches et les encadrements théoriques présentés à partir des années '80 : à travers une recherche systématique des techniques qui respectent les principes des approches configurationnelles, nous avons constaté le manque d'une structure capable de résumer et bien positionné les différentes approches existantes. Dans le cadre de ce travail, est présenté une première proposition de synthèse des points de vue qu'ont été proposés dans les dernières quarante années, afin de bien comprendre quelles sont les potentialités, les limites et les capacités d'un aussi grand nombre de méthodes. Le but de cette section est de positionner les cinq méthodes par rapport aux autres existantes (Fusco et Tirico 2016).

Comme il a été expliqué dans les derniers sectionnés, les analyses configurationnelles focalisent leurs attention surtout sur les structures de relation entre les espaces, c'est-à-dire le réseau viaire. Cet élément, une des trois éléments physiques constituent la structure urbaine, avec la parcelle et le bâti (Caniggia 1997), est donc la structure de base sur qui se sont développées toutes les méthodes d'analyse configurationnelle. À travers l'entisation des éléments de perception du réseau viaire, quatre différents manières d'apprécier les éléments de la structure de communication sont disponibles :

- **Topologique** : la structure de connexion entre les éléments est prise en compte, et elle n'est pas influencée par les effets conséquents aux opérations de distorsion ou de magnification-réduction ;
- **Angulaire** : sont prise en compte les rapports angulaires entre les directions et le réseau n'est pas influencé par effets des déformations ;
- **Dimensionnel** : la perception par les utilisateurs est focalisée sur les relations dimensionnelles entre les parties du réseau ;

fig. 23: Schéma des méthodes d'analyse configurationnelles existantes.

	Modelisation	Primale			Duale		
	impédance spatiale	topologique	angulaire	Dimensionnel	topologique	angulaire	Dimensionnel
ENTISATION DES ELEMENTS DU RÉSEAU	Angulare	MaPPA * (Cutini, Petri, Santucci, 2004)			Axial Analysis (Hillier, Hanson, 1984)	(Porta, Latora, Cardillo, 2006) ICN	Angular Analysis (Turner, 2000)
	Topologique			MCA * (Porta, Latora, Cardillo, 2006)	Road-centre Lines Analysis (Turner, 2007)		Continuity analysis (Figueiredo, Amorim, 2005)
	Dimensionnel			MCA * (Fusco, Caglioni, Araldi, 2016)			
	sociale						Street Name (Jiang, Claramunt, 2004)

* ponderation avec le bâti possible

techniques utilisée

- **Sociale** : le réseau est perçu par les aspects cognitifs et de perception sociale des formes, comme les noms des routes (éntisation odonomique) ;

Pour apprécier la forme, la géométrie, la hiérarchie des connexions, et les toponymes des espaces urbains, le coût du déplacement, l'impédance, qu'ont les utilisateurs, est quantifiable à travers trois différentes manières :

- **Topologique** : la distance est liée au comptage du nombre d'éléments parcourus ;
- **Angulaire** : l'effort du déplacement est lié à la somme des changements angulaires ;
- **Dimensionnel** : les relations entre les espaces sont appréciées à travers les distances métriques ou temporelles parcourus sur le réseau.

En relation avec les deux grandes familles de modélisation existantes (duale et primale), nécessaires pour identifier les rapports entre les éléments de perception de l'espace, nous sommes en mesure de classifier les méthodes d'analyse configurationnelle. Une vision d'ensemble sera facile à construire, pour bien identifier les aires méthodologiques qui n'ont été pas encore bien développées, les limites de certaines méthodes et les capacités d'explication du tissu urbain des autres.

La recherche des techniques existantes, et l'identification exacte de ces caractéristiques par rapport aux autres, a montré que, malgré les approches primales sont le plus intuitives et faciles à appliquer, sont même le moins développées. Les applications récentes des analyses configurationnelles, surtout par les travaux des équipes de Cutini (Cutini et al 2004, Buffoni 2011), Porta (Porta et al 2006b) et Fusco (Fusco et al 2016, Genre-Grandpierre et Fusco 2015), si d'une côté, ont montrés les potentialités des approches primales, de l'autres côté, ont commencés à remplir les manques théoriques et d'applications aux cas réelles.

La méthode MaPPA, grâce à ses capacités de n'abandonner pas complètement la géométrie du tissu urbain, est capable de conserver les caractéristiques topologiques, angulaires et dimensionnelles du réseau viaire : l'innovatrice procédure pour l'identification des Mark Point (voir le 3.2.3. sur l'impédance topologique des graphes primales), a permis de décomposer l'espace public en un système d'analyse capable de reproduire la forme, la géométrie et la structure du réseau viaire. L'intervisibilité, condition préalable pour le mouvement naturel et ne pas influencé par les fonctionnements implanté, déconstruit l'espace e le recompose en un nouveau système, en contenant ses caractéristiques physiques, en mesure d'être analysé.

Le lecteur a bien compris la complexité et la difficulté d'identifier les caractéristiques principales de cette approche : il faut réfléchir sur les différentes informations que ces techniques sont en mesure de nous dire, afin de bien comprendre les motivations à la base des résultats qui seront montre dans le chapitre 5.

3.3.1 Topologique vs métrique : discussion

La critique principale à l'approche topologique est liée à l'hypothèse que les choix des utilisateurs ne sont pas influencés par l'impédance métrique du chemin. Comment-ils peuvent avoir la même relation spatiale deux aires séparées des kilomètres qui n'ont pas des éléments d'obstruction visuel et deux autres espaces voisins avec la même relation d'intervisibilité ?

Pour bien comprendre la diatribe entre les deux approches principales de modéliser l'impédance du réseau, il faut mieux faire des exemples (fig. 24). Imaginons d'avoir un simple réseau viaire, composé par une axe de communication principale (lieu des activités et des fonctionnements de la ville) croisé par une deuxième axe perpendiculaire (lieu d'outre activité collective). À compléter la configuration urbaine, nous avons des outrés parcours, pas strictement régulière, nécessaires pour connecter les aires résidentielles autour aux parcours principaux. Supposons que le chemin métrique plus rapide pour aller du point A au point B se compose d'un nombre majeur de changements visuels par rapport à le parcours minimal identifié par l'approche topologique, sur les axes principaux. Les indicateurs configurationnels topologiques seront capable de mieux montrer les relations entre les activités installées et les structures urbaines (Hillier 1999). La logique du parcours minimal métrique fausse la réalité, ignorant les aspects cognitifs : en déformant la réalité, ils ne comprennent pas la perception spatiale humaine (Penn 2003).

Jusqu'où la logique topologique justifie la méconnaissance de l'impédance métrique ? Le deuxième exemple proposé (fig. 25), montre que la logique topologique, n'est pas toujours dominant : le parcours minimal métrique, malgré il n'est pas le plus attractif, il est le plus rapide à parcourir. Il été hors discussion que, en plusieurs épisodes, l'abandon de la logique métrique en faveur d'un approche topologique, apparaît en premier abord discordant par rapport aux comportements humains (Ratti 2010). Néanmoins, l'approche topologique est la conséquence de la crise de la vision rationaliste et déterministe du système de modélisation traditionnelle : la détermination des impédances en manière métriques sous-entend que les utilisateurs de l'espace urbain se déplacent sur la base de décision rationnelle, et donc bien informé de la morphologie urbaine et du réseau viaire (Cutini 2004).

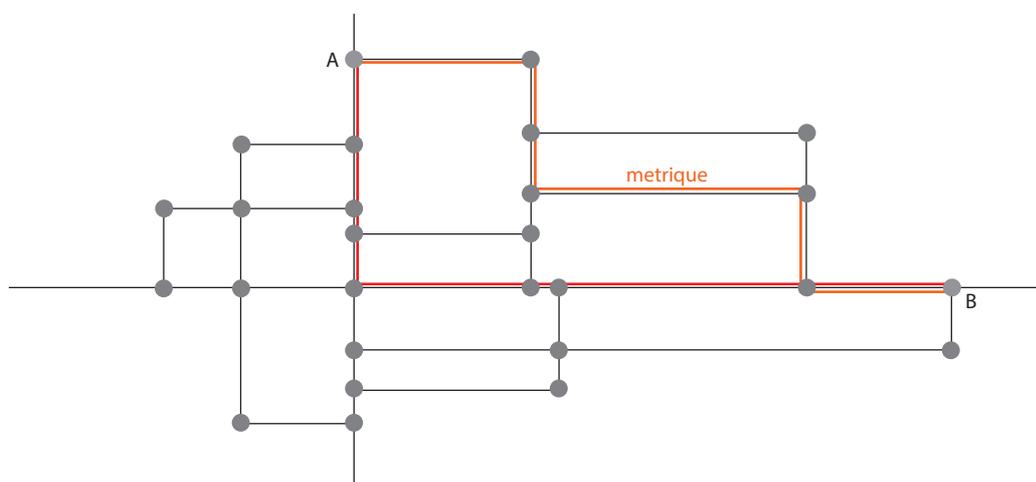
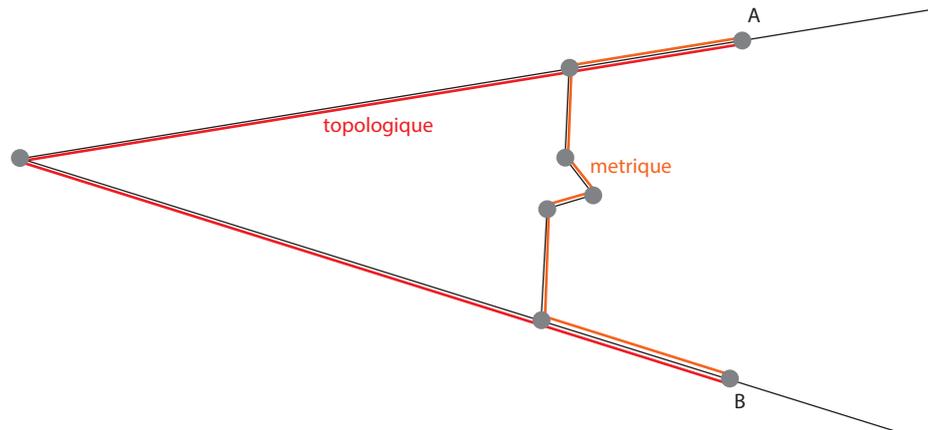


fig. 24: Représentation schématique d'un village, et des parcours minimaux individué à travers les impédances topologiques et métriques.

fig. 25: Représentation schématique de deux parcours minimaux différents, selon les impédances topologiques et métriques.

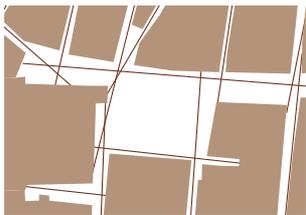


Dans les dernières années, plusieurs tentatives d'intégrer à la vision topologique, typique de la Syntaxe Spatiale, une façon capable de ne pas sous-estimer les impédances métriques, ont été proposées : dans une approche duale à la représentation des espaces, la Road centre Line Analysis, à travers le remplacement des center-lines avec les axes de perception, vise à intégrer les relations géométriques du tissu urbain (Turner 2007) ; dans l'approche primale, la méthode MaPPA, a montré un potentiel considérable, intrinsèque dans la définition de sa entisation (Buffoni 2011). En effet, au cours de la construction du graphe d'analyse, il faut identifier une valeur maximale, définie a priori, qu'il décompose un axe visuel en plusieurs arcs de longueur inférieure. En ce manière, les distances entre les Mark Point seront uniformes, et sera possible conserver les caractéristiques géométriques du réseau viaire.

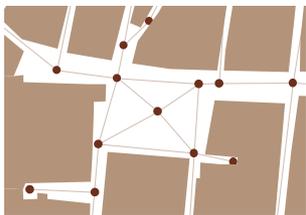
3.3.2 Duale vs primale : discussion

La première approche duale a été développée dans les années '80, à travers la formalisation des méthodes de l'Analyse Axiale ; les techniques de la Syntaxe Spatiale ont montré la capacité et les potentialités des approches duales pour comprendre des phénomènes d'implantation humaine et de réglementations des relations spatiales des espaces publics. À partir de ces années-là, les approches duales ont fourni une nouvelle méthode de modélisation urbaine très différente des approches primales. Néanmoins, ce dernier à présente, est le standard international pour la représentation cartographique et pour les analyses géostatistiques des phénomènes urbains ; de plus, il est mieux compréhensible et objectif dans la définition du système d'analyse par rapport à l'approche duale, soumis à facteur discrétionnaires : l'approche primale réduit significativement la subjectivité dans la construction du graphe (Porta et al 2006a).

Afin de mieux comprendre les limites, les potentialités et les capacités de montrer les caractéristiques urbaines, je vous propose des exemples. Considérons le centre-ville de Nice, et plus précisément l'axe viaire qui lie Place Masséna à Place du Général de Gaulle, composé par l'Avenue Jean Médecin et l'Avenue Malaussena (fig. 26.a). Après la construction des deux modèles d'analyse duale et primale (par exemple à travers les méthodes de l'Analyse Axiale et du MaPPA) (fig. 26.b, 26.c), nous apprécions, sur ce parcours de 1



a.



b.

fig. 26: Modélisation de la place Rossetti à Nice : a. duale ; b. primale.



— Avenue Jean-Médecin



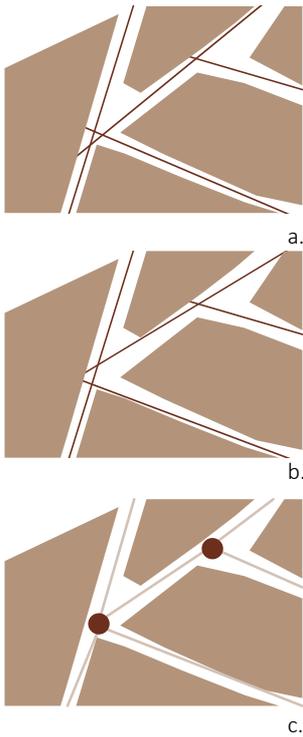


fig. 28: Différentes modélisations d'un carrefour en la Vieux-Nice : a. , b. représentations tous le deux correctes en approche duale ; c. seule représentations possible en approche primale.

.70 kilomètre environ, deux modélisations discordantes et apparemment contradictoires. En regardant l'approche duale, l'axe viaire a été modelé par une seule ligne, alors que, à travers l'approche primale, les deux Avenues sont décomposés par 29 Mark Point. Il en résulte que, les analyses configurationnelles produiront une seule valeur pour chaque indicateur pour l'approche duale et 29 pour l'approche primale. Le but de cet exemple est de montrer une des critiques plus dure fait à l'Analyse Axiale (Ratti, 2004), c'est-à-dire le manque de discrétisation des axes plus longs par rapport aux autres. Différents aspects sociaux, culturels, environnementaux, économiques sont traversé : en passant d'un extrême à l'autre du parcours, on traverse le centre historique et ancien de la ville jusqu'à le quartier Liberation, qui lié le centre-ville à la périphérie Nord. Les indicateurs devront donc changer leur valeur sur l'axe, afin de mieux montrer les caractéristiques urbaines : l'approche primale, à travers la décomposition en plusieurs sous-espaces, est en mesure d'apprécier ces disparités, en donnant une ample gamme de valeur probablement mieux représentatives de la réalité.

Une des problèmes principaux des modélisations avec les graphes duales est la subjectivité de la construction du graphe d'analyse : un petit changement peut-être en mesure de donner des résultats très différents. On va regarder l'exemple de la fig. 27: à travers l'approche duale, existent différentes façons de modéliser le carrefour (fig. 27.a, 27.b) ; en revanche, à travers l'approche primale, il existe une seule méthode pour cela faire (fig. 27.c). Une autre très intéressante particularité des deux approches est dans la conception des espaces bidimensionnelle comme les places : l'approche duale (fig. 28.a) montre une certaine difficulté dans la représentation de Place Rossetti à Nice, que l'approche primale n'a pas (fig. 28.b).

Les deux façons de modélisation du réseau viaire, l'approche duale et l'approche primale, outre à la différente manière bien évidente de déconstruire l'espace, sont capables d'expliquer des phénomènes différents : comme il a été montré dans les travaux de l'équipe de Porta (Porta et al 2006a, 2006b), les deux façons de modéliser l'espace sont liées à différentes méthodes d'analyses. Les analyses de centralité sont une des possibles domaines d'application de l'analyse des graphes : dans l'approche primale, grâce à une modélisation de l'espace de façon plus élémentaire, l'émergence des centralités est la conséquence du calcul configurationnel ; en revanche, dans l'approche duale, à cause de l'entité complexe, les centralités sont la conséquence de la façon d'identifier les axes d'analyses.

En conclusion, dans ce chapitre a été proposé un résumé des concepts à la base de la vision configurationnelle, des techniques d'analyse et des différents informations qui sont en mesure de dire les méthodes. Toutes ces informations sont nécessaires pour l'application de ces techniques à l'aire d'étude et pour la définition des méthodes les plus adaptées pour le traitement des résultats.

4. Pré-traitements et post-traitements pour les analyses configurationnelles de l'agglomération niçoise

Comme il a été montré dans le dernier chapitre, les cinq méthodes d'analyse configurationnelles utilisées dans ce travail sont en mesure de produire un nombre très élevé d'informations : ce chapitre se propose de fournir les méthodes nécessaires à la lecture systématique des résultats. Seront proposés des méthodes pour la lecture de l'aire d'étude entière, afin de comprendre les centralités principales ; en même temps, nous avons choisis des méthodes adaptées pour l'analyse de sous-espaces urbains, afin d'évaluer le pouvoir de discrimination des analyses configurationnelles. En outre, seront présentés les données et décrites les procédures de pré-traitements pour la construction des graphes d'analyse.

4.1. Le pré-traitement des données

La première étape pour l'application des principes à la base de la vision configurationnelle, est la sélection des bases de données mieux adaptées pour être traitées et élaborées : il a été utilisé la BD Topo®2015, produit par l'IGN (Institut National de l'Information Géographique et Forestière). Cette base de données est composée par différentes couches d'informations, toutes en format vectorielles et éditables, représentant l'entier territoire national français : dans le cadre de ce travail, ont été utilisés les représentations cartographiques du réseau viaire et du bâti. Le premier fichier, est la représentation linéaire du réseau routier (autoroutes, rues nationales et départementales, chemins et escaliers), fournis de différents attributs (comme les toponymes, la longueur et la largeur des parcours) nécessaires pour la construction des graphes d'analyse. Le second fichier d'information est la représentation bidimensionnelle du bâti (résidentiel, industriel, public et religieux) fourni des attributs sur la fonction, la surface et la hauteur des bâtiments.

Par rapport à la BD Topo®2012, la base de données qu'a été utilisé se caractérise par être, au-delà de la mise à jour des informations plus récente, par être mieux détaillée et plus précisée, surtout pour ce qui concerne le bâti. En effet, dans cette dernière version, le bâti est mieux représenté, avec des limites mieux définies et avec l'identification plus précise de chacune des unités bâties : ces dernières caractéristiques, nous ont permis une modélisation plus robuste du bâti.

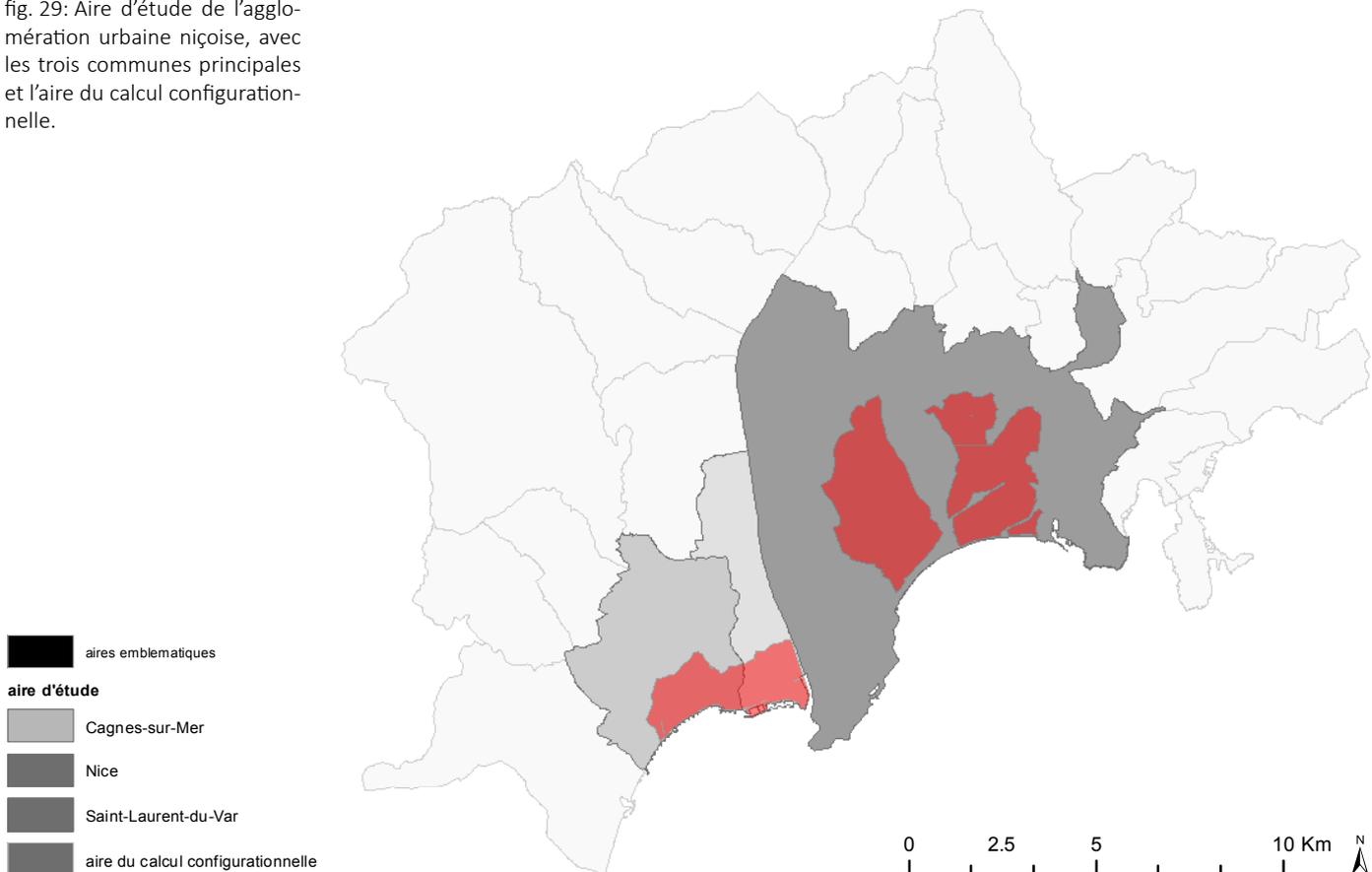
4.1.1 L'identification de l'aire d'étude et des données

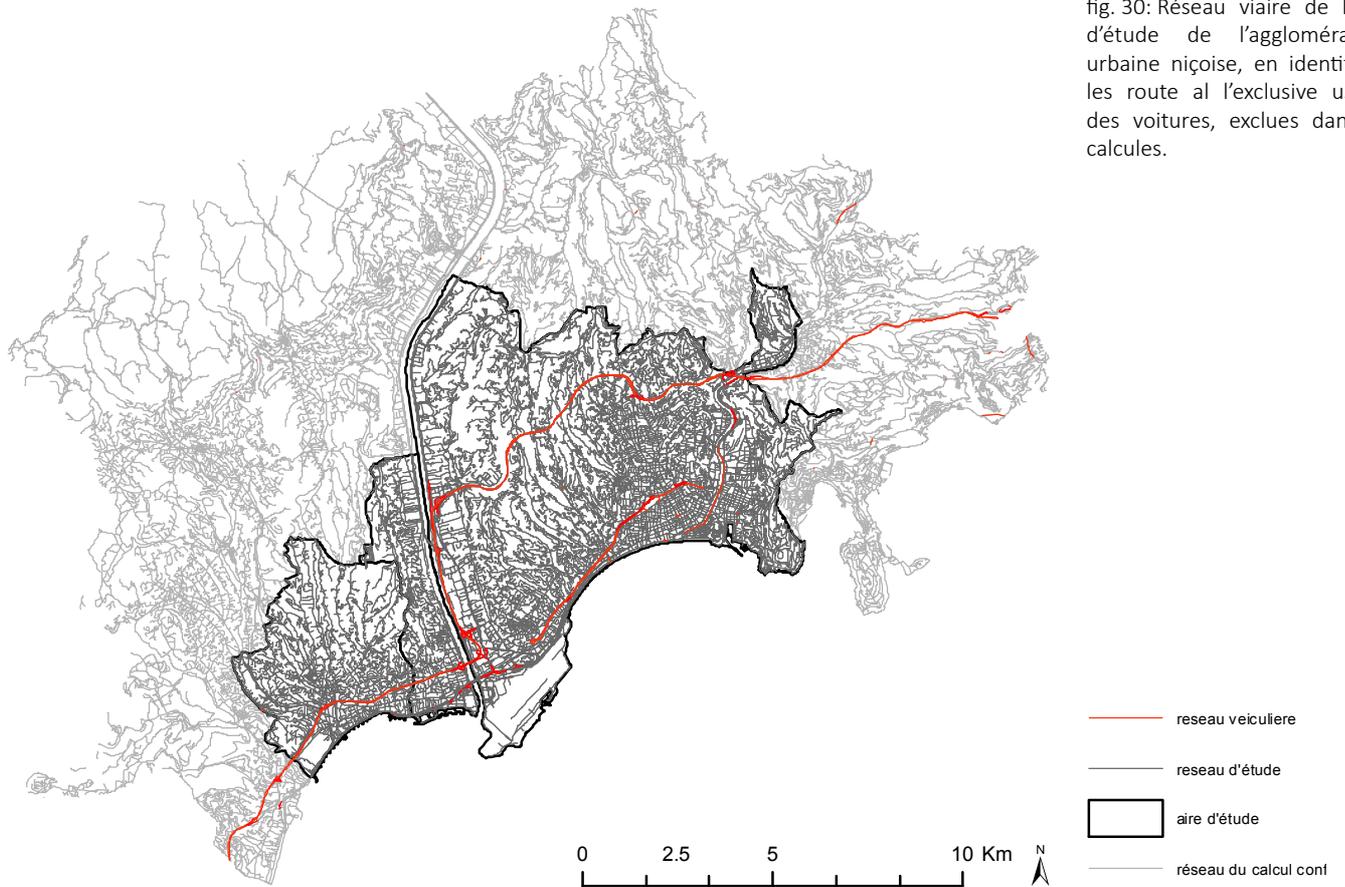
Les 24 cantons des communes de Cagnes-sur-Mer, Carros, Contes, Levens, Nice, Saint-Laurent-du-Var, Vence et Villefranche-sur-Mer, qui ont été utilisés dans ce travail, composent l'aire de l'agglomération urbaine niçoise au sein du département des Alpes-Maritimes en région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA). Sur l'aire sélectionnée (extension de 325 km² et 524 000 habitants), ou Nice est la commune principale (74 Km² et 343 000 habitants), seront calculé les indicateurs configurationnelles. En raison de notre intérêt focalisé sur les trois communes principales de Nice, Cagnes-sur-Mer et Saint-Laurent-du-Var, les résultats utilisés, visualisés et analysés seront compris dans le périmètre admiratif de ces communes (fig. 29).

La sélection de cette aire d'étude est fortement dépendante aux effets typiques des analyses de centralité des graphes, c'est-à-dire les effets de bord (Fusco et al 2016). Les analyses ont été faites au niveau local (sur des sous-espaces définis par des rayons réticulaires d'étude), cela nous a permis de limiter les effets dus à l'identification des centralités géométriques (Brandes 2006).

La distance minimale entre le bord de l'entière aire objet du calcul configurationnelle et de l'aire comprise entre les limites admiratives des trois communes est toujours majeure du

fig. 29: Aire d'étude de l'agglomération urbaine niçoise, avec les trois communes principales et l'aire du calcul configurationnelle.





rayon maximal utilisé pour les analyses de centralité : cela nous a permis de limiter encore une fois une des plus graves problématiques des approches configurationnelles, capable de provoquer des phénomènes de distorsion dans les résultats des analyses configurationnelles (Cutini 2010).

Le réseau viaire sélectionné est composé par 3650 km, donc 140 km de route à l'usage véhiculaire (l'autoroute, la Voie Pierre Mathis, les bretelles, les routes interdépartementales). Le choix d'utiliser exclusivement les parcours à l'usage du piéton est relié à l'intérêt du travail, focalisé sur le mouvement libre, indépendant par les constrictions des sens de marche, et véritable moyen de représentation de la perception humaine du tissu urbain (fig. 30).

4.1.2 La modélisation du réseau viaire et du bâti pour les analyses configurationnelles

À partir des bases de données sélectionnées, ont été construits les systèmes d'analyse (les graphes) nécessaire pour l'application des théories de centralité pour calculer les indicateurs configurationnels : trois graphes ont été construits pour les trois typologies principales d'analyse adoptées (Analyse Axiale, MCA et MaPPA) et l'ensemble des points-bâtiment qui seront utilisés pour les analyses sur les graphes primales.

En ce qui concerne l'Analyse Axiale, la première problématique à résoudre a été la construction des axes visuels qui décomposent la grille urbaine en un système discret et analysable. Cette opération, d'un point de vue opérationnel, a été abordée au cours de ces dernières années, en différentes manières : à travers la construction d'un algorithme capable d'identifier les « isovistes » (Batty et Rana 2004, Batty 2001), la construction des lignes en cadre SIG (Jiang et al 2000) et la réalisation d'un logiciel pour la construction des axes plus courts (Peponis et al 1998). Malheureusement, tous ces travaux n'ont pas produit une méthode univoque et applicable à toutes les configurations existantes, surtout en relation aux données disponibles.

Dans le cadre de ce travail, en stricte relation aux données disponibles, a été sélectionné, pour la construction de la grille urbaine, le buffer du réseau piétons (construit avec les informations attribuées pour chacun tronçon routière de la largeur de la voie) superposé l'emprise au sol des bâtiments. Sur le fichier, grâce au logiciel de dessin assisté par ordinateur AutoCAD, ont été dessinés les lignes de façon manuelle.

Pour la construction du graphe primaire de l'analyse MCA, le seul traitement appliqué au réseau piéton a été le découpage des tronçons plus long en plusieurs éléments, afin d'obtenir la longueur toujours inférieure à 100 mètres. Cette opération a été nécessaire afin de fournir une discrétisation bien représentative de la réalité des longs parcours périphériques, des chemins irréguliers sur les collines et des grands axes. Au réseau

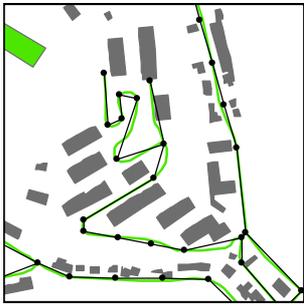


fig. 31: Superposition du réseau piétonne sur le graphe pour l'analyse MaPPA.

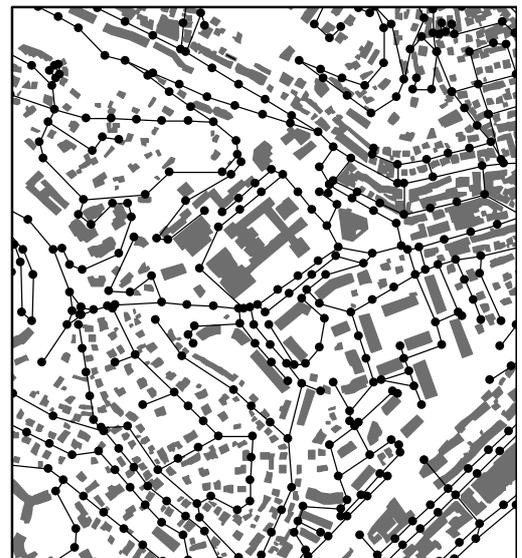


fig. 32: Comparaison des réseaux piétonnes avant et après le géo-traitement : a. réseau piétonne ; b. réseau MaPPA.

a.

b.

ainsi construit, grâce à l'extension du Network Analyst en ArcGIS qui nous a permis de construire le graphe, ont été calculés les indicateurs configurationnels, à travers le toolbox UNA, Urban Network Analysis (Sevtsuk et Mekonnen 2012).

Le graphe pour l'analyse MaPPA a été construit à partir du réseau piéton : à travers l'algorithme de linéarisation Ramer–Douglas–Peucker (Urs 1972), il a été produit le réseau, où la géométrie des parcours ont été perdues, remplacé par la linéarité des axes visuels (fig. 31). À suivre, l'utilisation de l'extension Network Analyst a permis de produire le graphe d'analyse ; dans ce cas, par rapport au graphe d'analyse de la MCA, le graphe n'est pas encore complet : afin de compléter le système d'analyse, et donc pour répondre aux principes à la base des approches configurationnelles de la Syntaxe Analyse (voir section 3.2.3.) il faut :

- Identifier, à travers la même procédure de la MCA, les points intermédiaires des axes de majeure longueur, afin d'obtenir des segments jamais majeurs de 100 mètres ;
- Attribuer au centre géométrique des espaces bidimensionnels (surtout les places), de surface environ majeure de 5 000 m², un mark-point.

Le graphe construit a été exporté sur le logiciel Spider et analysé à travers le langage de haut niveau Python (Beri 2010), afin de calculer les indicateurs configurationnelles (fig. 32).

Pour la construction des points-bâtiment, la méthode utilisée a été la même pour les deux approches topologique et métrique appliquée aux graphes primales. À cause de l'absence d'informations bien détaillées, il n'a été pas possible de définir une méthode capable d'évaluer les aspects tridimensionnels du tissu urbain. Dans ce travail, un point-bâtiment a été attribué pour chaque bâtiment. En raison de l'hétérogénéité des valeurs de surfaces au sol, et pour mieux représenter les gros bâtiments, un point-bâtiment tous les 100 m² de surface a été attribué de façon proportionnelle (fig. 33a, 33b); la localisation des points-bâtiment a été faite de façon aléatoire. Par rapport à l'attribution des points dans le centre géométrique du bâtiment, qui aurait positionné tous les points sur le tronçon routier plus proche, cette méthode permet de représenter la localisation des accès de façon plus proche à la réalité (fig. 33c). Ce méthode d'analyse a été appliquée en stricte relation aux données disponibles : malgré les données utilisées sont plus précises par rapport à la BD TOPO 2012, elles ne sont pas bien représentatives des accès aux bâtiments. En même temps, l'IGN nous a fourni des localisations vectorielles des accès aux bâtiments, mais, dans notre aire d'étude, elles sont imprécises dans les aires plus édifiées et lacunaires d'informations dans les aires périphériques.

La dernière opération a été la définition des échelles d'analyse. En raison de la stricte relation entre les graphes topologiques et métriques, a été calculé la longueur moyenne (51.2 mètres) des arcs du graphe utilisé pour la méthode MaPPA, et définis les trois échelles pour l'approche topologique (7, 15, 30 pas) et métrique (400m, 800m et 1600 m). Cela nous a permis de mieux comparer les résultats des différentes approches configurationnelles, afin de mieux comprendre la capacité d'explication des différentes méthodes, calculées à des échelles comparables.

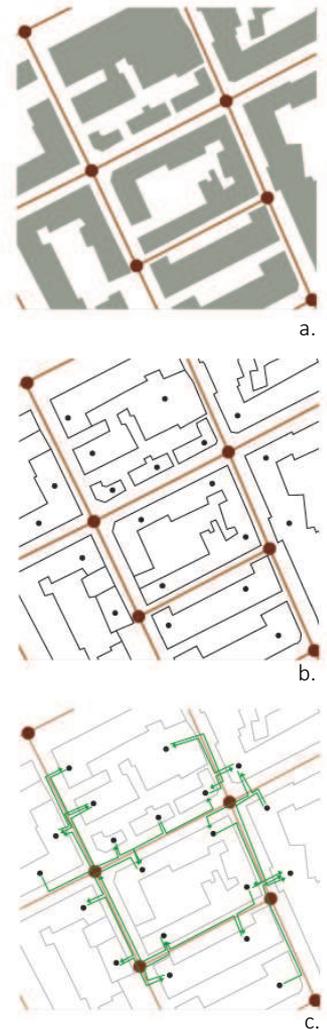
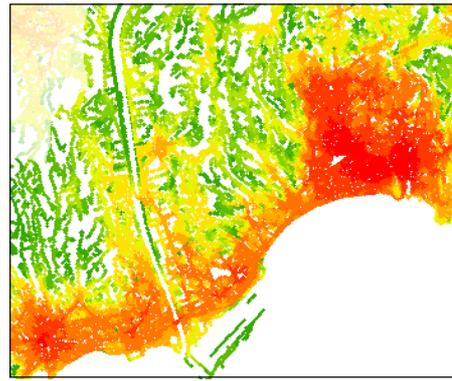
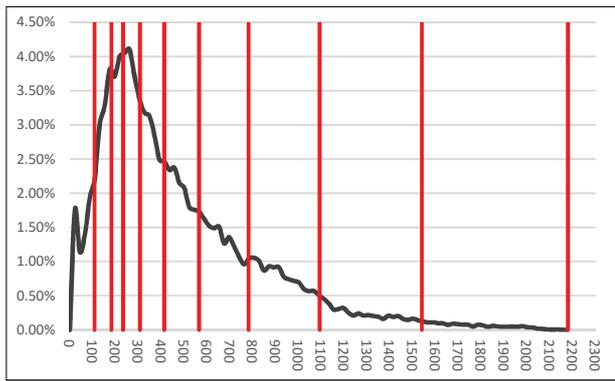
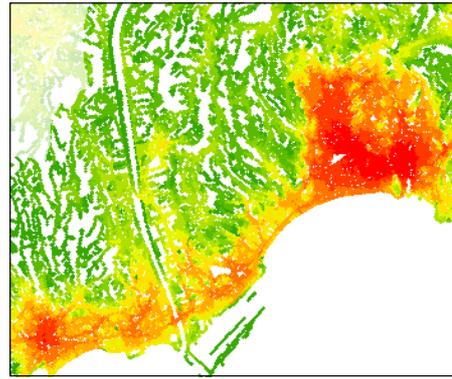
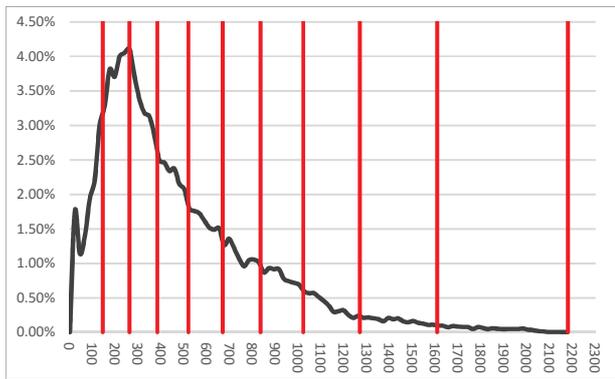


fig. 33: Procédure pour la définition des points-bâtiments : a. identification du bâti et du réseau ; b. attribution d'un point-bâtiment pour chaque 100 m² de surface; c. calculs de chemins minimaux sur le réseau pur chaque point-bâtiment.



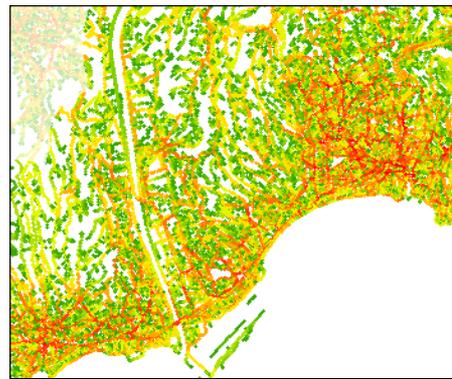
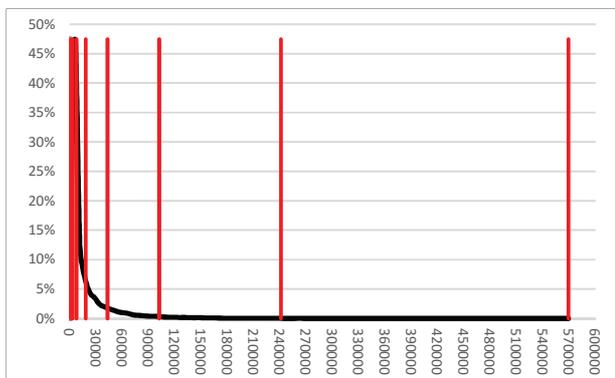
a.

- 2 - 108
- 109 - 182
- 183 - 233
- 234 - 307
- 308 - 413
- 414 - 565
- 566 - 782
- 783 - 1093
- 1094 - 1540
- 1541 - 2179



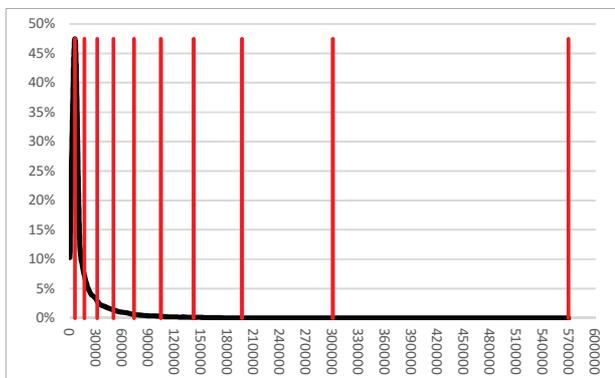
b.

- 2 - 144
- 145 - 261
- 262 - 383
- 384 - 519
- 520 - 669
- 670 - 834
- 835 - 1021
- 1022 - 1269
- 1270 - 1607
- 1608 - 2179



c.

- 0 - 143
- 144 - 482
- 483 - 1283
- 1284 - 3173
- 3174 - 7638
- 7639 - 18184
- 18185 - 43093
- 43094 - 101925
- 101926 - 240882
- 240883 - 569085



d.

- 0 - 5900
- 5901 - 16673
- 16674 - 31240
- 31241 - 49770
- 49771 - 73667
- 73668 - 103903
- 103904 - 141240
- 141241 - 196471
- 196472 - 300068
- 300069 - 569085

fig. 34: Différentes méthodes de représentation des analyses configurationnelles (MaPPA, 30p) : a. Reach, saut naturel ; b. Reach, intervalle géométrique ; c. intermédiarité, saut naturel ; d. intermédiarité, géométrique.

4.2. Clés de lecture des résultats de l'analyse configurationnelles

Les procédures de calcul appliquées à l'aire d'étude niçoise ont produit un nombre très élevé d'informations géo-localisées des caractéristiques de relation spatiale entre les espaces publics. En raison de la difficulté de gérer toutes ces informations, afin de produire une connaissance bien structurée et explicative, il est nécessaire choisir des méthodes pour la lecture des résultats. À travers ces méthodes, l'identification des centralités de l'aire d'étude et le pouvoir discriminantes des approches configurationnelles sera bien montré.

4.2.1 Visualiser les centralités configurationnelles dans l'aire d'étude

Les opérations de visualisation des résultats des analyses configurationnelles (la construction des images et des cartes) sont très importantes afin de synthétiser les résultats et pour permettre une prise de conscience rapide des localisations spatiales des rapports entre les espaces analysés. La construction et l'application d'une méthode cohérente a été nécessaire pour fournir une lecture claire et exhaustive des résultats.

La première opération a été la compréhension et l'étude des distributions de fréquence de chacun indicateur calculé. À l'échelle globale, les distributions, sauf un nombre très réduit de cas exceptionnelles, sont de deux typologies :

- La distribution en cloche, généralement asymétrique et caractérisée par des valeurs modales inférieures de la médiane ; cette distribution est typique des indicateurs liés aux concepts classiques du degré (sauf que pour la connectivité de l'Analyse Axiale, caractérisé par une distribution exponentielle, comme il sera expliqué dans la section 5.2.1) et de la proximité ;
- La distribution fortement asymétrique (exponentielle ou à loi de puissance), cause de différentes problématiques au stade de lecture des résultats. Cette typologie a été observée surtout pour les distributions de l'indicateur d'intermédiarité et d'intégration.

À chaque distribution, afin de permettre une lecture correcte, a été appliquée une méthode différente d'identification des classes de fréquence, en relation avec les outils disponibles dans le logiciel ArcGis (Cetraro 2011) (fig. 34). Cette dernière nous offre le choix parmi différentes méthodes : intervalles manuels ou constants, quantiles, déviation standard, saut naturel ou intervalle géométrique.

Pour les deux typologies de distributions produites, il a été exclu la méthode de classification des quantiles et de la déviation standard, en raison du fait que ces méthodes sont plus adaptées aux distributions gaussiennes. Il a été choisi, pour :

- La distribution en cloche : la méthode des intervalles identifiés par les sauts naturels. Cette méthode, finalisée à l'identification des variations entre les intervalles plus marqués, a été la plus adaptée pour cette distribution, en permettant la construction d'intervalles plus amples ;

- La distribution fortement asymétrique : la méthode des intervalles géométriques. Cette méthode identifie les intervalles à travers la minimisation du carré des valeurs compris dans l'intervalle, et produit plusieurs intervalles lorsque les fréquences sont élevées et moins dans les valeurs plus faibles.

4.2.2 Comparer le pouvoir discriminant des techniques : la matrice des différences

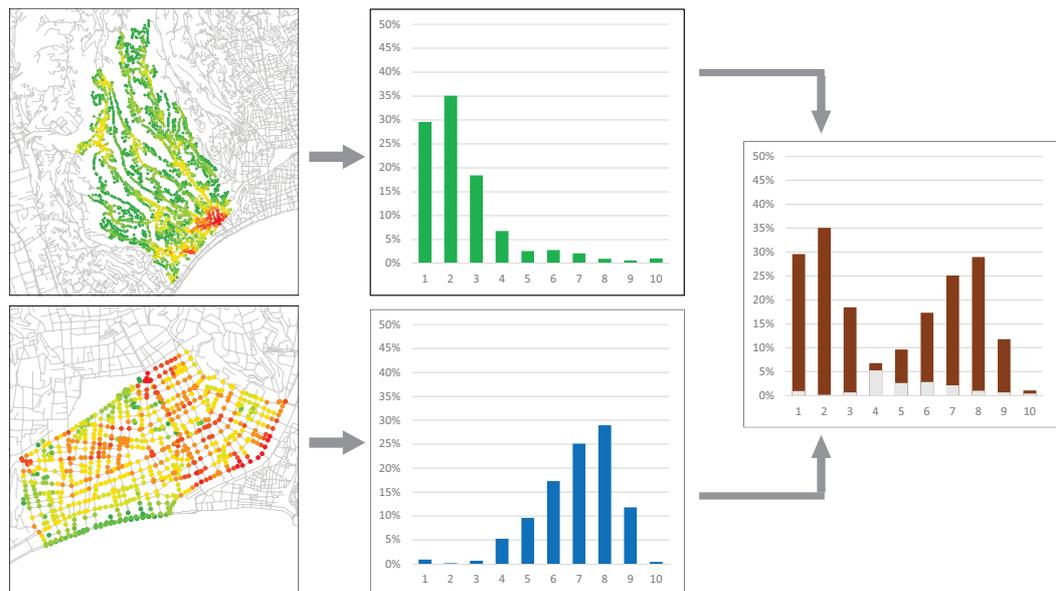
Les méthodes de visualisations pour les analyses configurationnelles ont permis deux opérations très importantes dans le cadre de cet travail : la lecture des résultats pour la compréhension des centralités dans l'aire d'étude la lecture des mêmes valeurs configurationnelles, mais reliée aux aires emblématiques sélectionnées dans la section 2.3. La lecture à travers des cartes produites pour chaque aire emblématique, nous a permis, grâce aux intervalles de couleurs reliés à l'aire sélectionnée et pas plus à l'entière aire d'étude, de comprendre les centralités mieux dans le détail et expliquer les caractéristiques de chaque sous-espace.

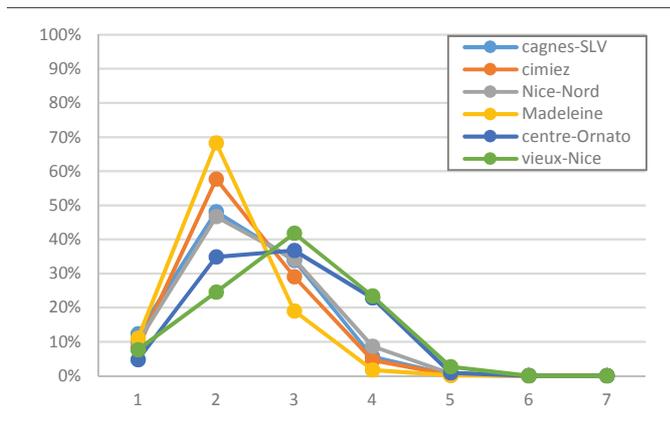
La comparaison des visualisations a fourni des autres informations sur les caractéristiques morphologiques des différentes aires ; cependant, avec ces méthodes d'analyse des résultats, le vrai pouvoir de discrimination des aires n'a été pas bien valorisé. Existents-ils des méthodes capables de comprendre s'il existe une certaine capacité d'expliquer les différences entre aires urbaines identifiées a priori et de quantifier ces propriétés ?

Pour comprendre si les analyses configurationnelles ont cette capacité, a été défini une procédure d'analyse qui se fonde sur les théories d'analyse statistiques. La démarche pour la construction de la matrice des différences est la suivante (fig. 35):

1. Définition des intervalles de fréquence. Dans le cadre de ce travail, ont été sélectionnés dix intervalles d'amplitude constante dans l'aire d'étude pour chacun des

fig. 35: Représentation schématique de la procédure de calcul des différences entre deux distributions relié à des résultats configurationnelles sur deux aires emblématiques.





a.

	cagnes-SL	cimiez	Nice-Nord	madel.	centre-or.	vieux-N.
cagnes-SLV		0.194	0.078	0.404	0.417	0.565
cimiez	0.194		0.221	0.264	0.530	0.677
Nice-Nord	0.078	0.221		0.455	0.339	0.486
Madeleine	0.404	0.264	0.455		0.794	0.942
centre-Or	0.417	0.530	0.339	0.794		0.206
vieux-Nice	0.565	0.677	0.486	0.942	0.206	

b.

indicateurs calculés. À travers cette définition, ont été calculées les distributions des fréquences pour chaque aire d'étude ;

2. Calcul des différences. La somme des valeurs absolues de la différence entre deux distributions a été calculée pour chaque couple d'aires d'étude. Le résultat est la quantification de la différence entre deux distributions et il est compris entre 0 (pour deux distributions identiques) et 2 (pour deux distributions complètement différentes) ;
3. Construction de la matrice des différences. Il s'agit de mettre ensemble en forme de matrice les valeurs des différences entre tous les couples d'aires d'étude. Les résultats sont des matrices symétriques, construites pour chaque indicateur configurationnel.

fig. 36: Résultats du calcul des différences pour l'indicateur de connectivité primaire: a. comparaison des distributions des six aires d'étude ; b. matrice des différences.

Les matrices produites, reliées aux graphiques des distributions associées, ont permis la lecture des différences entre chaque couple d'aires, de façon quantitative et rigoureuse. En outre, grâce à l'usage des cartes produites pour chaque aire d'étude, la lecture des résultats a été faite à la fois d'un point de vue statistique et spatial (fig. 36).

Pour conclure, dans ce chapitre, ont été montrées toutes les méthodes d'analyses des résultats qui ont été utilisés pour la compréhension des résultats des analyses configurationnelles ; cependant, les capacités de ces approches statistiques n'ont pas été encore bien expliquées dans cette phase de définition méthodologique. Dans le prochain chapitre, ces méthodes seront appliquées au cas réel, afin d'identifier les caractéristiques de centralité de l'agglomération urbaine de Nice et d'étudier les liens entre les résultats configurationnelles et les caractéristiques des aires emblématiques.

5. L'analyse configurationnelle de l'agglomération de Nice: discussion des résultats

Après avoir identifié les six aires emblématiques, expliqué les caractéristiques principales des approches configurationnelles et choisi les méthodes d'analyse des résultats, nous sommes en mesure d'analyser l'aire de l'agglomération urbaine de Nice. Dans ce chapitre seront appliquées ces méthodes d'analyses et sera présenté un résumé des résultats obtenus.

5.1. Les centralités de l'agglomération niçoise

La première partie du chapitre cinq est dédiée à la compréhension de l'aire d'étude de Nice à travers les approches configurationnelles. Les différentes méthodes d'analyse seront appliquées afin d'évaluer les caractéristiques d'accessibilité des espaces urbains. Et donc cette première partie, grâce aux différentes façons des espaces d'être centraux, nous dira des considérations sur les caractéristiques principales des aires des trois communes analysées (Nice, Cagnes-sur-Mer et Saint-Laurent-du-Var). Ces connaissances, au-delà de la nouvelle clé de lecture de l'aire d'étude fournie, seront la base pour les réflexions sur les six aires emblématiques.

Les différentes méthodes ont montré, de caractéristiques communes : toutes les méthodes ont été capables d'identifier un certain nombre de polarités dans l'espace urbain. En même temps, des parcours capables de capter le nombre majeur de flux potentiel ont été identifiés. En raison de la quantité d'informations disponibles très élevée, il a été impossible de montrer tous les résultats obtenus : il sera fait une sélection des exemples mieux représentatifs afin d'expliquer à la fois les caractéristiques principales de l'aire prise en examen et des méthodes configurationnelles.

5.1.1 La connectivité : l'émergence des grands axes dans l'approche duale est le fait de l'entisation

Le premier indicateur calculé a été la connectivité, c'est-à-dire le degré des nœuds du graphe représentatif des relations entre les lieux : pour ce qui concerne le graphe duale, l'indicateur de connectivité est le nombre des axes qui se croisent avec l'axe en examen, tandis que, pour l'approche primale, il est le nombre des nœuds connectés. Cela explique que, dans l'approche duale, la valeur élevée de connectivité signifie que l'axe est intéressé par un nombre considérable d'ouvertures prospectives sur des autres espaces convexes ; en revanche, dans l'approche primale, si la valeur de connectivité est élevée, plusieurs possibilités de choix sont disponibles pour le même endroit.

En regardant les résultats des analyses, l'indicateur de connectivité calculé à travers la méthode d'Analyse Axiale de la Syntaxe Spatiale montre une valeur élevée pour les axes plus rectilignes. La conséquence du prétraitement pour la construction du graphe duale est le fait que les analyses de centralité sont influencées par la construction du graphe : la probabilité que les axes plus longs se croisent avec un nombre important d'autres axes est statistiquement élevée, en entraînant une certaine distorsion des résultats (Porta et al 2006a). Ce critère de l'approche duale est bien vérifiable même sur l'aire d'étude niçoise : les longs axes du centre-ville, comme par exemple, l'Avenue Jean Médecin ou le Boulevard Gambetta, ont des valeurs de l'indicateur de connectivité très élevées, en démontrant que ces axes offrent aux utilisateurs de l'espace un haut nombre de possibilités de changements de visuel (fig. 37).

Si d'une côté, l'indicateur de l'approche duale montre les axes qu'ont le majeur nombre de

approche : **duale**
 méthode : **SSx Axial**
 bâti : -
 indicateur : **connectivité**
 profondeur : -
 discretisation : **géométrique**

1 - 2
 3 - 2
 3
 4 - 5
 6 - 8
 9 - 13
 14 - 22
 23 - 39

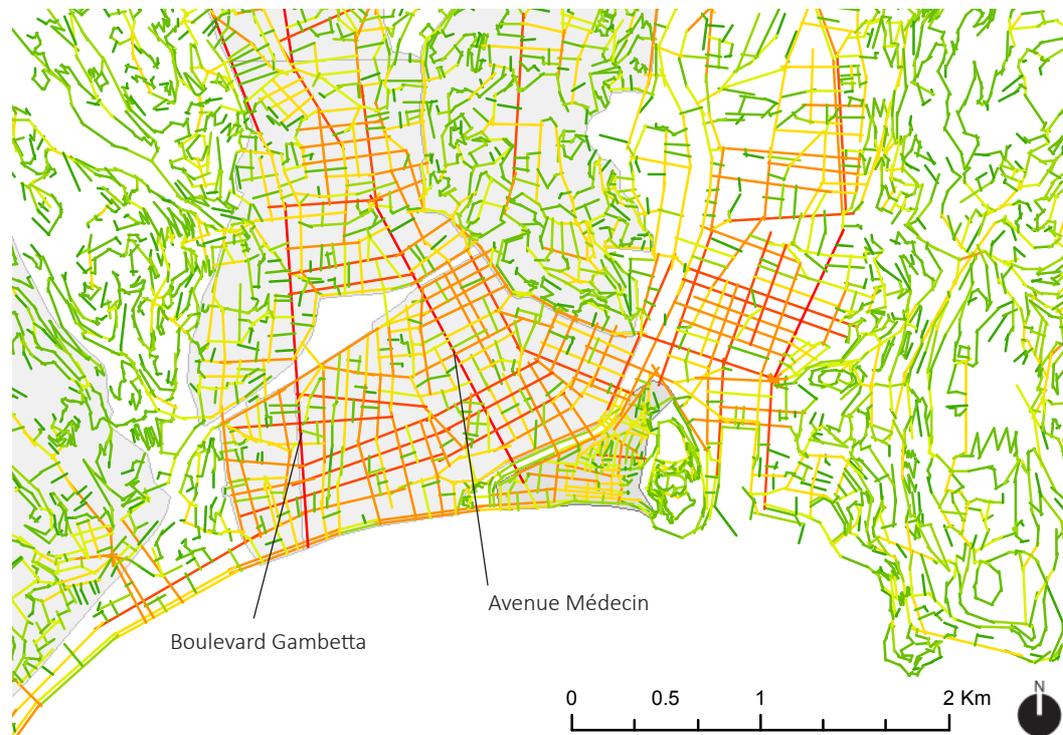


fig. 37: Indicateur de connectivité du centre-ville de Nice pour l'approche duale.

possibilités de choix par les utilisateurs, d'autre côté, le même indicateur dans l'approche primale, montre le nombre d'axes perspectifs disponibles, et donc le nombre de choix de direction à partir d'un certain lieu. En regardant l'application sur l'aire d'étude niçoise, les aires plus connexes, sont comprises dans les quartiers centraux et moins dans les structures arborescentes des collines périphériques. Les aires à forte densité de bâti (quartier de Riquier, le centre-ville de Nice et de Saint-Laurent-du-Var), qui ont une éntisation topologique maillé et régulière, montrent des valeurs plus ou moins homogènes et compris entre 3 et 5 : au niveau local, les structures des réseaux (d'un point de vue topologique) régulières, sont le plus accessibles, grâce à la distribution sur le territoire de valeurs hautes et bien distribuées. Les aires collinaires, car leur structure est surtout arborescente, montreraient des valeurs hétérogènes : la plus grosse partie des connexions sont de degré 2 et les valeurs majeurs sont dans carrefours (fig. 38).

L'indicateur de connectivité, appliqué aux différentes éntisations duale et primale, en raison de sa façon de comprendre les relations entre les éléments du système, est encore influencé par une analyse plutôt locale du réseau urbain. Malgré dans un nombre limité de cas (exclusivement pour l'approche duale), l'indicateur de connectivité peut comprendre les relations entre des espaces distants des kilomètres, il n'est pas capable de comprendre ces relations sur plusieurs niveaux d'accessibilité. Les caractéristiques de multiscalarité des analyses configurationnelles n'ont pas encore été montrées avec cet indicateur : les caractéristiques innovantes de ces approches de surmonter les analyses locales, typiques des méthodes classiques d'analyse typo-morphologique urbaine, seront abordées en détail dans les indicateurs d'atteignabilité, profondeur et intermédiation.

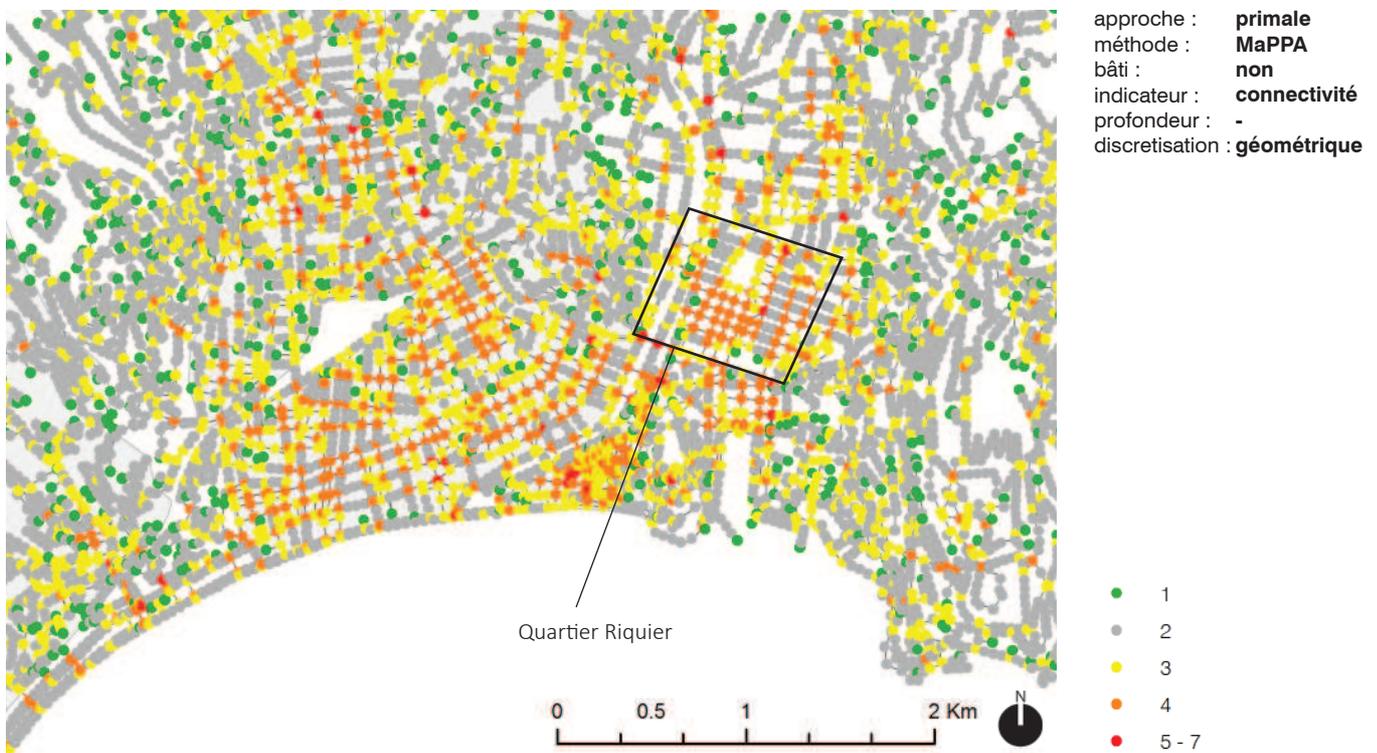


fig. 38: Indicateur de connectivité du centre-ville de Nice pour l'approche primale.

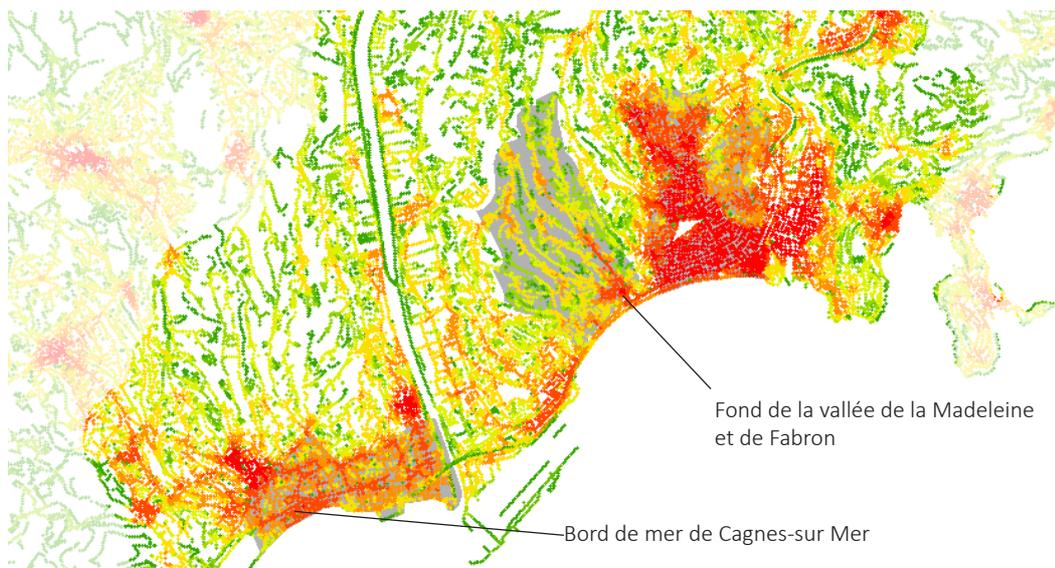
5.1.2 L'atteignabilité : le filtrage des centralités par les échelles

Le premier indicateur proposé, qui n'est plus relié à une logique locale et qui permet d'évaluer les relations entre les espaces par rapport aux distances (métriques ou topologiques) est l'indicateur d'atteignabilité. Avec celui-ci, nous avons les nombres de nœuds (ou des axes visuels dans l'approche duale) compris dans le rayon décidé avant le calcul ; si le graphe de représentation du réseau viaire est pondéré par les éléments bâtis, le résultat du calcul sera la somme des points-bâtiment accessibles. Ce premier indicateur, avec une approche multiscalaire, est le plus facile et le plus intuitif parmi les indicateurs de centralité, et il montre le nombre des éléments accessibles à partir d'un certain élément d'analyse. Par rapport à l'indicateur de connectivité, l'atteignabilité permet de évaluer et de quantifier le nombre des éléments d'analyse à différentes échelles : à travers la définition d'une profondeur de propagation du phénomène, plusieurs valeurs seront calculées et pourraient être mises en relations avec différentes caractéristiques du territoire niçois. La lecture en parallèle des cartes du même indicateur, mais à profondeur différente, permettra d'identifier les capacités d'atteignabilité des espaces aux échelles micro, méso et macro.

À l'échelle micro (400 m), la méthode MCA* (graphe primale métrique, pondéré par les points-bâtiment) montre plusieurs espaces avec des valeurs d'atteignabilité considérables : le centre-ville de Nice, grâce à le rapport bâti-surface haut, se caractérise par le nombre de points-bâtiment élevé; au-delà de cet espace, différentes aires sont bien identifiables : les centres-villes de Saint-Laurent-du-Var, de Cagnes-sur-Mer et de Villefranche-sur-Mer sont bien appréciables. En même temps, des autres aires sont caractérisées par des valeurs remarquables, par exemple le bord de la mer en face au vieux-centre de Cagnes-sur-Mer, le quartier de Fabron et le fond de la vallée de la Madeleine. Ces espaces, grâce à des valeurs de connectivité hautes et à la densité du bâti élevé, apparaissent à l'échelle micro : à cette échelle, les caractéristiques locales ne sont pas influencées aussi intensément comme il sera bien évident à l'échelle méso et macro (fig. 39a).

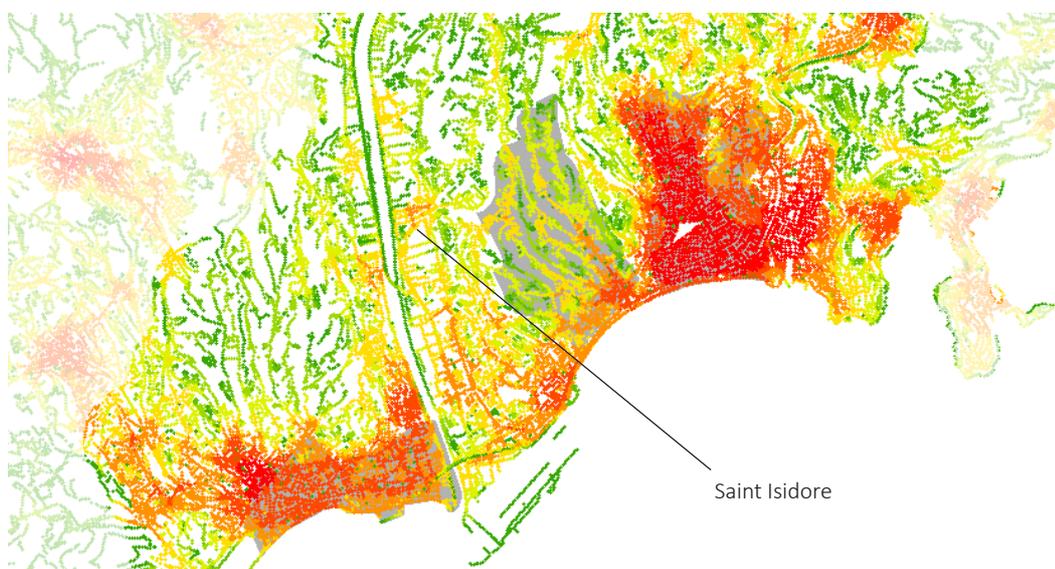
En augmentant l'échelle d'analyse, les centralités qui sont apparues à l'échelle de 400m, ne sont pas tout à fait aussi évidentes : les polarités isolées des aires périphériques qui sont bien remarquables à travers l'échelle micro, se combinent entre elles, lorsqu'elles sont en position suffisamment voisine (par exemple, l'aire à l'Ouest du Var) ou disparaissent, lorsqu'elles sont isolées (par exemple, le quartier de Saint Isidore dans la Plan du Var).

Aux échelles méso (800 m) et macro (1600 m) la capacité d'atteindre des aires plus émergentes est majeure, en provoquant une augmentation des écarts entre les aires moins accessibles et le plus centrales : à l'augmenter du rayon d'étude, les aires avec une centralité moyenne-haute perdent leur capacité attractive, en favorisant les aires déjà fortement centrales. Ces résultats pourraient indiquer que les petits centres urbains, qu'ont encore un certain intérêt et une capacité relative d'être centrale par rapport aux espaces plus proches, ne sont pas capable d'attirer les utilisateurs plus loin, si l'attractivité est seulement le fait du mouvement naturel (fig. 39b, 39c).



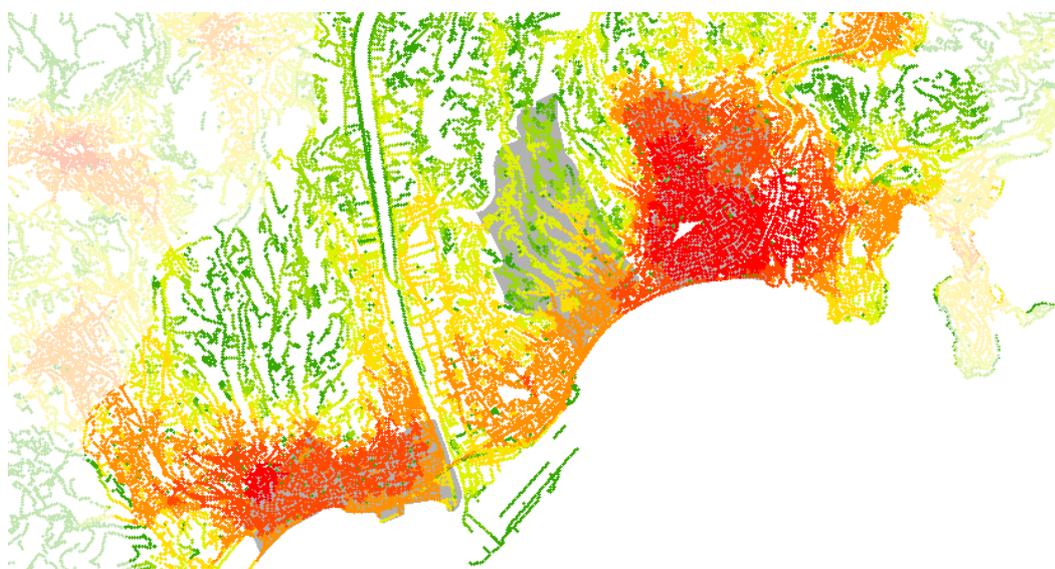
approche : **primale**
 méthode : **MCA**
 bâti : **oui**
 indicateur : **atteignabilité**
 profondeur : **400 m**
 discretisation : **géométrique**

- 0.0 - 26.4
- 26.5 - 41.0
- 41.1 - 67.4
- 67.5 - 115.1
- 115.2 - 201.3
- 201.4 - 356.8
- 356.9 - 637.7
- 637.8 - 1145.0



approche : **primale**
 méthode : **MCA**
 bâti : **oui**
 indicateur : **atteignabilité**
 profondeur : **800 m**
 discretisation : **géométrique**

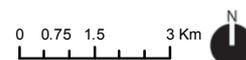
- 0.0 - 92.7
- 92.8 - 144.1
- 144.2 - 236.8
- 236.9 - 404.3
- 404.4 - 706.8
- 706.9 - 1253.1
- 1253.2 - 2239.5
- 2239.6 - 4021.0



approche : **primale**
 méthode : **MCA**
 bâti : **oui**
 indicateur : **atteignabilité**
 profondeur : **1600 m**
 discretisation : **géométrique**

- 0.0 - 388.5
- 388.6 - 615.0
- 615.1 - 1003.6
- 1003.7 - 1670.1
- 1670.2 - 2813.4
- 2813.5 - 4774.8
- 4774.9 - 8139.3
- 8139.4 - 13911.0

fig. 39: Comparaison de trois cartes résultats pour souligner la capacité multiscale des approches configurationnelles (agglomération urbaine de Nice, atteignabilité MCA* 400m, 800m, 1600m).



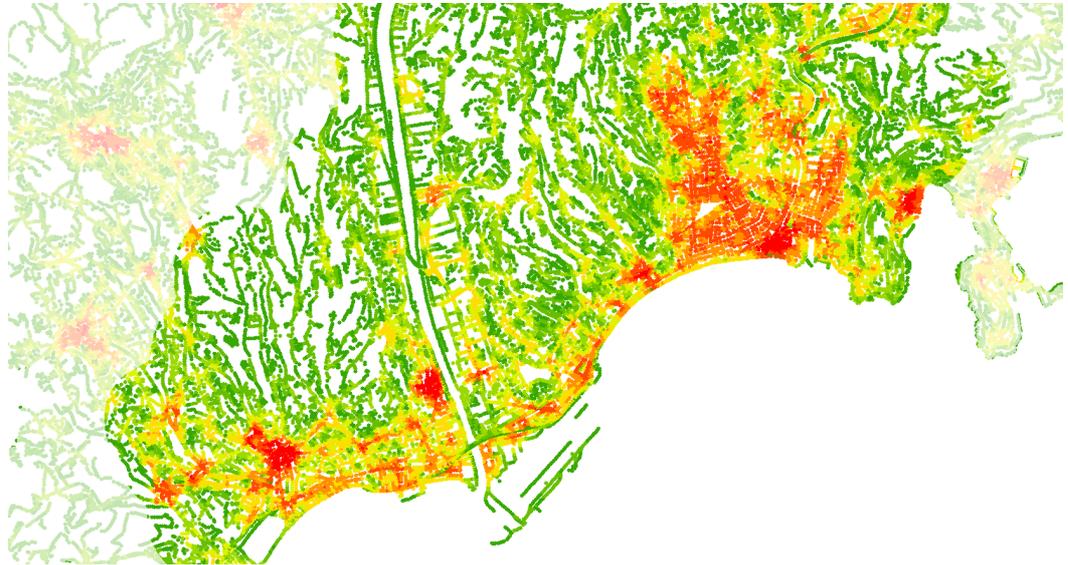
5.1.3 La profondeur : les émergences des différentes polarités grâce aux différentes impédances

Si d'un côté l'indicateur d'atteignabilité nous offre la somme des éléments accessibles (les nœuds ou les axes ou les points-bâtiment, en relation à la méthode d'analyse choisie) à partir des éléments d'origine, de l'autre côté, l'indicateur de profondeur est pondérée par les impédances (topologiques ou métriques) entre les mêmes éléments. Cet indicateur, nous offre une lecture du tissu urbain un peu différent, qui ne considère pas exclusivement le nombre des éléments atteignables, mais en même temps, considère les conséquences que les impédances ont sur l'accessibilité des mêmes éléments.

Les effets produits par les impédances, comme il est bien évident en regardant les résultats des analyses avec les méthodes MaPPA et MCA, sont bien remarquables aux différentes

approche : **primale**
 méthode : **MCA**
 bâti : **non**
 indicateur : **proximité totale**
 profondeur : **400 m**
 discretisation : **sauts naturels**

- 0.0 - 5032.1
- 5032.2 - 8461.6
- 8461.7 - 12411.5
- 12411.6 - 17096.8
- 17096.9 - 22735.7
- 22735.8 - 29295.0
- 29295.1 - 38345.1
- 38345.2 - 58287.4



approche : **primale**
 méthode : **MCA**
 bâti : **non**
 indicateur : **proximité totale**
 profondeur : **1600 m**
 discretisation : **sauts naturels**

- 0.0 - 229151.4
- 229151.5 - 436140.3
- 436140.4 - 668005.2
- 668005.3 - 932804.6
- 932804.7 - 1204672.4
- 1204672.5 - 1504387.9
- 1504388.0 - 1877415.8
- 1877415.9 - 2503436.1

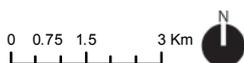
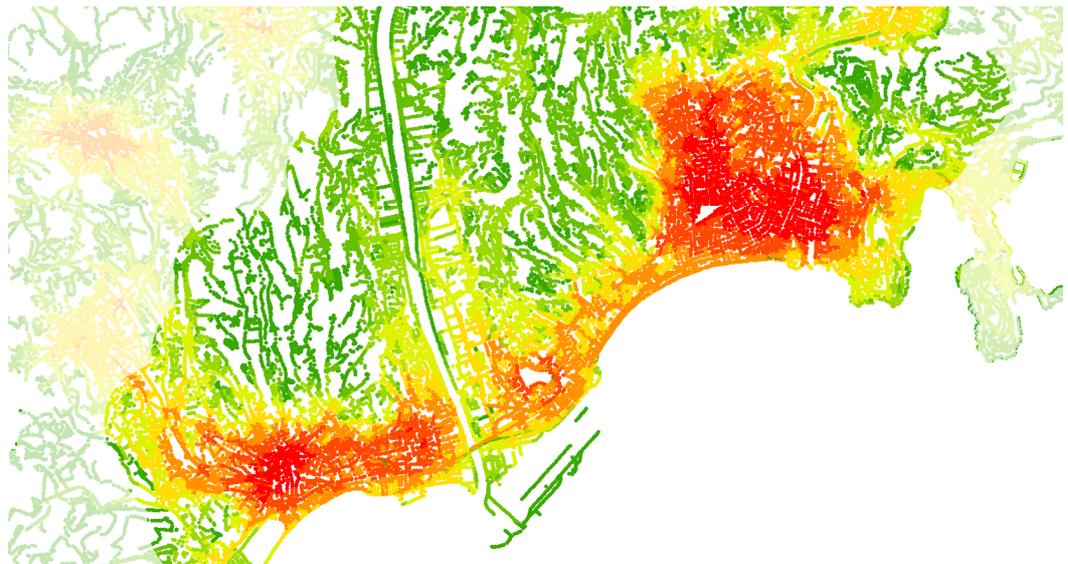
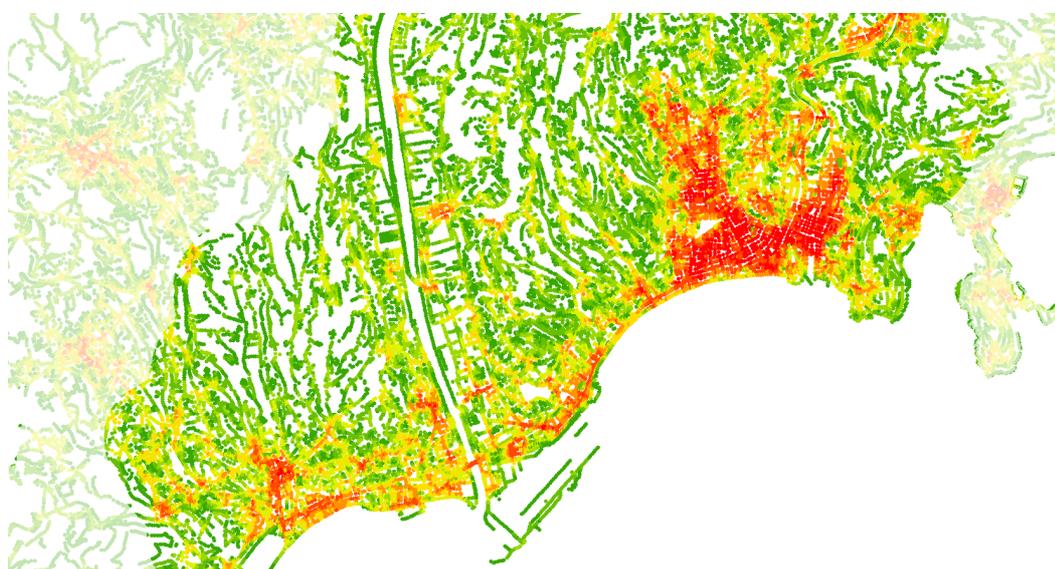


fig. 40: Identification de polarités principales (agglomération urbaine de Nice, profondeur totale MCA 400m, 1600m).

échelles. Cependant, en même temps, existent plusieurs éléments en commun, par rapport aux informations fournies par les indicateurs d'atteignabilité sur la structure urbaine de l'agglomération niçoise. Comme pour l'atteignabilité, même pour la profondeur, nous avons une émergence des petites sous-espaces urbains aux échelles micro ; aux échelles méso et macro, les grandes polarités de Nice et du bord de mer de Cagnes-sur-Mer et Saint-Laurent-du-Var sont bien remarquables.

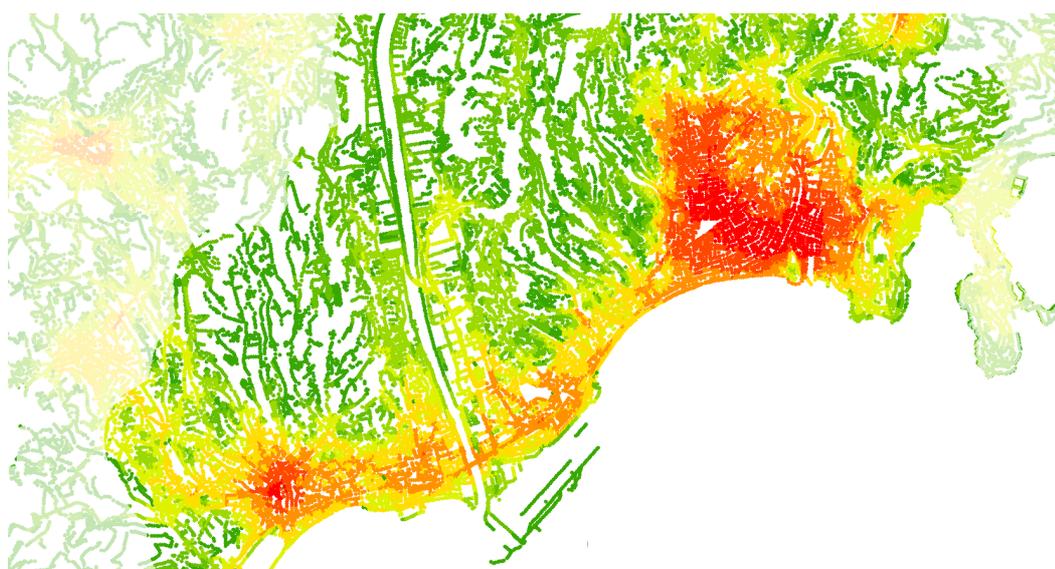
Profondeur totale

Comme pour l'indicateur d'atteignabilité, les aires avec un maillage régulière (et qui ont des valeurs de connectivité haute et régulière), se caractérisent par des valeurs de profondeur totale bien distribuées et supérieures aux aires plus arborescentes (fig. 40, 41). Néanmoins, à travers la comparaison entre les résultats obtenus avec la pondération des



approche : **primale**
 méthode : **MaPPA**
 bâti : **non**
 indicateur : **proximité totale**
 profondeur : **7 pas**
 discretisation : **sauts naturels**

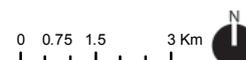
- 1.0 - 71.0
- 71.1 - 113.0
- 113.1 - 159.0
- 159.1 - 213.0
- 213.1 - 278.0
- 278.1 - 359.0
- 359.1 - 472.0
- 472.1 - 700.0



approche : **primale**
 méthode : **MaPPA pas**
 bâti : **non**
 indicateur : **proximité totale**
 profondeur : **30 pas**
 discretisation : **sauts naturels**

- 1 - 3582
- 3583 - 6744
- 6745 - 10260
- 10261 - 14331
- 14332 - 18882
- 18883 - 24466
- 24467 - 31828
- 31829 - 43838

fig. 41: Identification de polarités principales (agglomération urbaine de Nice, profondeur totale MaPPA 7p, 30p).



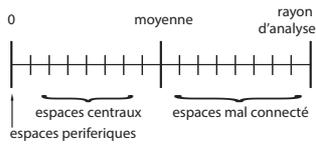


fig. 43: Échelle de valeur de la profondeur moyenne.

impédances en manière topologique (MaPPA) ou métrique (MCA), plusieurs caractéristiques seront identifiées. En regardant les échelles micro (7 pas - 400 m) (fig. 40a, 41a), les techniques MCA sont capables de mieux différencier les aires maillées et plus édifiées (centre-ville de Nice, Cagnes-sur-Mer et Saint-Laurent-du-Var), par rapport à la technique MaPPA. En même temps, les indicateurs de profondeur totale de la technique MCA est capable d'identifier les différences entre les aires topologiquement similaires, mais différentes, d'un point de vue dimensionnel. Les aires du Vieux-Nice, du centre-ville et du Nice-Nord, se caractérisent par des structures topologiques comparables ; en même temps, les facteurs dimensionnels sont très différents. La méthode MCA, grâce à la pondération par les impédances métriques, par rapport à la méthode MaPPA, qui a une pondération des impédances topologique, est en mesure de relever ces différences et de mieux discriminer les aires.

Aux échelles macros (30 pas - 1600 m) (fig. 40b, 41b), les différences principaux entre la méthode MCA et la méthode MaPPA sont concentrés dans les aires à l'Ouest du Var : la première a montré une certaine homogénéité des résultats, remarquables sur le territoire compris entre les deux centres anciens de Cagnes-sur-Mer et Saint-Laurent-du-Var, jusqu'au bord de mer ; en revanche, les résultats de la méthode MaPPA sont caractérisés par l'individuation de deux sous-polarités, une sur le centre-ville de Cagnes-sur-Mer et l'autre vers l'aire au sud du centre-ville de Saint-Laurent-du-Var.

Profondeur moyenne

Les indicateurs de profondeur totale, car ils sont forcément dépendants par le nombre des éléments accessibles, ne sont pas capables de fournir une valeur unique et comparable avec des autres structures urbaines. Étant donné que la valeur de profondeur totale est liée à la dimension du système (considéré comme le nombre des éléments compris dans le rayon d'analyse) il sera plus élevé tandis que le système sera composé d'un grand

approche : **duale**
 méthode : **SSx Axial**
 bâti : -
 indicateur : **proximité moyenne**
 profondeur : **30 pas**
 discretisation : **sauts naturels**

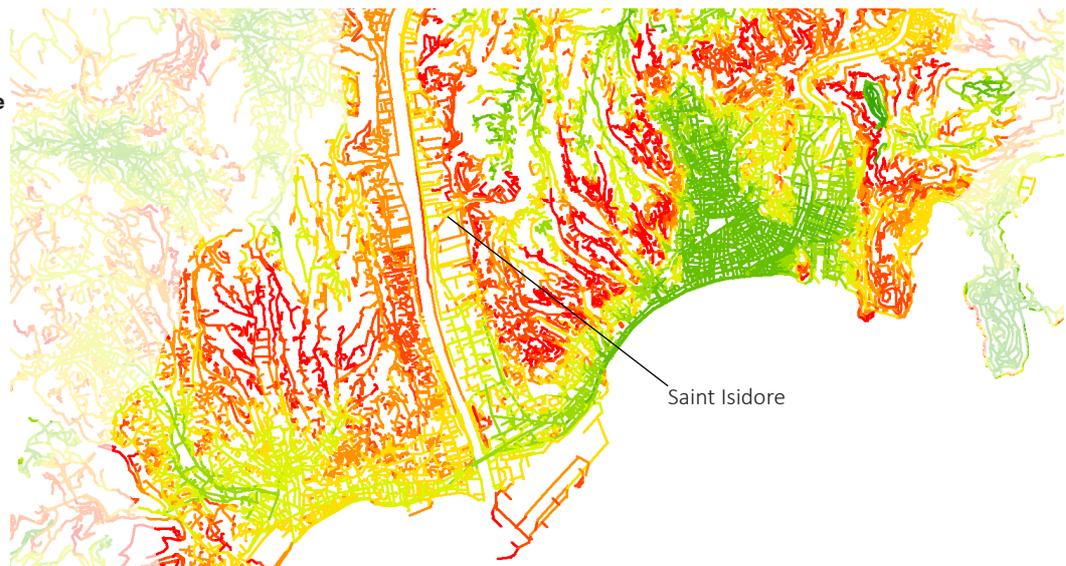
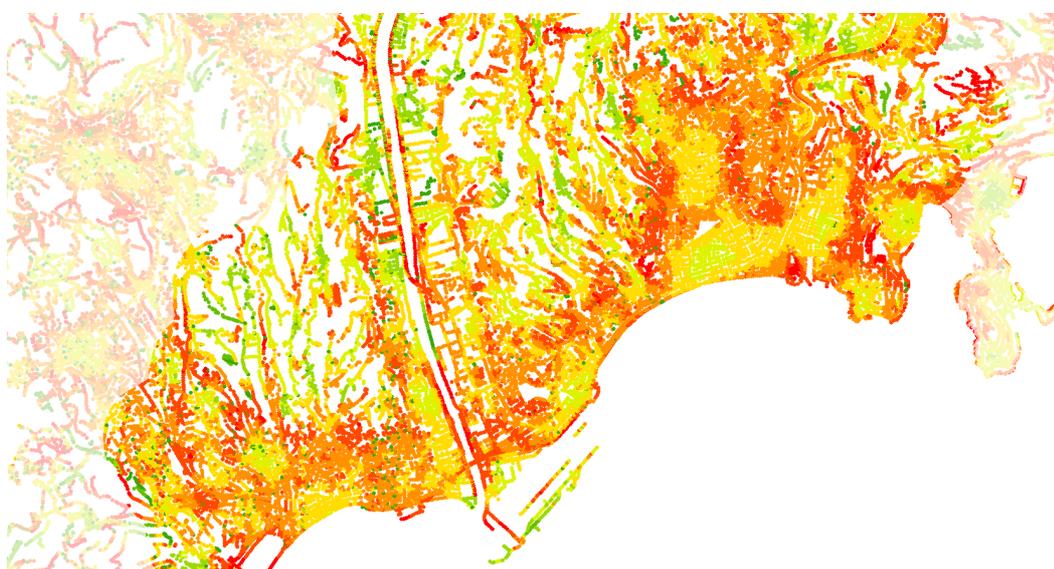


fig. 42: Identification des aires homogènes (agglomération urbaine de Nice, profondeur moyenne SSx Axial 30 pas).

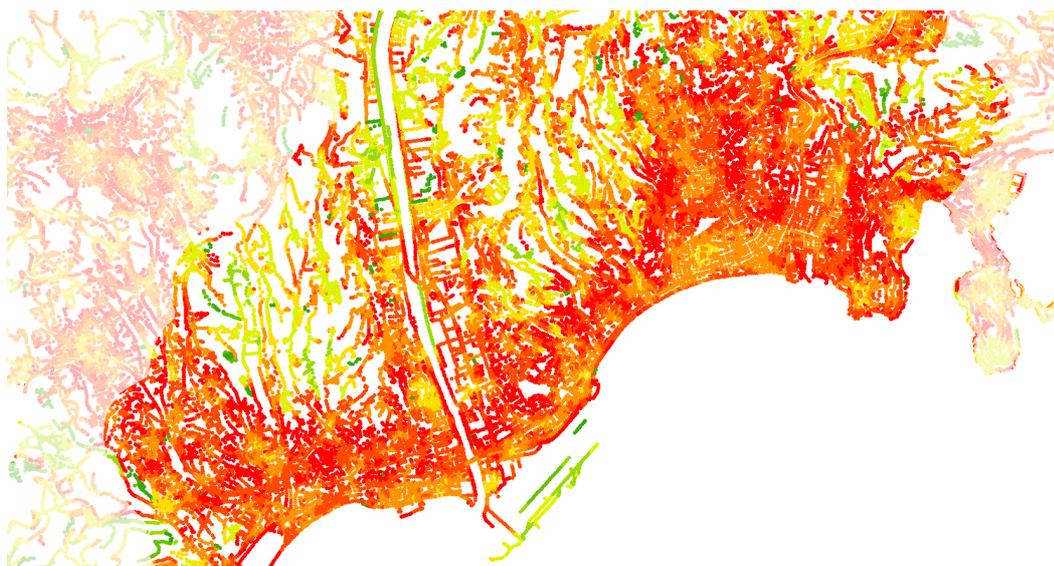
nombre d'éléments. Afin de réduire ce problème, pour rendre comparables les résultats entre différentes configurations urbaines, il est nécessaire de normaliser les valeurs par les respectives valeurs d'atteignabilité.

L'échelle des valeurs de cet indicateur (compris entre 0 et la valeur du rayon d'analyse) est presque l'inverse de l'indicateur de profondeur totale, mais avec une caractéristique particulière. Les valeurs plus élevées sont la caractéristique des espaces avec un nombre de destinations fiables et plutôt loin, et donc mal connecté. En revanche, la valeur plus faible de l'indicateur de profondeur moyenne est typique des espaces périphériques (nombre relativement de point d'arrivée considérables mais très voisins). Les valeurs représentatives des aires centrales sont comprises dans les premières fréquences, à l'exclusion de la plus faible : pour ces espaces, les points de destination sont beaucoup et plutôt voisins (fig. 43).



approche : **primale**
 méthode : **MaPPA**
 bâti : **oui**
 indicateur : **proximité moyenne**
 profondeur : **30 pas**
 discretisation : **sauts naturels**

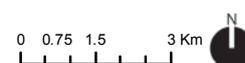
0.00 - 4.44
 4.45 - 11.47
 11.48 - 16.29
 16.30 - 18.68
 18.69 - 20.44
 20.45 - 22.15
 22.16 - 24.51
 24.52 - 30.00



approche : **primale**
 méthode : **MaPPA**
 bâti : **non**
 indicateur : **proximité moyenne**
 profondeur : **30 pas**
 discretisation : **sauts naturels**

1.00 - 5.27
 5.28 - 11.21
 11.22 - 15.86
 15.87 - 17.88
 17.89 - 19.26
 19.27 - 20.38
 20.39 - 21.52
 21.53 - 24.66

fig. 44: Identification des aires homogènes (agglomération urbaine de Nice, profondeur moyenne MaPPA 30 pas, MaPPA* 30 pas).



La lecture des résultats de l'indicateur de proximité moyenne, obtenus pour l'échelle macro (30 pas - 1600 m), à travers une évaluation topologique des impédances, dans l'approche primale et duale, a été faite à plusieurs niveaux. En premier, en regardant les résultats produits par la méthode SSx Axiale, nous constatons que les aires avec des valeurs homogènes sont bien identifiables : les aires avec une structure réticulaire régulière et maillée, les collines avec une structure arborescente, et les aires moins accessibles sont bien différenciées (fig. 42). Au-delà des trois aires principales, existent des autres aires, en position intermédiaire entre les aires plus centrales et les plus périphériques, principalement dans les vallons et sur les crêtes compris entre Saint Isidore et Nice-Nord ; ces sous-espaces urbains, grâce à leurs configurations linéaires et aux nombres limités des éléments atteignables, ont des valeurs comparables à celles des aires bien maillées du centre-ville niçois. L'indicateur de profondeur moyenne a permis d'identifier des aires homogènes (constituées par un axe principal sur les crêtes ou sur les vallons, et bien maillé en centre-ville) mais qui sont comprises en un environnement très différent autour (chemins irréguliers dans le premier cas, structures arborescentes dans le deuxième).

Une autre lecture de l'agglomération niçoise a été fournie par les indicateurs de profondeur moyenne calculés par les méthodes MaPPA* et MCA* (implémentées avec le point-bâtiment) (fig. 44) : par rapport aux derniers indicateurs, l'évaluation de l'impact qui a l'élément bâti sur la perception des espaces, a permis d'identifier des éléments en commun entre des aires à première vue différentes. Les aires comme le centre-ville de Nice, de Villefranche-sur-Mer ou de Saint-Laurent-du-Var, caractérisés à la fois par un haut nombre de points accessibles et positionnés à des distances relativement fiables, ont des valeurs de profondeur moyenne comparables aux quartiers périphériques de l'Arénas, de Nice-Ouest et du littoral de Cagnes-sur-Mer, qui ont moins de points, mais à des distances majeures : l'indicateur de proximité moyenne, à travers la pondération avec le bâti, en reliant les caractéristiques de profondeur totale et d'atteignabilité, a identifié ces sous-espaces comme les mieux capables d'être atteints et les plus accessibles.

5.1.4 L'intermédiarité : l'émergence des axes de communication principaux parfois atténuée par le bâti

Un autre indicateur qui sera utilisé pour la compréhension du tissu et du réseau urbain de l'agglomération de Nice est l'intermédiarité : il s'agit de la fréquence des parcours minimaux (topologique ou métrique, en relation à l'impédance) qui connectent toutes les éléments (nœuds, point-bâtiment ou axes visuels, en relation à l'éntisation du tissu urbain) compris dans un rayon d'étude autour à l'élément d'analyse. Cet indicateur nous offre une valeur capable d'identifier le rôle qui a un certain élément de capter les parcours préférés par les utilisateurs (potentiel), et donc sa capacité d'être la liaison entre différentes zones urbaines.

L'influence des échelles

En regardant en parallèle les résultats obtenus aux trois échelles (micro méso e macro) de la méthode MaPPA, nous constatons une diminution progressive des capacités locales

de captations des parcours minimaux au profit des chemins de communications viaires principaux : à l'échelle macro (30 pas), les axes de communications (potentiels) préférés par les utilisateurs sont bien identifiables, et les caractéristiques d'être en position intermédiaire parmi différentes configurations urbaines sont bien remarquables (fig. 45). La même chose est évidente à l'échelle macro, lorsque les résultats ont produit des cartes qui nous donnent des indications sur les parcours principaux utilisés pour les longs déplacements ; néanmoins, les différentes techniques d'analyse configurationnelles nous offrent des résultats différents et en certaine mesure contradictoires. Comme il sera bien expliqué après, la variété des résultats est liée aux méthodes de modélisation et donc à la manière de percevoir l'espace public par les utilisateurs.

Par rapport aux résultats obtenus à travers les approches primales, l'indicateur d'intermédierité calculé sur le graphe duale à travers la méthode SSx Axiale, spécialement à l'échelle

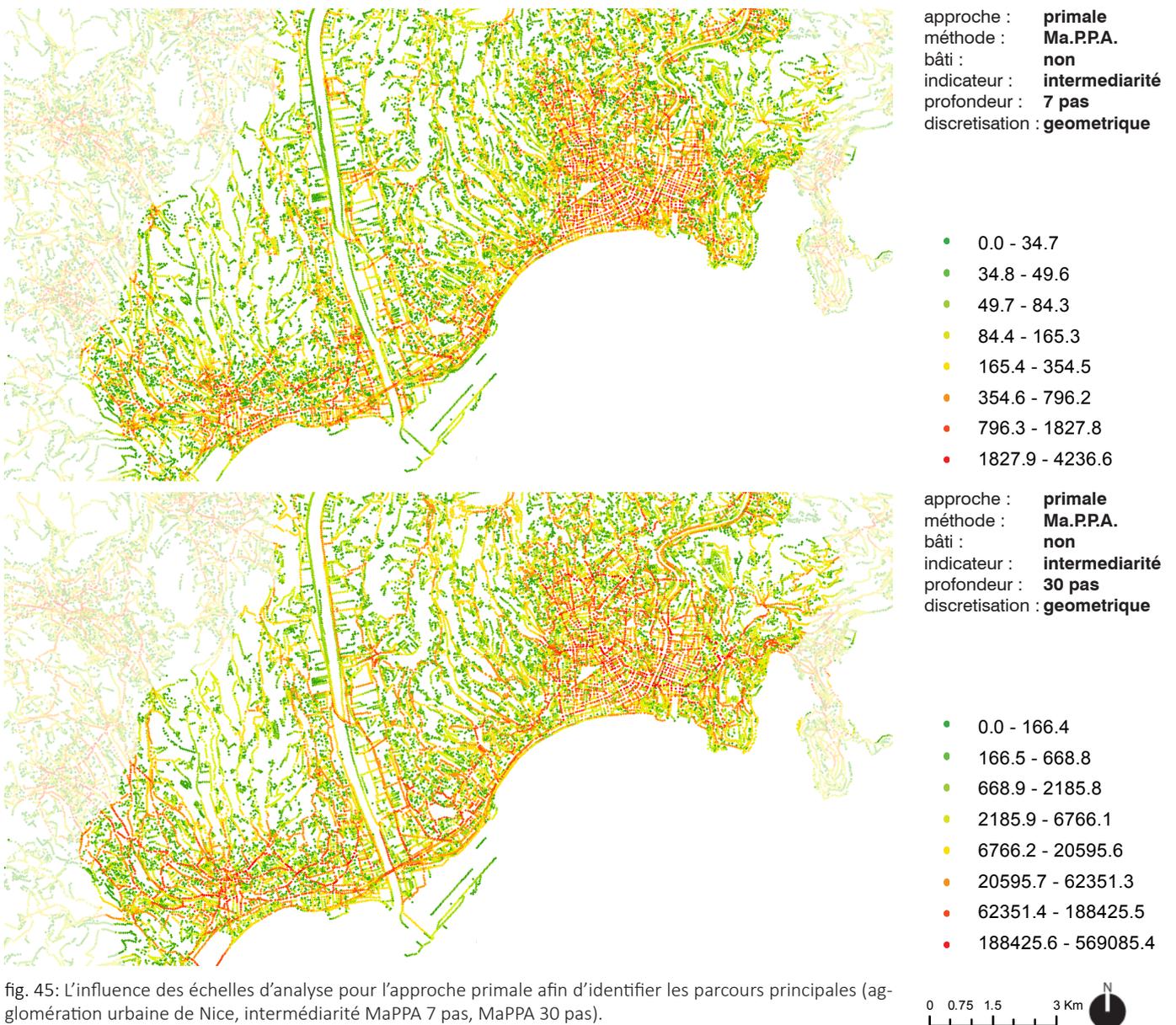
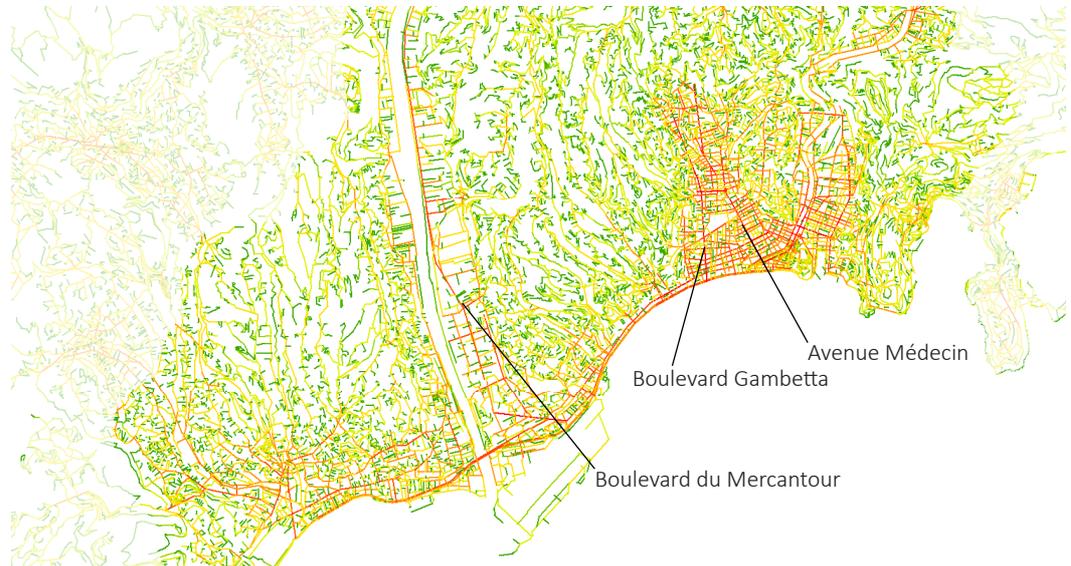


fig. 45: L'influence des échelles d'analyse pour l'approche primale afin d'identifier les parcours principales (agglomération urbaine de Nice, intermédierité MaPPA 7 pas, MaPPA 30 pas).

macro (30 pas), a montré la même problématique de l'indicateur de connectivité : les valeurs de centralité sont fortement influencées par la rectitude des parcours et les axes plus longs sont caractérisés par des hautes valeurs d'intermédiarité (fig. 46). Cela signifie que, les effets du prétraitement pour la construction du système d'analyse sont en mesure de caractériser à la fois les indicateurs liés aux rapports entre les réseaux viaires et les caractéristiques plus proches (connectivité) et les indicateurs extraits à travers un analyse multiscalaire (atteignabilité, profondeur et intermédiarité). Et donc, les axes de communication comme l'Avenue Médecin, le Boulevard Gambetta et le Boulevard du Mercantour, en raison de leur longueur, sont les axes que, dans l'approche duale, attirent la plus grosse partie des parcours minimaux et par conséquent, ont les valeurs de centralité les plus élevés.

approche : **duale**
 méthode : **SSx Axiale**
 bâti : -
 indicateur : **intermédiarité**
 profondeur : **7 pas**
 discretisation : **géométrique**

0.0 - 43.7
 43.8 - 52.1
 52.2 - 95.8
 95.9 - 322.2
 322.3 - 1494.5
 1494.6 - 7566.6
 7566.7 - 39016.7
 39016.8 - 201912.0



approche : **duale**
 méthode : **SSx Axiale**
 bâti : -
 indicateur : **intermédiarité**
 profondeur : **30 pas**
 discretisation : **géométrique**

0.0 - 348.6
 348.7 - 1936.3
 1936.4 - 9168.2
 9168.3 - 42109.3
 42109.4 - 192153.5
 192153.6 - 875595.3
 875595.4 - 3988628.0
 3988628.1 - 18168288.0

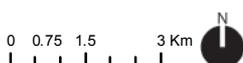


fig. 46: L'influence des échelles d'analyse pour l'approche duale afin d'identifier les parcours principales (agglomération urbaine de Nice, intermédiarité SSx Axial 7 pas, SSx Axial 30 pas).

L'influence du bâti

Les analyses d'intermédiarité jusqu'ici présentées n'ont pas pris en compte les effets des points-bâtiment : des autres modélisations, implémentées par les éléments bâtis ont été développées (fig. 47). Cette procédure, appliquée sur les réseaux primaires nous a fourni une nouvelle clé de lecture, qui ne vise plus à tester seulement le réseau viaire, mais de vérifier le même réseau en relation avec le bâti. La pondération avec les éléments bâtis, sur le graphe de la méthode MCA, a provoqué une forte augmentation des parcours minimaux sur les aires avec une haute densité d'urbanisation : le centre-ville niçois est représenté avec une homogénéité de résultats, qui ne permet plus d'identifier les aires intermédiaires. Les parcours Rue de Lépante-Boulevard Carabacel, L'Avenue Thiers et l'Avenue Saint-Jean-Baptiste, qui dans les approches sans la pondération du réseau avec le

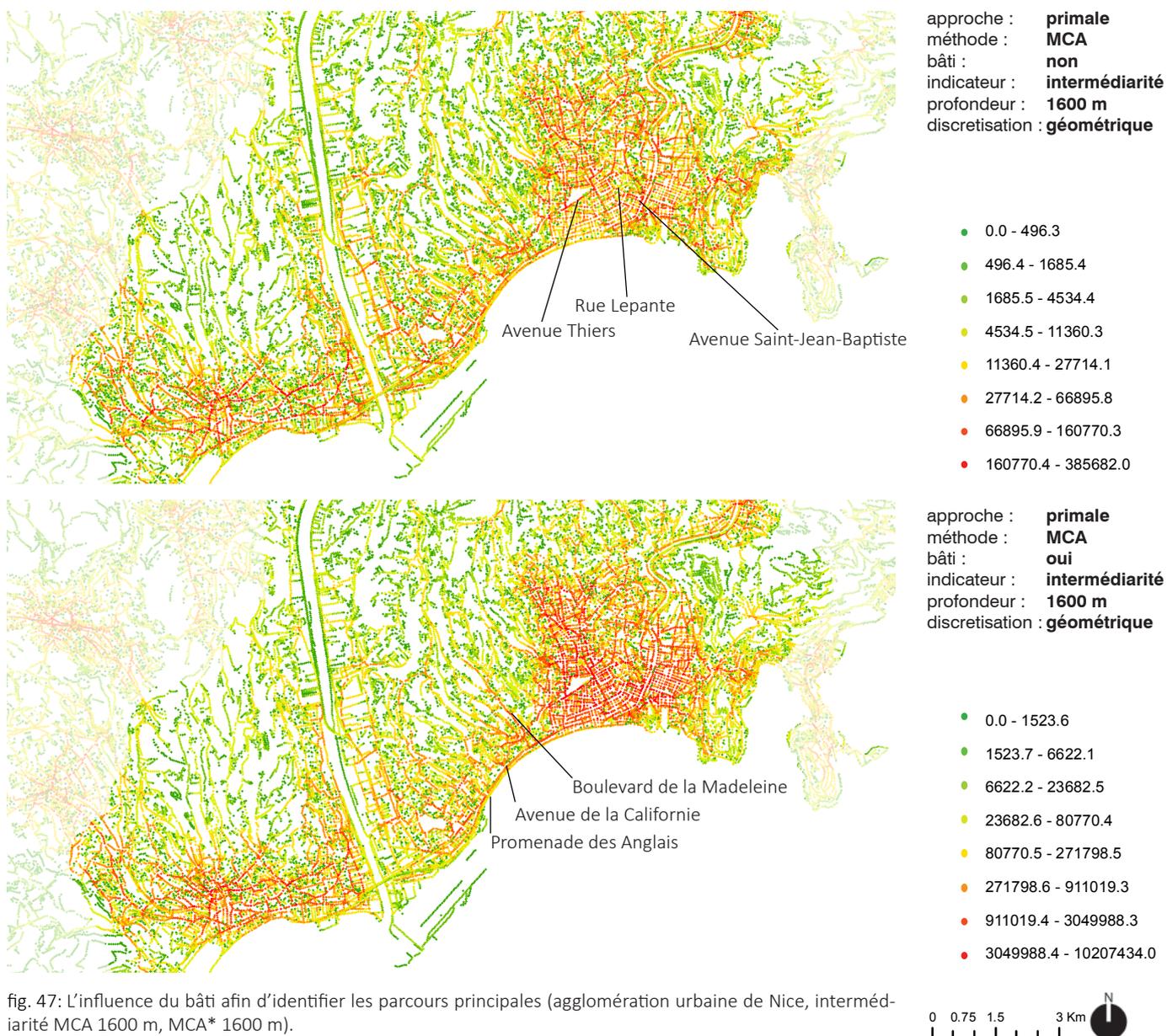


fig. 47: L'influence du bâti afin d'identifier les parcours principales (agglomération urbaine de Nice, intermédiarité MCA 1600 m, MCA* 1600 m).

bâti sont bien émergentes, avec l'implémentation des point-bâtiment, ne se caractérisent plus par des valeurs fortement différentes par rapport au reste du centre-ville de Nice. Par contre, dans les aires avec une densité de couverture bâties moins évidentes, les effets des éléments édifiés n'est pas aussi remarquable.

Quelque réflexion sur la Promenade des Anglais

En outre, des résultats remarquables ont été découverts même sur la Promenade des Anglais : les différentes méthodes d'analyse ont produit des résultats en certains cas, très différents sur la double structure de communications de la Promenade des Anglais et de l'Avenue de la Californie. Dans l'approche duale, grâce au rayon de courbure pas suffisamment élevée, les deux axes n'ont pas été coupés en un nombre assez élevé de morceaux ; de plus, les structures arborescentes des vallonnés et des crêtes de la Madeleine et de Fabron se greffent de façon orthogonale sur les deux axes de communication. La conséquence est que les deux parcours se caractérisent par des valeurs d'intermédiarité significativement élevée, notamment à l'échelle macro. Cette caractéristique est bien remarquable jusqu'à le boulevard Gambetta, lorsque la structure du tissu urbain devient bien maille.

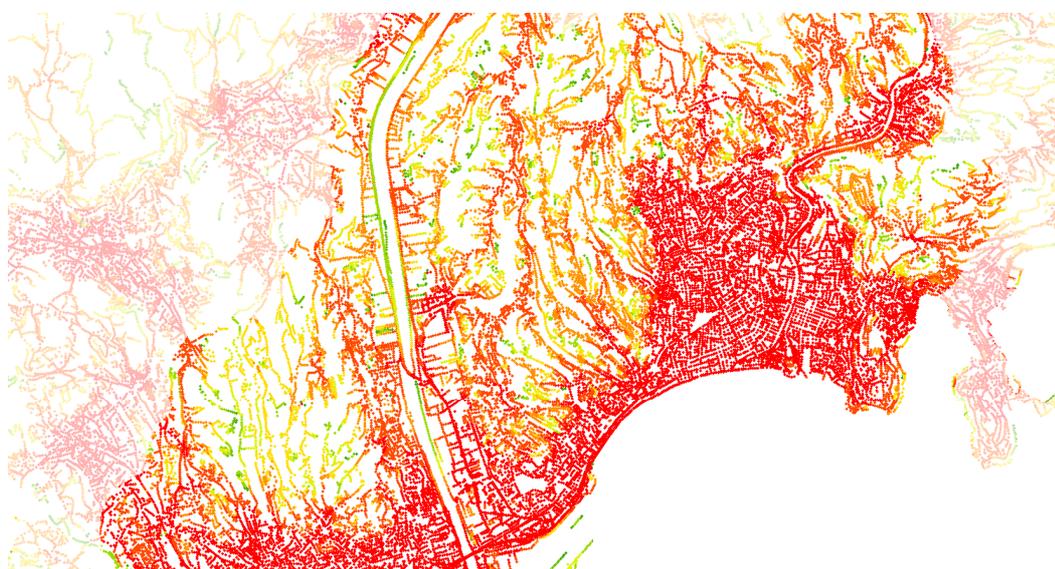
Si d'un côté, dans l'approche duale, les deux axes de la Promenade et de la Californie se caractérisent pour être intéressés par un nombre de parcours minimaux comparables, de l'autre côté, dans l'approche primale, les comportements de ce système de communication est très différents. La capacité des approches primales d'identifier un nombre plus élevé d'éléments d'analyse (les mark-point) par rapport à l'approche duale, a permis d'identifier différentes caractéristiques sur la longueur des deux parcours, et de mieux caractériser les différences entre les deux axes : les approches MaPPA et MCA, ont montré des valeurs d'intermédiarité majeurs sur l'axe plus loin du bord de la mer. Cet effet est dû à des questions de voisinage : la distance inférieure (topologique ou métrique est la même chose) entre l'Avenue de la Californie et les structures arborescentes pénétrants dans les vallons, est en mesure de capter un nombre plus élevé de chemin minimaux, par rapport à la Promenade. Le parcours proche au bord de mer, contrairement à ce qui a été dit pour l'approche duale, ne montre pas des différences aussi remarquables entre l'aire connectée aux structures collinaires à l'Ouest du Boulevard Gambetta et l'aire comprise dans le maillage régulier du centre-ville niçois.

5.1.5 L'intégration : la normalisation des indicateurs de profondeur afin de comparer les résultats

Le dernier indicateur qui a été calculé pour l'aire d'étude a été l'intégration : celui-là, dans les théories de la Syntaxe Spatiale joue un rôle essentiel, jusqu'à être considéré par le fondateur des analyses configurationnelles Bill Hillier, le seul indicateur capable d'expliquer les caractéristiques d'accessibilité des espaces publics urbains. Il s'agit d'une autre normalisation des indicateurs de profondeur moyenne, à travers la comparaison de ce dernier avec la différence entre la valeur la plus élevée et la plus faible de profondeur moyenne théorique (mieux connue sous le nom d'Asymétrie Relative, voir section 3.2.1.). Cette nor-

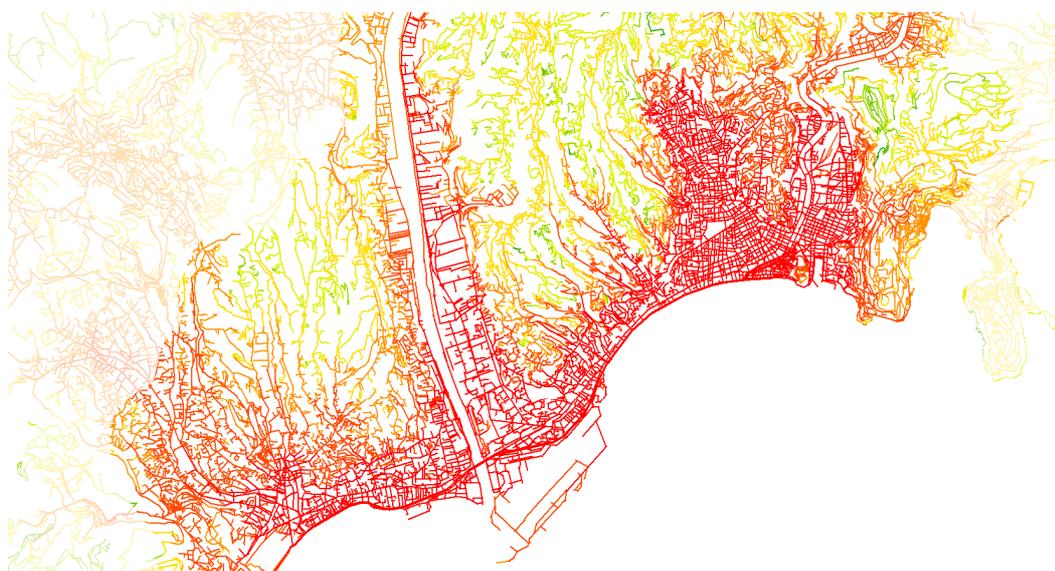
malisation permet donc d'obtenir des résultats comparables avec toutes les configurations des tissus urbains possibles, grâce à un intervalle de valeur comprise entre 0 (pour les éléments urbains théoriquement mieux intégrés) et 1.

En raison de ses caractéristiques, cet indicateur a été calculé, sur l'aire d'étude de l'agglomération urbaine de Nice, pour les techniques SSx e MaPPA (fig. 48): à présent, n'existent pas encore des réflexions sur une éventuelle application de cette méthode de normalisation pour les indicateurs calculés sur des graphes évalués à travers des valeurs métrique ou pondéré par le bâti. Les résultats des approches duale et primale, calculés pour l'échelle macro (30 pas), ont produit des résultats sur plusieurs aspects comparables : par rapport aux indicateurs de profondeurs totales, calculés à travers les mêmes méthodes, les deux polarités émergentes du centre-ville de Nice et de l'aire littorale de Cagnes-sur-Mer ont été accompagnées par une troisième, située sur la rive à l'Est du Var.



approche : **primale**
 méthode : **MaPPA**
 bâti : **non**
 indicateur : **intégration**
 profondeur : **30**
 discretisation : **géométrique**

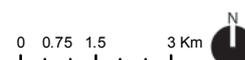
● 0.807 - 1.000
 ● 0.566 - 0.806
 ● 0.400 - 0.565
 ● 0.281 - 0.399
 ● 0.194 - 0.280
 ● 0.127 - 0.193
 ● 0.074 - 0.126
 ● 0.000 - 0.073



approche : **duale**
 méthode : **SSx Axiale**
 bâti : **-**
 indicateur : **intégration**
 profondeur : **30**
 discretisation : **géométrique**

— 0.472 - 0.992
 — 0.225 - 0.471
 — 0.107 - 0.224
 — 0.052 - 0.106
 — 0.025 - 0.051
 — 0.013 - 0.024
 — 0.007 - 0.012
 — 0.003 - 0.006

fig. 48: La normalisation des indicateurs de profondeur (agglomération urbaine de Nice, intégration SSx Axial 30 pas, MaPPA 30 pas).



Cette analyse a montré les mêmes limites qui ont été identifiées dans la littérature scientifique (Ratti 2004) : étant donné que le but principal de cet indicateur est de fournir une normalisation des résultats, afin de permettre la comparaison entre plusieurs espaces urbains, il n'est pas bien connecté avec les caractéristiques morphologiques des aires d'analyse. Les valeurs extrêmes ne sont pas liées à la configuration du territoire analysé, mais sont reliées à des configurations théoriques et difficilement identifiables dans la réalité.

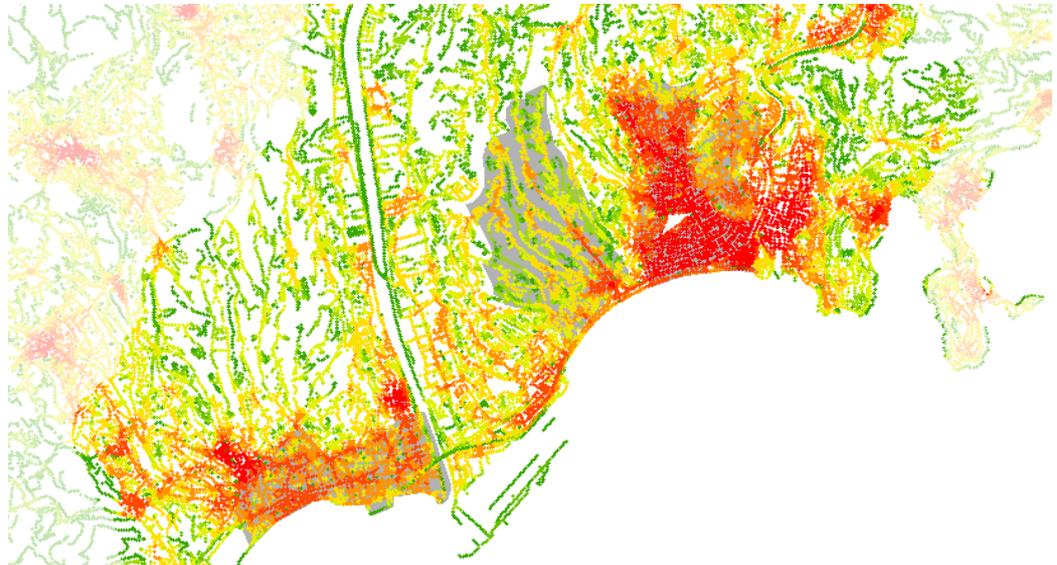
5.2. Une vue d'ensemble : les centralités dans l'agglomération niçoise, le positionnement des espaces emblématiques et les capacités de discrimination des techniques

Tous nos résultats ont été produits sur l'aire d'étude entière, à travers la construction

approche : **primale**
 méthode : **MCA**
 bâti : **oui**
 indicateur : **atteignabilité**
 profondeur : **400 m**
 discretisation : **sauts naturels**

Aire étude

- 0.0 - 26.4
- 26.5 - 41.0
- 41.1 - 67.4
- 67.5 - 115.1
- 115.2 - 201.3
- 201.4 - 356.8
- 356.9 - 637.7
- 637.8 - 1145.0



- | Nice-Nord | Cagnes |
|-------------|-----------|
| • 0 - 156 | 0 - 85 |
| • 157 - 279 | 86 - 173 |
| • 280 - 399 | 174 - 253 |
| • 400 - 509 | 254 - 334 |
| • 510 - 608 | 335 - 430 |
| • 609 - 706 | 431 - 549 |
| • 707 - 810 | 550 - 702 |
| • 811 - 997 | 703 - 912 |

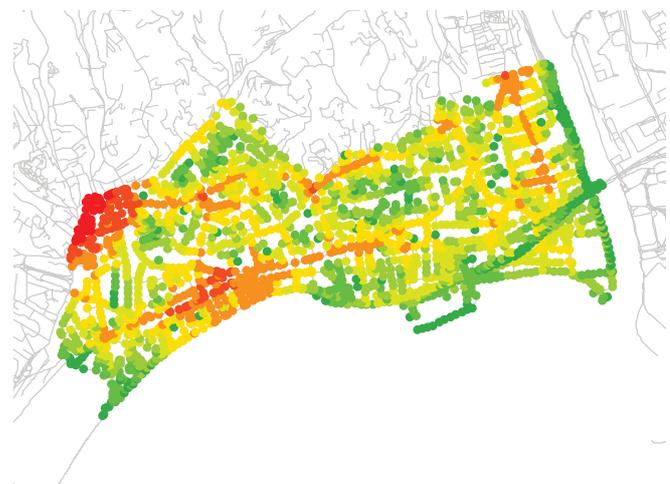
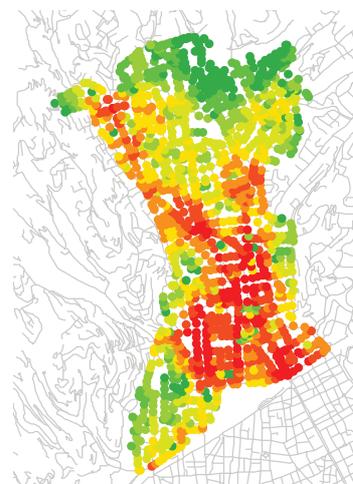


fig. 49: Les effets de la visualisation : a. visualisation globale (agglomération urbaine de Nice) ; b. , c. visualisation locale (Nice Nord, Littorale Cagnes et St. Laurent). (MCA* 400m).

d'un système d'analyse unique (le graphe représentatif de la structure urbaine) pour chacun des cinq méthodes appliquées. Comme les tissus urbains composant l'agglomération niçoise (comme il a été montré dans le deuxième chapitre) se caractérisent d'une structure, dans nombreux cas, considérablement différents, les analyses configurationnelles ont produit des valeurs des indicateurs différents et hétérogènes.

Les résultats produits pour l'indicateur d'atteignabilité à l'échelle micro (400 m) et macro (1600 m) à travers la méthode MCA sont emblématiques. La visualisation des valeurs obtenues sur l'aire de Nice (fig. 49a, 50a) et, celles des mêmes valeurs, mais représentées à travers une échelle de couleur relative aux aires emblématiques, a permis de faire des autres considérations sur les résultats fournis par les analyses configurationnelles. L'amplitude des valeurs sur le territoire peut cacher des résultats locaux très intéressants. En fait, pour vous offrir des exemples pragmatiques, la visualisation des résultats sur l'aire d'étude entière, ne permet pas de comprendre le l'amplitude et le gradient de valeur qu'ont été

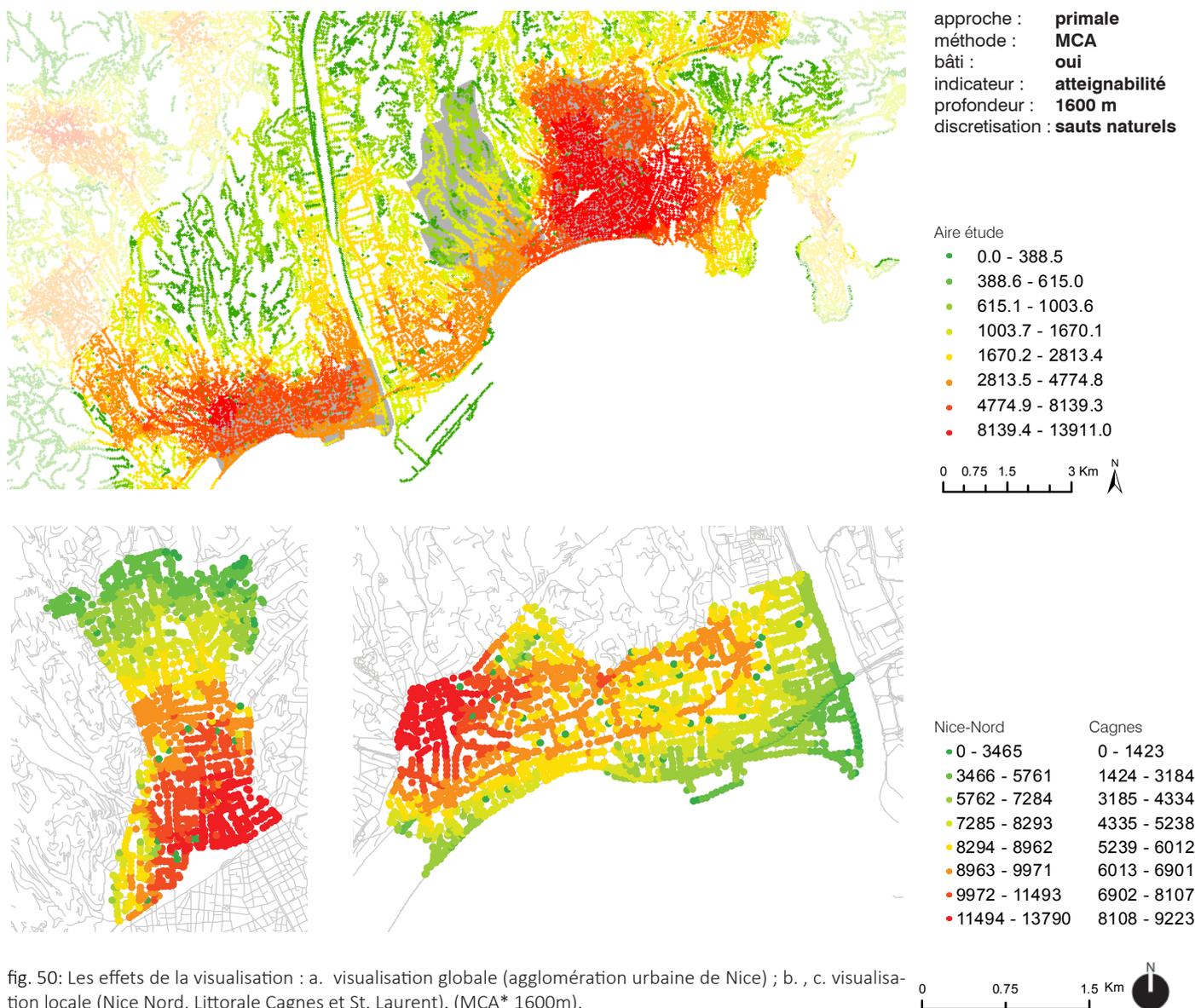


fig. 50: Les effets de la visualisation : a. visualisation globale (agglomération urbaine de Nice) ; b. , c. visualisation locale (Nice Nord, Littorale Cagnes et St. Laurent). (MCA* 1600m).

produites sur les aires de Nice Nord (fig. 49b, 50b) et du bord de mer à l'Ouest du Var (fig. 49c, 50c).

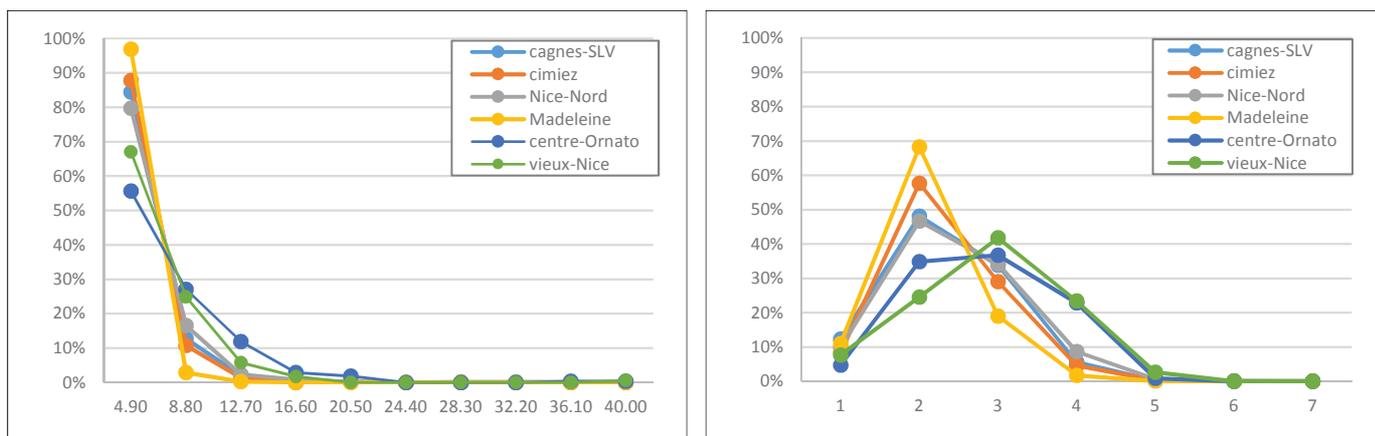
Comme pour les considérations faites sur les centralités de l'agglomération urbaine niçoise, dans les sections suivantes l'attention sur une ou deux cas d'étude permettent de mieux apprécier les indicateurs sélectionnés, de fournir des connaissances sur l'aire d'étude et pour tester le pouvoir de discrimination des différentes méthodes configurationnelles.

5.2.1 La connectivité : les effets de l'entésation sur la lecture du tissu urbain

La première série des indicateurs qui ont été utilisés pour l'individuation des caractéristiques de discrimination entre les six aires a été la connectivité, calculée à la fois pour l'approche primale et pour l'approche duale. Il y a plusieurs différences entre les deux distributions des fréquences : la gamme de valeurs est plus ample pour l'approche duale (1-40) et plus contenue pour l'approche primale (1-7) : ces deux caractéristiques sont reliées aux différentes manières de décomposer l'espace public : les longs axes visuels dans l'approche primale se croisent avec un nombre élevé d'autres axes plus courts ; en revanche, dans l'approche primale, les nœuds qu'ont une valeur élevée de connectivité correspondant aux carrefours, qui rarement sont intéressés par plus de 5-6 routes. La deuxième différence est reliée à la forme de la distribution : dans l'approche duale, elle est fortement asymétrique et exponentielle, alors que, dans l'approche primale, les valeurs sont bien distribuées dans les fréquences moyennes (fig. 51).

Les différences entre les distributions, dans l'approche duale, ne sont pas bien remarquables comme dans l'approche primale : les valeurs de connectivité 2, dans l'approche primale, c'est-à-dire principalement les virages et les points d'interruption des axes avec une longueur élevée, varient de 24.52% (pour l'aire de la Vieux-Nice) à 68.25% (pour les aires collinaires de Fabron et de la Madeleine). Cela signifie que les structures arborescentes typiques des aires collinaires sont caractérisées par un nombre élevé de changement de direction et que, dans les aires plus anciennes du centre-ville niçoise, les distances entre les carrefours, rarement, sont supérieures à la valeur-limite identifiée d'abord (100m). Ces configurations des tissus urbains se traduisent, comme il est clair dans la matrice des différences, en valeurs bien distancées entre les deux aires.

En rappelant que les calculs de connectivité sont forcément développés sur des graphes avec impédance topologique, les caractéristiques des connexions seront bien évidentes. Les distributions des deux aires du centre-ville de Nice et du Vieux-Nice, sont constituées par des fréquences similaires, néanmoins le nombre des nœuds est 3 fois majeur (centre-Ornato 782, Vieux-Nice 260) : les fréquences des nœuds de connectivité 4, les plus élevées parmi les six aires, sont comparables (centre-Ornato 22.79%, Vieux-Nice 23.36%) et la seule grosse différence est dans le nœud avec connectivité 2 (centre-Ornato 34.83%, Vieux-Nice 24.52%) ; cela veut dire que les deux aires ont la même structure topologique,



	cagnes-SL	cimiez	Nice-Nord	madel.	centre-or.	vieux-N.
cagnes-SLV		0.066	0.097	0.248	0.577	0.352
cimiez	0.066		0.161	0.182	0.643	0.416
Nice-Nord	0.097	0.161		0.343	0.487	0.263
Madeleine	0.248	0.182	0.343		0.824	0.595
centre-Or	0.577	0.643	0.487	0.824		0.233
vieux-Nice	0.352	0.416	0.263	0.595	0.233	

	cagnes-SL	cimiez	Nice-Nord	madel.	centre-or.	vieux-N.
cagnes-SLV		0.194	0.078	0.404	0.417	0.565
cimiez	0.194		0.221	0.264	0.530	0.677
Nice-Nord	0.078	0.221		0.455	0.339	0.486
Madeleine	0.404	0.264	0.455		0.794	0.942
centre-Or	0.417	0.530	0.339	0.794		0.206
vieux-Nice	0.565	0.677	0.486	0.942	0.206	

mais, en raison de la dimension la taille de la maille majeure dans l'aire du centre-Ornato, plusieurs axes ont été coupés en raison de leur longueur.

La comparaison de ces deux aires avec les autres est emblématique : les distributions des aires du Nord-Nice et du bord de mer de Cagnes-sur-Mer et de Saint-Laurent-du-Var sont presque identiques. Le manque de planification des aires au nord de la Gare principale de Nice et la domination des logiques concentrés sur les exigences de mobilité automobile des aires à l'Ouest du Var, ont produit des aires très similaires d'un point de vue topologique. À compléter cet examen attentif, les aires collinaires de Cimiez et de la Madeleine, malgré elles ont eu une histoire morphologique différente (conception de la cité-jardin la première, édification spontanée la deuxième) montrant des fréquences typiques des structures arborescentes.

fig. 51: Les effets de l'entisation: a. connectivité duale ; b. connectivité primale (distribution des fréquences et matrices des différences).

5.2.2 L'atteignabilité : l'analyse multiscale caractérise les grandes arborescences collinaires

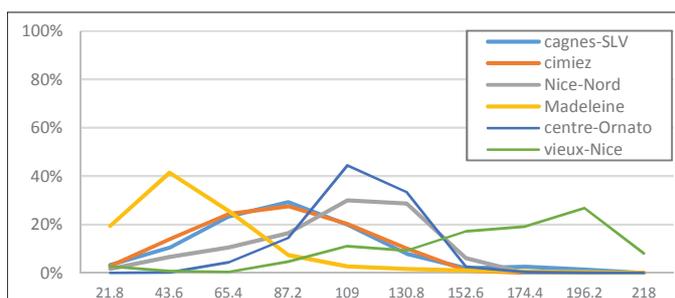
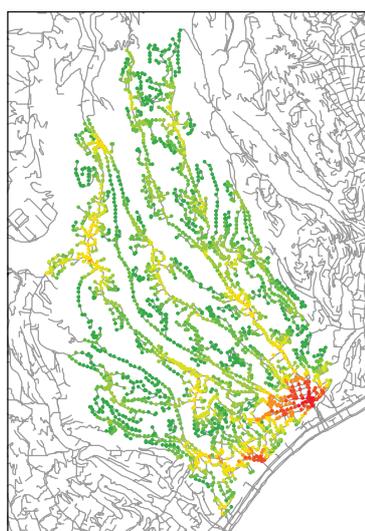
L'indicateur d'atteignabilité, du fait de sa capacité d'identifier le nombre des éléments (mark points, axes visuels ou points-bâtiment), nous offre une façon de découvrir les accessibilités à différentes échelles. Notamment sa capacité de lecture multiscale, typique des approches configurationnelles, sera bien appliquée à travers la méthode MCA (sans la pondération des éléments bâtis), pour comprendre les caractéristiques d'accessibilité des aires collinaires de Fabron et de la Madeleine et pour bien comprendre les relations mutuelles entre ces espaces urbains et le reste de l'agglomération niçoise.

La première remarque est sur la forme des distributions des fréquences des six aires emblématiques : les distributions des aires collinaires, par rapport aux autres, ont toujours, dans les trois échelles d'analyse (400 m, 800 m et 1600 m) presque la même forme. La comparaison des distributions (qu'ont été produites avec la gamme des valeurs des trois communes principales) et des cartes (qu'ont été produits avec la gamme des valeurs de l'aire collinaire), nous montre que les phénomènes sont différents aux échelles locales. Les lieux plus proches au bord de mer, mieux maillé et plus édifié, à l'échelle micro ont des valeurs d'atteignabilité comparables aux zones au Nord. À l'échelle macro, les résultats sont fortement influencés par les aires plus régulières du centre-ville niçois.

Pour les distributions des autres aires, à l'augmenter des échelles d'analyse, les fréquences avec les valeurs plus hautes, ne seront plus distribuées dans la première moitié du graphique de distributions, mais seront concentrées entre les fréquences 6 et 8 ; par conséquent, dans l'échelle macro, les valeurs des fréquences seront fiables. Cette évolution des distributions est bien visible à travers la comparaison des trois matrices des différences : en passant de l'échelle micro à l'échelle macro, les différences entre les aires collinaires augmentent ; en revanche, les différences entre tous les restants cinq aires diminuent.

Tout cela signifie que, les aires collinaires, en raison d'une structure du réseau viaire irrégulière et arborescentes, qui ne favorise pas la bonne atteignabilité des lieux, ne sont pas bien accessibles comme les autres aires d'étude. En outre, cette caractéristique est remarquable à la fois pour les déplacements vers les lieux voisins et pour atteindre les lieux plus loin. La capacité des espaces plus connexes de devenir suffisamment accessibles à l'augmenter de la distance à parcourir, n'est pas observable dans les aires collinaires.

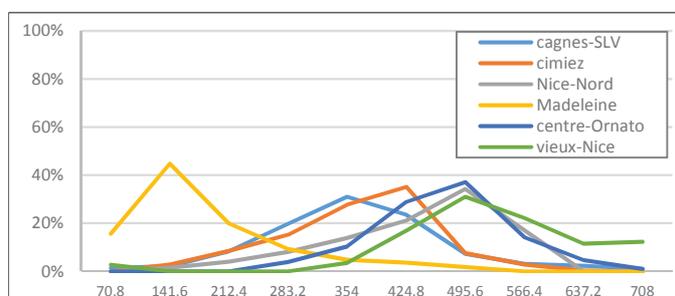
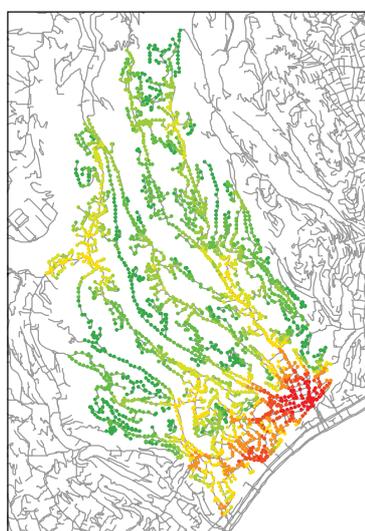
Pour ce qui concerne les autres aires emblématiques : le Vieux-Nice a montré des distributions très différentes par rapport aux autres aires, surtout pour l'échelle micro : cependant, comme il est remarquable pour toutes les autres aires, à l'augmentation de l'échelle d'analyse, ces différences sont moins évidentes. Cela n'est pas la conséquence d'un changement de la forme de la distribution : comme pour les aires de la Madeleine, elle conserve une forme plus ou moins identique pour les trois échelles, en raison d'une capacité d'atteindre un nombre des éléments proportionnellement croissants aux différentes échelles.



	cagnes-SL	cimiez	Nice-Nord	madel.	centre-or.	vieux-N.
cagnes-SLV		0.139	0.699	0.987	1.013	1.336
cimiez	0.139		0.670	0.923	0.993	1.407
Nice-Nord	0.699	0.670		1.369	0.393	1.324
Madeleine	0.987	0.923	1.369		1.643	1.709
centre-Ornato	1.013	0.993	0.393	1.643		1.428
vieux-Nice	1.336	1.407	1.324	1.709	1.428	

approche : **primale**
 méthode : **MCA**
 bâti : **non**
 indicateur : **atteignabilité**
 profondeur : **400 m**
 discretisation : **sauts naturels**

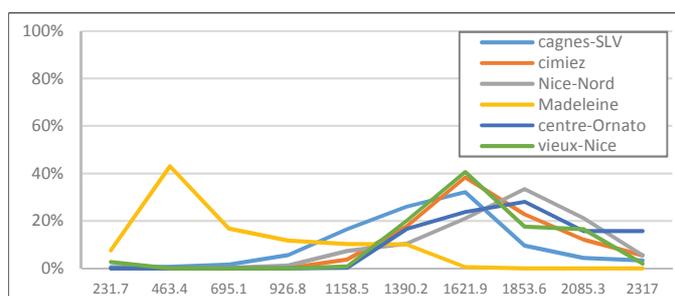
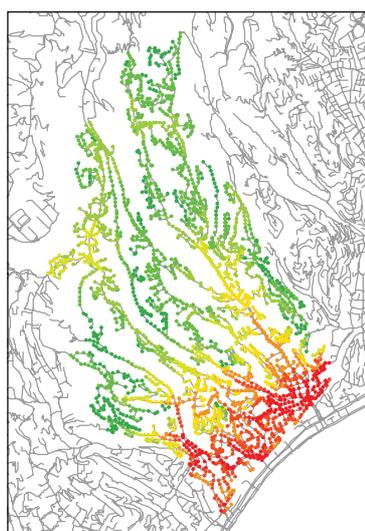
- 2.0 - 24.0
- 24.1 - 38.0
- 38.1 - 52.0
- 52.1 - 68.0
- 68.1 - 89.0
- 89.1 - 115.0
- 115.1 - 147.0
- 147.1 - 177.0



	cagnes-SL	cimiez	Nice-Nord	madel.	centre-or.	vieux-N.
cagnes-SLV		0.254	0.818	1.370	0.972	1.290
cimiez	0.254		0.819	1.383	0.926	1.380
Nice-Nord	0.818	0.819		1.523	0.325	0.630
Madeleine	1.370	1.383	1.523		1.718	1.769
centre-Ornato	0.972	0.926	0.325	1.718		0.576
vieux-Nice	1.290	1.380	0.630	1.769	0.576	

approche : **primale**
 méthode : **MCA**
 bâti : **non**
 indicateur : **atteignabilité**
 profondeur : **800 m**
 discretisation : **sauts naturels**

- 2.0 - 72.0
- 72.1 - 110.0
- 110.1 - 149.0
- 149.1 - 194.0
- 194.1 - 250.0
- 250.1 - 322.0
- 322.1 - 403.0
- 403.1 - 495.0



	cagnes-SL	cimiez	Nice-Nord	madel.	centre-or.	vieux-N.
cagnes-SLV		0.586	0.856	1.417	0.847	0.617
cimiez	0.586		0.491	1.711	0.385	0.234
Nice-Nord	0.856	0.491		1.613	0.384	0.637
Madeleine	1.417	1.711	1.613		1.782	1.718
centre-Ornato	0.847	0.385	0.384	1.782		0.485
vieux-Nice	0.617	0.234	0.637	1.718	0.485	

approche : **primale**
 méthode : **MCA**
 bâti : **non**
 indicateur : **atteignabilité**
 profondeur : **1600 m**
 discretisation : **sauts naturels**

- 2.0 - 256.0
- 256.1 - 377.0
- 377.1 - 503.0
- 503.1 - 663.0
- 663.1 - 838.0
- 838.1 - 1016.0
- 1016.1 - 1194.0
- 1194.1 - 1409.0

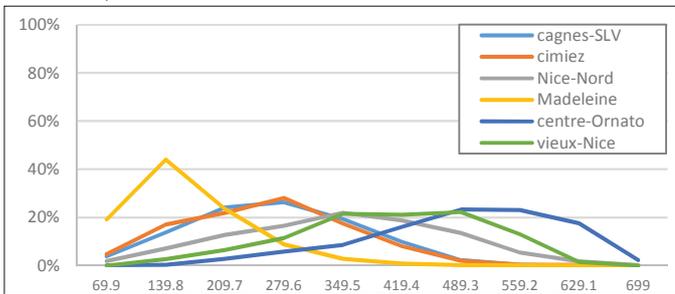
fig. 52: Les arborescences collinaires : a. échelle micro ; b. échelle méso ; c. échelle macro (MCA, atteignabilité, cartes, distribution des fréquences et matrices des différences).



5.2.3 La profondeur : la capacité de l'approche primale pour l'individuation des aires homogènes

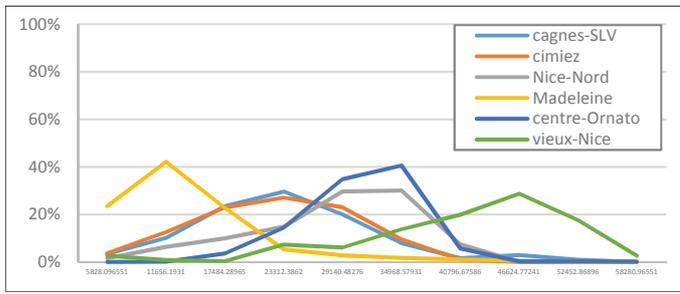
Dans le prochain paragraphe, sera proposé l'analyse des indicateurs de proximité, à travers les distributions de fréquence, les matrices des différences et les cartes, calculées avec l'approche primale de la MCA et du MaPPA à l'échelle micro (7 pas-400 m). La comparaison des résultats, obtenus selon les deux différentes impédances (métriques et topologiques), et à travers la pondération avec les points-bâtiment, nous fournira une manière rigoureuse d'identifier des caractéristiques en commune entre les six aires emblématiques identifiées dans l'agglomération urbaine niçoise (fig. 53).

a. MaPPA 7 pas



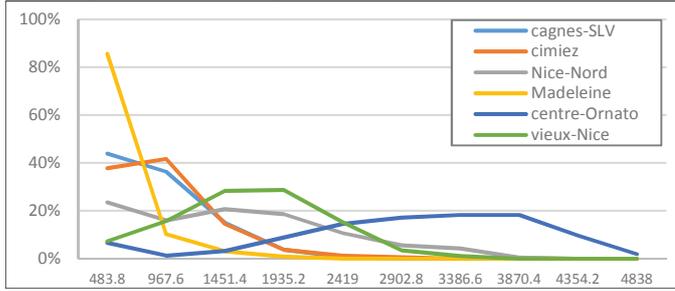
	cagnes-SL	cimiez	Nice-Nord	madel.	centre-or.	vieux-N.
cagnes-SLV		0.125	0.597	0.913	1.392	0.949
cimiez	0.125		0.673	0.861	1.432	1.024
Nice-Nord	0.597	0.673		1.302	0.905	0.372
Madeleine	0.913	0.861	1.302		1.730	1.553
centre-Orn	1.392	1.432	0.905	1.730		0.591
vieux-Nice	0.949	1.024	0.372	1.553	0.591	

b. MCA 400 m



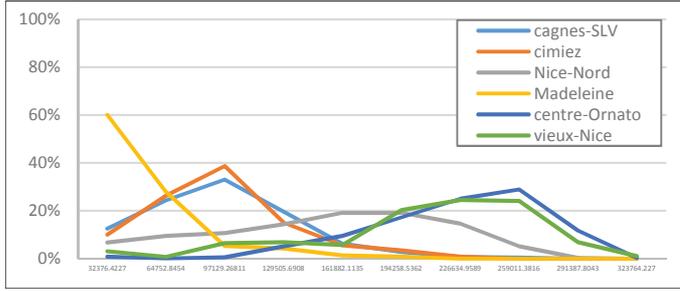
	cagnes-SL	cimiez	Nice-Nord	madel.	centre-or.	vieux-N.
cagnes-SLV		0.151	0.753	1.043	1.034	1.385
cimiez	0.151		0.673	0.999	0.963	1.443
Nice-Nord	0.753	0.673		1.419	0.324	1.251
Madeleine	1.043	0.999	1.419		1.698	1.690
centre-Orn	1.034	0.963	0.324	1.698		1.318
vieux-Nice	1.385	1.443	1.251	1.690	1.318	

c. MaPPA pondère avec le bâti 7 pas



	cagnes-SL	cimiez	Nice-Nord	madel.	centre-or.	vieux-N.
cagnes-SLV		0.135	0.816	0.833	1.685	1.147
cimiez	0.135		0.800	0.955	1.658	1.137
Nice-Nord	0.816	0.800		1.242	1.179	0.446
Madeleine	0.833	0.955	1.242		1.758	1.566
centre-Orn	1.685	1.658	1.179	1.758		1.217
vieux-Nice	1.147	1.137	0.446	1.566	1.217	

d. MCA pondère avec le bâti 400 m



	cagnes-SL	cimiez	Nice-Nord	madel.	centre-or.	vieux-N.
cagnes-SLV		0.165	0.963	1.025	1.654	1.458
cimiez	0.165		0.973	1.036	1.665	1.458
Nice-Nord	0.963	0.973		1.436	0.920	0.753
Madeleine	1.025	1.036	1.436		1.837	1.687
centre-Orn	1.654	1.665	0.920	1.837		0.282
vieux-Nice	1.458	1.458	0.753	1.687	0.282	

fig. 53: L'identification des aires homogènes : a. MaPPA ; b. MCA, MaPPA*, d. MCA* (profondeur totale, 7p-400m, distribution des fréquences et matrices des différences)

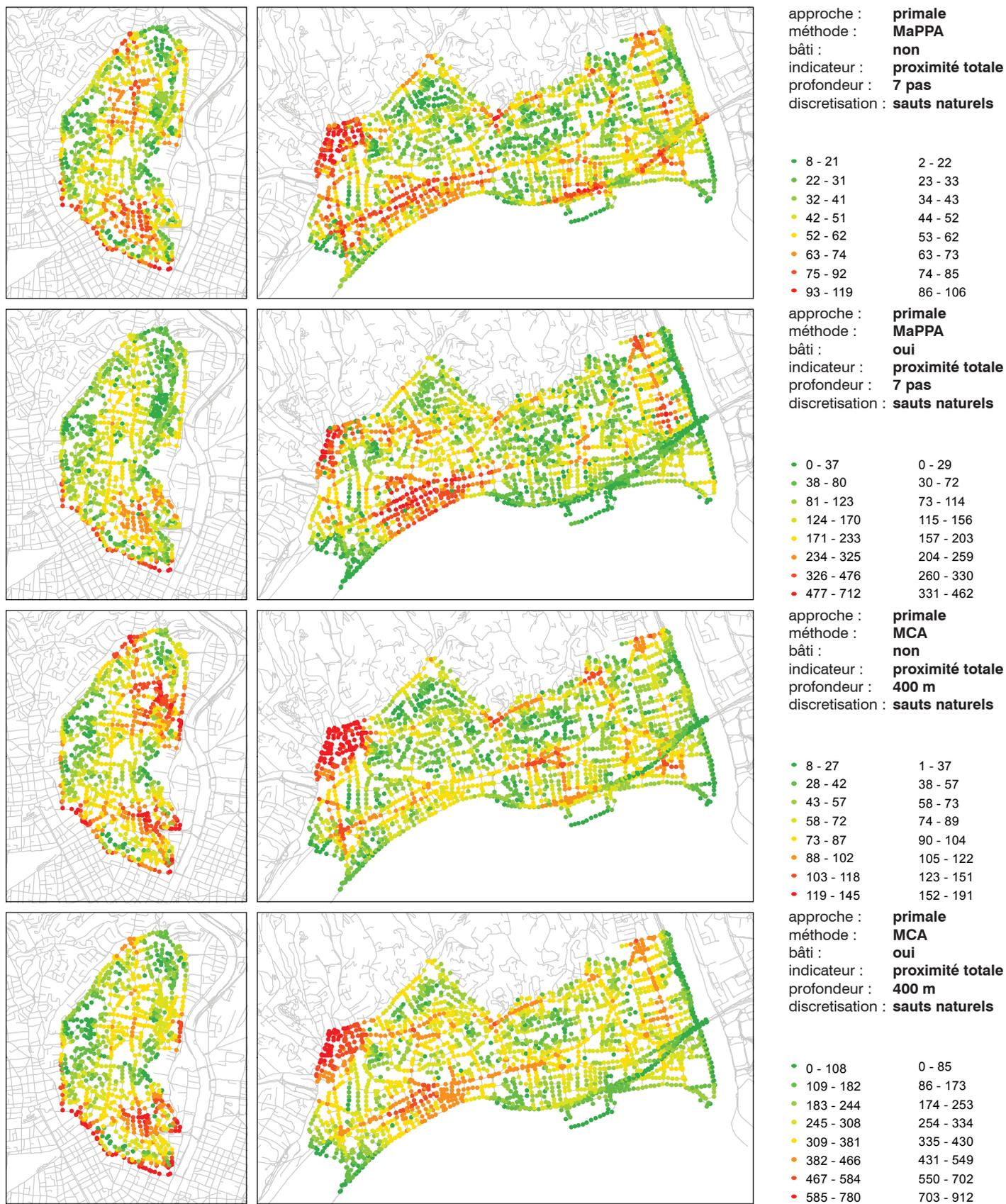


fig. 54: Les centralités aux échelles micros de l'aire de Cimiez (gauche) et de l'aire littorale de Cagnes et St. Laurent (droit) : a. MaPPA 30p; b. MaPPA*30p, c. MCA 400m; MCA* 400m (profondeur totale, cartes).



Les résultats les plus évidents, en regardant les distributions et les matrices des différences, sont dans l'aire collinaire de Cimiez et les aires à l'Ouest du Var : toutes les quatre techniques de l'approche primale ont produit des distributions comparables ; par conséquence, les différences entre ces deux aires ne sont pas majeures de 0.165. Les deux aires, comme il a été déjà expliqué dans les dernières sections, sont caractérisées par un nombre limité d'axes principaux, qui organisent en grosse maille le tissu, et de structures secondaires, nécessaires pour connecter au réseau viaire les parcelles privées (fig. 54). Cette configuration a produit des distributions plutôt symétriques (Skewness max Cagnes 1.550, Cimiez 1.529) et leptokurtique (Kurtosis max Cagnes 1.391, Cimiez 1.414) avec les valeurs des fréquences plus remarquables concentrées dans les premières 6-7 classes. Il est remarquable que, les éléments bâtis n'entraînent pas des grosses différences entre les résultats des différentes méthodes d'analyse configurationnelle : dans les deux aires, la distribution du bâti est régulière et homogène et il manque un nombre élevé de gros ensembles de bâtiments.

Aux échelles locales, comme il a été bien évident à travers la lecture des cartes, l'homogénéité des distributions des deux aires ne se reproduit pas : sur l'aire urbaine à l'Ouest du Var, toutes les techniques ont montré l'émergence de l'aire proche au centre-ville de Cagnes-sur-Mer. Ce phénomène est plus évident dans les modélisations avec les points-bâtiment ; en revanche, grâce au fait que ces cartes ont été produites pour l'échelle d'analyse micro (7 pas-400 m), et grâce à la capacité des approches topologiques de découvrir les potentialités des connexions des réseaux, l'approche MaPPA a identifié plusieurs polarités, capables de capter un nombre relativement appréciable de déplacements. Ce genre de considérations a été fait en même temps pour l'aire de Cimiez : l'approche MCA* a montré l'effet attractif des quartiers du centre-ville sur les aires au sud de Cimiez ; l'approche MaPPA a identifié les valeurs plus relativement plus élevées sur la crête de la colline et sur le Boulevard de Cimiez.

5.2.4 L'intermédiarité : la réduction de la hiérarchisation par la régularité du tissu urbain et par une vision « relative » des relations possibles

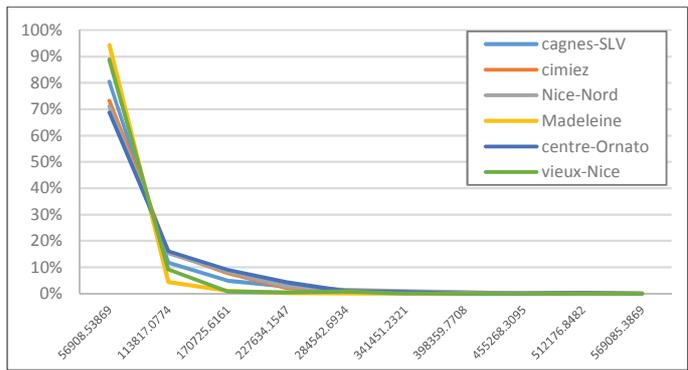
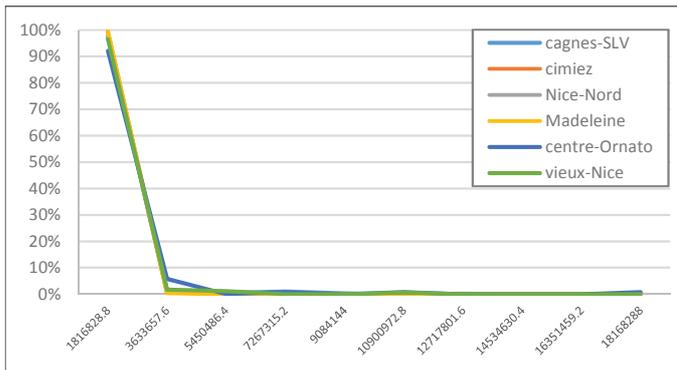
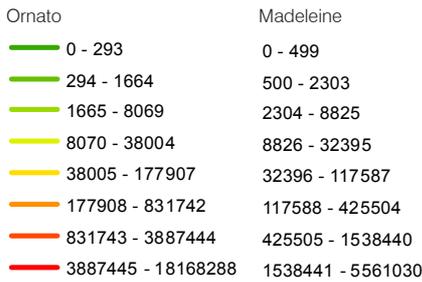
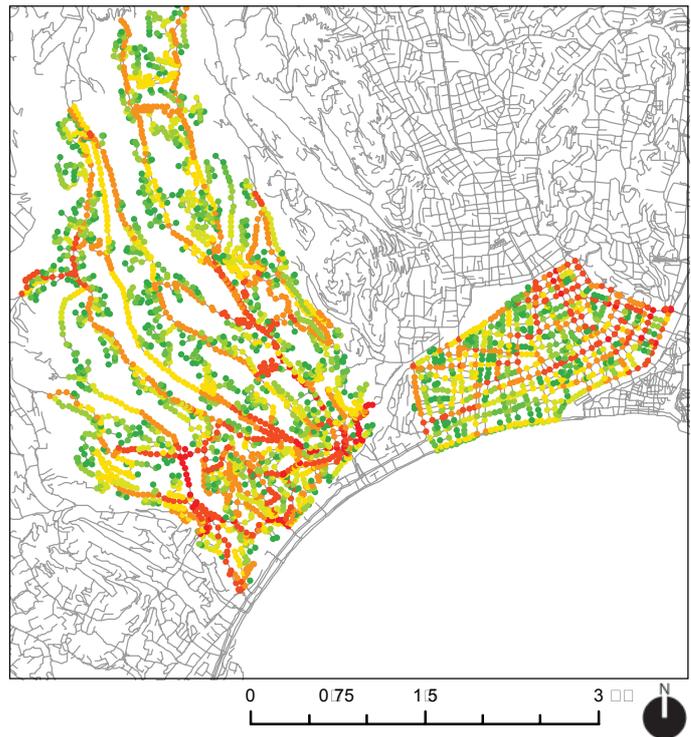
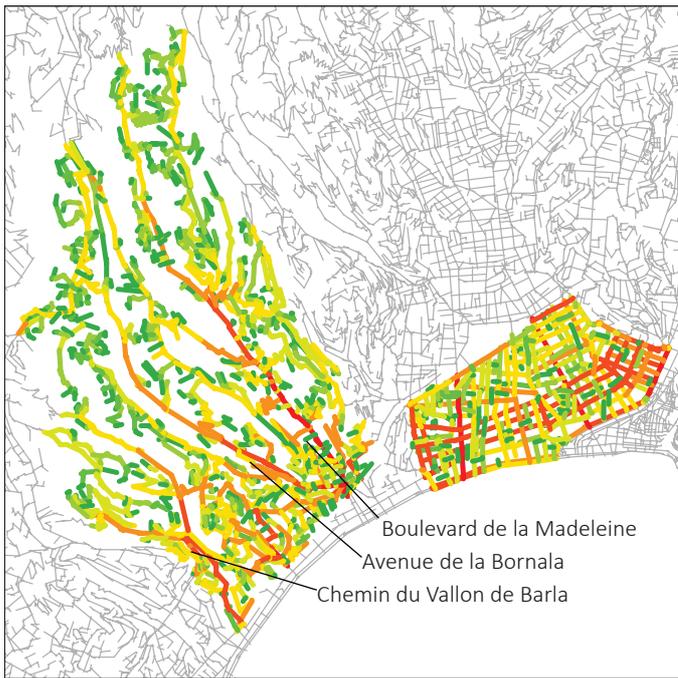
Le but de cette section est de comprendre si les indicateurs d'intermédiarité sont en mesure de décrire et identifier les éléments en commun ou les différences entre l'aire maille du centre-ville niçois et les structures viaires arborescentes des collines de Fabron et de la Madeleine. Pour faire cela, une première comparaison est proposée entre l'échelle macro (30 pas) de l'approche primale du MaPPA et de l'approche duale de l'Analyse Axiale (fig. 55).

Les deux distributions se caractérisent par une forme proche aux fonctions exponentielles (où a loi de puissance), et donc significativement asymétrique (des analyses plus approfondies devraient être conduites par départager ces deux hypothèses). Ce phénomène est d'autant plus évident dans l'approche duale : les axes de communications principaux du Boulevard de la Madeleine, de l'Avenue de la Bornala et du Chemin du Vallon de Barla, grâce à ses formes en plusieurs secteurs rectilignes, sont capables de capter un grand nombre de parcours minimaux. Comme déjà dans le cas de l'indicateur de connectivité (voir section 5.1.1.), les axes plus longs sont favorisés dans l'approche duale : cet effet est bien évident dans les distributions des fréquences, plus hiérarchisées par rapport à l'approche primale. Dans cette dernière méthode d'analyse, les mêmes axes sont toujours bien remarquables, mais en même temps, la différence entre les valeurs sur les axes principaux et le reste des éléments est inférieure par rapport à l'approche duale. Par conséquent, les distributions de la méthode MaPPA sont moins hiérarchisées, et elles permettent de mieux distinguer les six cas d'étude entre eux.

Les approches configurationnelles, dans ce cas, ont montré leur capacité d'expliquer les différences morphologiques des tissus urbains des deux aires : les aires des collines niçoises, en raison de leur structure arborescentes, ont montré des distributions plus hiérarchisées, par rapport aux aires mieux maillées du centre-ville. Cela signifie que, dans les aires caractérisées par un développement spontané et récent des collines, les parcours minimaux, et donc le choix des utilisateurs, sont plus limités et concentrés, pour la plupart, dans les axes de communications principales. En revanche, dans les aires régulières et planifiées depuis le XIX^e siècle, les distributions moins hiérarchisées, et l'identification de plusieurs parcours théoriquement en position intermédiaire, ont montré la capacité des structures maillées d'offrir aux utilisateurs un nombre considérablement plus élevé par rapport aux structures arborescentes (fig. 55).

La même forme des distributions asymétriques a également été relevée dans les approches primales pondérées par les points-bâtiment : les distributions des indicateurs d'intermédiarité (standard ou normalisée) de l'approche primale MCA* a les fréquences avec les pourcentages plus élevés dans les premières classes (fig. 56). Ce phénomène est plus remarquable dans les distributions des indicateurs de l'intermédiarité normalisée, et de plus en plus accentuée à l'échelle majeures.

Par conséquent les matrices des différences, ont montré des valeurs plus élevées à l'échelle micro (400 m) : à cette échelle, comme pour l'approche topologique duale et primale déjà



	cagnes-SL	cimiez	Nice-Nord	madel.	centre-or.	vieux-N.
cagnes-SLV		0.045	0.030	0.050	0.123	0.037
cimiez	0.045		0.031	0.006	0.145	0.056
Nice-Nord	0.030	0.031		0.037	0.133	0.027
Madeleine	0.050	0.006	0.037		0.150	0.062
centre-Orn	0.123	0.145	0.133	0.150		0.113
vieux-Nice	0.037	0.056	0.027	0.062	0.113	

	cagnes-SL	cimiez	Nice-Nord	madel.	centre-or.	vieux-N.
cagnes-SLV		0.156	0.189	0.277	0.234	0.178
cimiez	0.156		0.055	0.422	0.091	0.316
Nice-Nord	0.189	0.055		0.465	0.075	0.356
Madeleine	0.277	0.422	0.465		0.511	0.114
centre-Orn	0.234	0.091	0.075	0.511		0.403
vieux-Nice	0.178	0.316	0.356	0.114	0.403	

fig. 55: Les différentes effets du tissu arborescentes et bien maille : a. Analyse Axiale ; b. MaPPA (colline de la Madeleine et Centre-Ornato, intermédiarité 30p, cartes, distribution des fréquences et matrices des différences).

illustrée, les différences majeures sont concentrées dans les rapports entre le quartier du centre-ville de Nice et toutes les autres. Les valeurs les plus élevées, comme pour toutes les autres techniques, est entre ce dernier et les aires collinaires de la Madeleine.

La pondération avec les valeurs d'atteignabilité, nous a permis de mieux encadrer les valeurs obtenues : la prise en compte de la configuration du sous-espace analysé (celui compris dans le rayon d'étude) a permis de mieux positionner les résultats de l'indicateur de l'indicateur d'intermédiarité. En effet, la normalisation, a permis d'obtenir des indications sur la capacité de certains espaces d'être en position intermédiaire et donc une mesure des potentialités du réseau viaire.

La conséquence directe de ces considérations a été que les distributions des fréquences pour les indicateurs d'intermédiarité normalisée sont encore plus hiérarchisées par rapport aux précédentes. La forme des distributions pour cet indicateur a produit une matrice des différences avec des valeurs encore plus fiables : comme pour toutes les autres techniques, les différences majeures ont été enregistrées dans les aires collinaires de la Madeleine et de Fabron.

Par rapport aux distributions des indicateurs d'intermédiarité standard, grâce à la normalisation, les aires qui ont produites des distributions moins hiérarchisées ne sont pas comme d'habitude les aires plus régulières et mieux maillées, mais les aires avec un réseau routier arborescent. Cela nous dit que, la normalisation est en mesure de découvrir la capacité des longues ramifications, loin des aires centrales d'attirer une fraction relativement élevée de chemins minimaux, car le peu de chemins captés sont les seuls disponibles. La lecture en même temps des matrices des différences et des graphiques des distributions, est donc nécessaire : l'utilisation du premier outil seulement ne nous aurait pas permis de comprendre cet intéressant phénomène urbain.

Toutes les techniques, pour toutes les échelles calculées dans ce travail, ont produits, pour les indicateurs d'intermédiarité, un nombre très élevé de valeurs relativement très fiables et un nombre de valeurs de différents ordres de grandeur plus haute par rapport aux valeurs plus fréquentes. Les classes utilisées pour la construction des histogrammes de fréquence et pour les matrices des différences, comme il a été expliqué dans le chapitre 4, sont toutes de la même amplitude, pour tous les indicateurs. En conséquence, la plus grosse partie des valeurs sont souvent concentrées dans la première classe de fréquence.

Afin de comprendre les limites (éventuelles) des approches configurationnelles pour la discrimination d'aires morphologiquement différentes et pour comprendre dans quelle mesure les méthodes statistiques adoptées peuvent être utilisées pour la compréhension des phénomènes urbains, nous avons identifié, uniquement pour les indicateurs présentés dans ce section, des classes de fréquences en échelle logarithmique.

Les résultats de cette nouvelle façon d'identifier les classes, ont été différents : les distributions des indicateurs d'intermédiarité ne sont plus fortement asymétriques, mais elles ont une des formes plus symétriques, avec les valeurs modales dans la deuxième partie de la distribution (fig. 57). Cette représentation nous permet de comprendre mieux dans

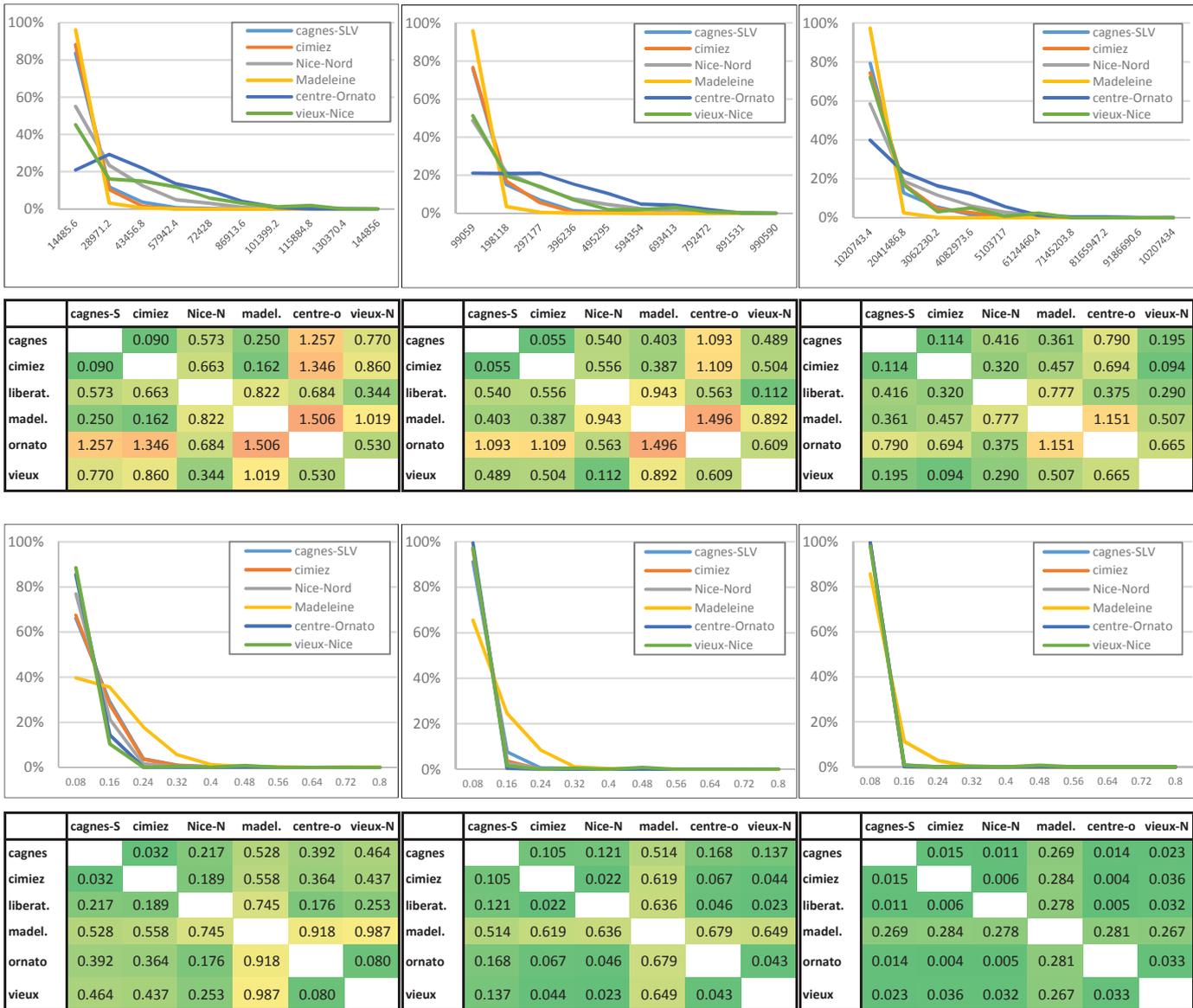


fig. 56: La normalisation de l'indicateur d'intermédiarité aux échelles micros (gauche), méso (centre) et macro (droit) : a. intermédiarité ; b. intermédiarité normalisée (MCA*, 400m, 800m, 1600m, distribution des fréquences et matrices des différences).

le détail les fréquences des valeurs les plus récurrentes : tout d'abord, l'échelle logarithmique nous permet de quantifier la valeur d'intermédiarité 0, qui est la caractéristique exclusive des éléments qui ont une valeur de connectivité 1. Comme il était prévisible, il est moins fréquent dans les aires avec un maillage régulier. La deuxième considération est liée à l'échelle d'analyse choisie, qu'a produite la presque absence des valeurs pour les premières classes : ce phénomène, relié aux formules de calcul des indicateurs d'intermédiarité, nous dit que, les lieux qui ne sont pas en position terminale d'un parcours, sont capables d'attirer un nombre de parcours proportionné à la valeur de l'échelle d'analyse.

En conséquence, les matrices des différences ont produit des valeurs, en moyenne, plus élevées pour presque toutes les comparaisons des aires : la représentation avec l'échelle logarithmique a montré la même différence remarquable à travers des classes égales,



mais avec des écarts plus évidentes. Cette dernière capacité, reliée à la construction des classes de fréquences mieux adaptées pour des distributions fortement asymétriques, nous permet de surmonter les difficultés de cette méthode statistique pour comprendre comme la capacité des espaces publics d'être en position intermédiaire est liée aux phénomènes urbains.

Les considérations qui ont été faites dans ces sections sont liées à la sélection des informations pour la compression d'un certain phénomène ou d'une certaine aire d'étude : dans la prochaine section sera expliqué une manière plus systématique de comprendre le pouvoir de discrimination des approches configurationnelles.

fig. 57: L'identification des fréquences logarithmiques pour l'indicateur d'intermedialité aux échelles micros (gauche), méso (centre) et macro (droit) : a. intermedialité ; b. intermedialité normalisée (MCA*, 400m, 800m, 1600m, distribution des fréquences et matrices des différences).

5.3. Une méthode pour comparer les techniques configurationnelles

Comme il a été expliqué dans ce dernier chapitre, les potentialités des analyses configurationnelles, appliquées pour la compression des phénomènes d'auto-organisation urbains (par. 5.1), et des caractéristiques d'aires morphologiquement différentes (par. 5.2), ont été identifiées sur l'aire urbaine de Nice. Il est nécessaire maintenant d'identifier une procédure, une manière de lire et d'interpréter ce grand nombre d'informations de façon plus systématique.

Dans ce dernière section, une vue d'ensemble des potentialités est proposé et, en même temps, des limites, des analyses statistiques développées à travers la construction des matrices des différences. Pour cela faire, ont été regroupés, pour chacune des cinq techniques configurationnelles (SSx, MaPPA, MaPPA*, MCA, MCA*), tous les cinq indicateurs (atteignabilité, profondeur totale, profondeur moyenne, intermédierité et intermédierité normalisé) et les trois échelles (micro, méso et macro) (fig. 59).

Pour les deux indicateurs d'intermédierité, ont été utilisés les différences produites à travers la classification logarithmique, capable de mieux capter les différences être les aires. Trois façons pour comprendre les résultats sont disponibles, à travers la lecture (fig. 58):

- 1. Des techniques : même indicateur, et même échelle, en comparant les résultats des cinq techniques.
- 2. Des échelles : pour la même technique et le même indicateur, en comparant les résultats des trois échelles.
- 3. Des indicateurs : pour la même échelle d'analyse et la même technique, en comparant les résultats des différents indicateurs.

Ces différentes façons de lire les résultats seront faites pour identifier en même temps les valeurs maximales et minimales des différences entre les aires : la différence maximale a quantifié la différence entre deux aires, et l'écart minimal nous a fourni une valeur de contrôle.

fig. 58: Résumé des indicateurs calculé et représentation des façons de lecture des résultats.

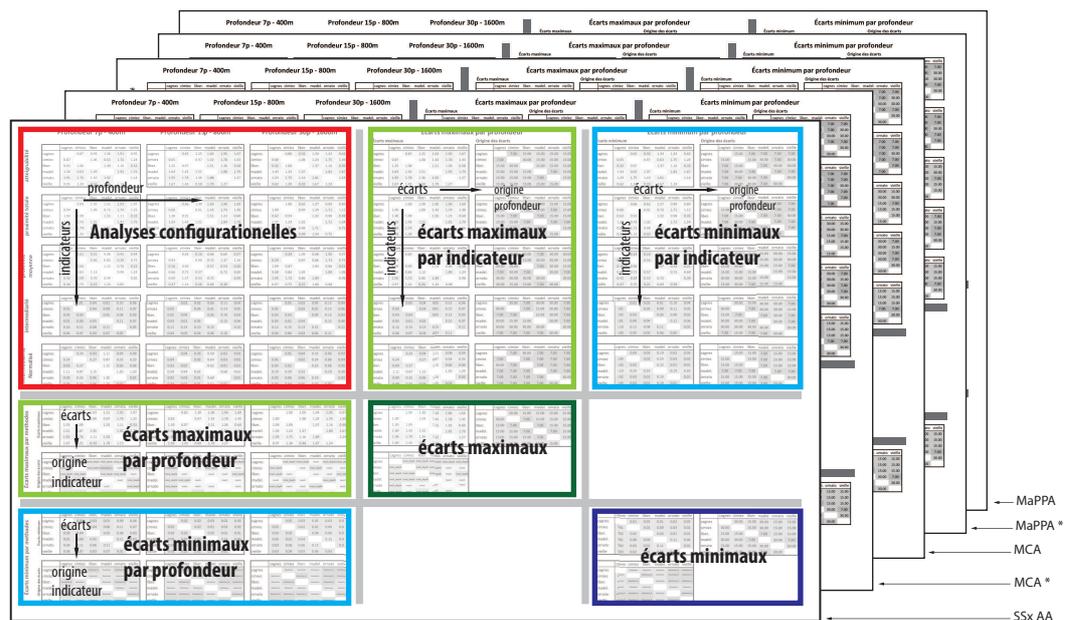


fig. 59: Résumé des matrices des différences pour la méthode Analyse Axiale.



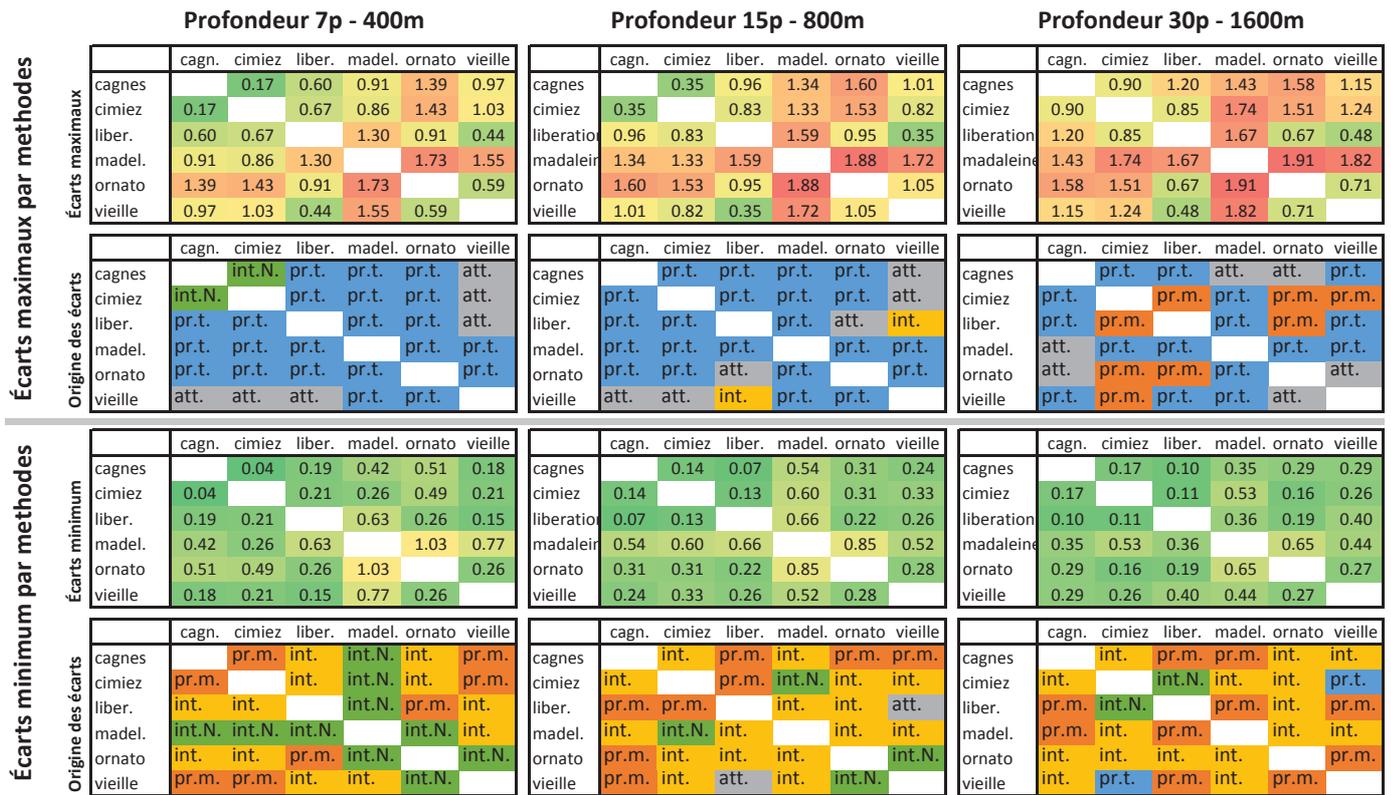
5.3.1 Les différentes manières de lire les résultats

À partir des indicateurs configurationnelles, ont été identifiées les différences maximales et minimales, et les relatives échelles d'origine pour chaque indicateur : la lecture horizontale obtenue à travers les différentes échelles d'analyse, nous offre la capacité de comprendre, pour la même technique, les aires les plus différentes. Conjointement, les tableaux des différences minimales ont fourni des indications sur la fiabilité de la méthode. Pour mieux comprendre cela, sont proposées les différences maximales et minimales des cinq indicateurs calculés pour la technique MCA (fig. 60): les différences plus évidentes ont été identifiées dans les aires collinaires de la Madeleine, en toutes les indicateurs utilisés. En revanche, pour ce qui concerne les échelles plus adaptées à discriminer les aires, les résultats ne sont pas uniques : les échelles majeures ont fourni pour la majorité des différences pour les indicateurs d'atteignabilité et de profondeur ; pour les deux autres indicateurs, l'échelle micro a été la plus adaptée. La moitié à droite du tableau, grâce à

fig. 60: Lecture des matrices des différences pour les valeurs maximales et minimales pour chaque indicateur de la méthode MCA.

- profondeur**
- micro 7p (SSx, MaPPA) / 400m (MCA)
 - meso 15p (SSx, MaPPA) / 800m (MCA)
 - macro 30p (SSx, MaPPA) / 1600m (MCA)
- indicateur**
- att. atteignabilité
 - pr.t. profondeur totale
 - pr.m. profondeur moyenne
 - int. intermediarité
 - int.L.N. intermediarité normalisé

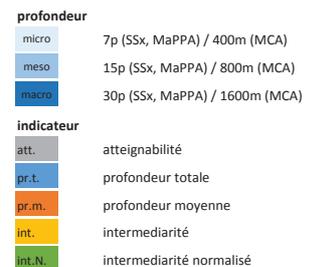
	Écart						Origine des écarts (profondeur)						Écart						Origine des écarts (profondeur)							
	cagn.	cim.	nord	mad.	cen	vieux	cagn.	cim.	nord	mad.	cen	vieux	cagn.	cim.	nord	mad.	cen	vieux	cagn.	cim.	nord	mad.	cen	vieux		
atteignabilité	cagnes		0.59	0.86	1.42	1.01	1.34	macro	macro	macro	micro	micro			0.14	0.70	0.99	0.85	0.62	micro	micro	micro	macro	macro		
	cimiez	0.59		0.82	1.71	0.99	1.41	macro		meso	macro	micro	micro			0.14		0.49	0.92	0.39	0.23	micro	macro	micro	macro	macro
	nord	0.86	0.82		1.61	0.39	1.32	macro	meso		macro	micro	micro			0.70	0.49		1.37	0.33	0.63	micro	macro	micro	meso	meso
	madel.	1.42	1.71	1.61		1.78	1.77	macro	macro	macro		macro	meso			0.99	0.92	1.37		1.64	1.71	micro	micro	micro	micro	micro
	centre	1.01	0.99	0.39	1.78		1.43	micro	micro	micro	macro					0.85	0.39	0.33	1.64		0.48	macro	macro	meso	micro	macro
	vieux	1.34	1.41	1.32	1.77	1.43		micro	micro	micro	meso	micro				0.62	0.23	0.63	1.71	0.48		macro	macro	meso	micro	macro
proximité totale	cagnes		0.70	0.82	1.40	1.03	1.38	macro	macro	macro	micro	micro			0.15	0.75	1.04	0.72	0.48	micro	micro	micro	macro	macro		
	cimiez	0.70		0.77	1.81	0.96	1.44	macro		meso	macro	micro	micro			0.15		0.43	1.00	0.26	0.49	micro	macro	micro	macro	macro
	nord	0.82	0.77		1.67	0.45	1.25	macro	meso		macro	macro	micro			0.75	0.43		1.42	0.32	0.65	micro	macro	micro	micro	meso
	madel.	1.40	1.81	1.67		1.83	1.75	micro	macro	macro		macro	meso			1.04	1.00	1.42		1.69	1.69	micro	micro	micro	meso	micro
	centre	1.03	0.96	0.45	1.83		1.32	micro	micro	macro	macro					0.72	0.26	0.32	1.69		0.32	macro	macro	micro	meso	meso
	vieux	1.38	1.44	1.25	1.75	1.32		micro	micro	micro	meso	micro				0.48	0.49	0.65	1.69	0.32		macro	macro	meso	micro	meso
proximité moyenne	cagnes		0.66	0.39	0.72	0.46	1.05	macro	meso	meso	meso	macro			0.13	0.19	0.26	0.31	0.31	micro	macro	macro	macro	micro		
	cimiez	0.66		0.50	1.09	0.97	1.71	macro		macro	meso	macro	macro			0.13		0.04	0.77	0.08	0.43	micro	meso	micro	meso	micro
	nord	0.39	0.50		1.05	0.47	1.32	meso	macro		meso	macro	meso			0.19	0.04		0.45	0.07	0.50	macro	meso	macro	meso	micro
	madel.	0.72	1.09	1.05		1.10	0.90	meso	meso	meso		meso	macro			0.26	0.77	0.45		0.16	0.40	macro	micro	macro	macro	micro
	centre	0.46	0.97	0.47	1.10		1.36	meso	macro	macro	meso					0.31	0.08	0.07	0.16		0.60	macro	meso	meso	macro	micro
	vieux	1.05	1.71	1.32	0.90	1.36		macro	macro	meso	macro	meso				0.31	0.43	0.50	0.40	0.60		micro	micro	micro	micro	micro
intermediarité	cagnes		0.23	0.29	0.60	0.51	0.61	macro	macro	meso	macro	micro			0.18	0.25	0.49	0.49	0.25	micro	meso	macro	micro	macro		
	cimiez	0.23		0.29	0.71	0.37	0.71	macro		micro	meso	micro	micro			0.18		0.13	0.62	0.32	0.28	micro	macro	micro	meso	macro
	nord	0.29	0.29		0.79	0.38	0.54	macro	micro		meso	macro	micro			0.25	0.13		0.75	0.29	0.25	meso	macro	macro	meso	meso
	madel.	0.60	0.71	0.79		0.99	1.09	meso	meso	meso		meso	micro			0.49	0.62	0.75		0.82	0.60	macro	micro	macro	macro	macro
	centre	0.51	0.37	0.38	0.99		0.81	macro	micro	macro	meso					0.49	0.32	0.29	0.82		0.34	micro	meso	meso	macro	macro
	vieux	0.61	0.71	0.54	1.09	0.81		micro	micro	micro	micro	micro				0.25	0.28	0.25	0.60	0.34		macro	macro	meso	macro	macro
intermediarité Nor.	cagnes		0.23	0.23	0.82	0.46	0.65	macro	micro	meso	micro	micro			0.20	0.15	0.66	0.36	0.19	micro	macro	micro	macro	macro		
	cimiez	0.23		0.36	0.91	0.57	0.77	macro		micro	meso	micro	micro			0.20		0.11	0.66	0.13	0.15	micro	macro	micro	macro	macro
	nord	0.23	0.36		0.94	0.25	0.43	micro	micro		meso	micro	micro			0.15	0.11		0.77	0.18	0.16	macro	macro	macro	meso	macro
	madel.	0.82	0.91	0.94		1.03	0.99	meso	meso	meso		meso	meso			0.66	0.66	0.77		0.88	0.83	micro	micro	macro	macro	macro
	centre	0.46	0.57	0.25	1.03		0.32	micro	micro	micro	meso					0.36	0.13	0.18	0.88		0.24	macro	macro	meso	macro	macro
	vieux	0.65	0.77	0.43	0.99	0.32		micro	micro	micro	meso	micro				0.19	0.15	0.16	0.83	0.24		macro	macro	macro	macro	macro



l'identification des différences minimales entre les trois échelles du même indicateur, nous indiquent la solidité des indicateurs (à l'exclusion de la profondeur moyenne) car les différences entre les valeurs maximales et minimales ne sont pas excessives.

La deuxième façon de comprendre les résultats produits par les matrices des échelles se déroule au travers les indicateurs : la lecture verticale des résultats nous permet, pour chacune des techniques configurationnelles, et pour chaque échelle d'analyse, de comparer les différences entre chaque couple d'aire emblématique à travers les différents indicateurs et a une échelle définie a priori. À mesure que l'échelle d'analyse augmente, les différences entre les aires sont de plus en plus évidentes ; la technique MaPPA (fig. 61), a montré que l'aire de la Madeleine se différencie plus que les autres. Parallèlement, l'indicateur, le plus adapté à discriminer les aires n'est pas la profondeur totale, comme pour l'échelle micro, mais un mix équilibré d'atteignabilité, de profondeur totale et moyenne. Il est remarquable que, dans cette analyse (mais en même temps, ce phénomène est remarquable pour toutes les autres techniques), les deux indicateurs d'intermédierité ne sont presque jamais capables d'identifier les différences morphologiques. Malgré a été utilisé l'échelle logarithmique pour la définition des classes des fréquences, les indicateurs d'intermédierité n'ont pas produits des formes de distributions suffisamment différentes pour être identifié par la technique statistique adoptée dans ce travail. Cela est confirmé par la quatrième ligne de la fig. 61, dominé par les indicateurs d'intermédierité.

fig. 61: Lecture des matrices des différences pour les valeurs maximales et minimales pour chaque échelle de la méthode MaPPA.

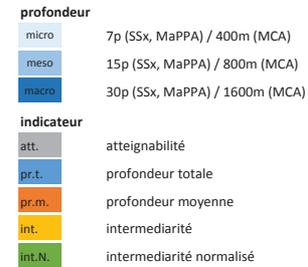


5.3.2 Le pouvoir de discrimination des analyses configurationnelles

fig. 62: Différences maximales pour chaque méthode et indication des origines (échelles et indicateurs).

Afin d'avoir une vue d'ensemble de la capacité et des limites des techniques configurationnelles pour la discrimination des aires niçoises, il est nécessaire de donner une lecture à travers les techniques : pour cela faire, ont été identifiées les différences maximales pour tous les indicateurs, parmi toutes les échelles d'analyse, et les relatives origines, pour chaque technique (fig. 62).

Toutes les techniques ont été en mesure de discriminer les aires emblématiques (fig. 63.a): les valeurs moyennes des différences sont plus ou moins comparables (écarts entre les valeurs extrêmes inférieurs de 9 %). Aucune technique ne sort pas de cette analyse disqualifiée : toutes sont capables de fournir des valeurs significatives, pour toutes les aires emblématiques : plus évidentes dans les aires morphologiquement bien définies de la Madeleine (structure du réseau viaire arborescent) et du Centre-ville de Nice (tissu urbain



Maximum écarts							Origine des écarts (profondeur)							Origine des écarts (méthode)							
	cagn.	cimiez	nord	madel.	centr	vieux		cagn.	cimiez	nord	madel.	centr	vieux		cagn.	cimiez	nord	madel.	centr	vieux	
cagnes		1.00	1.30	1.69	1.96	1.69			macro	meso	meso	meso	meso			pr.t.	pr.t.	pr.t.	pr.t.	pr.t.	pr.t.
cimiez	1.00		1.09	1.43	1.78	1.43		macro	micro	meso	meso	meso	meso		pr.t.		pr.t.	pr.t.	att.	att.	att.
nord	1.30	1.09		1.55	1.36	0.60		meso	micro		micro	meso	meso		pr.t.	pr.t.		pr.t.	att.	att.	pr.t.
madel.	1.69	1.43	1.55		1.92	1.79		meso	meso	micro		micro	meso		pr.t.	pr.t.	pr.t.		att.	att.	att.
centre	1.96	1.78	1.36	1.92		1.27		meso	meso	meso	micro		meso		pr.t.	att.	att.	att.			att.
vieux	1.69	1.43	0.60	1.79	1.27			meso	meso	meso	meso	meso			pr.t.	att.	pr.t.	att.	att.		
cagnes		0.90	1.20	1.43	1.60	1.15			macro	macro	macro	meso	macro			pr.t.	pr.t.	att.	pr.t.	pr.t.	pr.t.
cimiez	0.90		0.85	1.74	1.53	1.24		macro		macro	macro	meso	macro		pr.t.		pr.m.	pr.t.	pr.t.	pr.m.	pr.m.
nord	1.20	0.85		1.67	0.95	0.48		macro	macro		macro	meso	macro		pr.t.	pr.m.		pr.t.	att.	pr.t.	pr.t.
madel.	1.43	1.74	1.67		1.91	1.82		macro	macro	macro		macro	macro		att.	pr.t.	pr.t.		pr.t.	pr.t.	pr.t.
centre	1.60	1.53	0.95	1.91		1.05		meso	meso	meso	macro		meso		pr.t.	pr.t.	att.	pr.t.		pr.t.	pr.t.
vieux	1.15	1.24	0.48	1.82	1.05			macro	macro	macro	macro	meso			pr.t.	pr.m.	pr.t.	pr.t.	pr.t.		
cagnes		0.83	1.26	1.42	1.93	1.68			macro	macro	macro	meso	macro			pr.t.	pr.t.	int.N.	pr.t.	pr.t.	pr.t.
cimiez	0.83		1.01	1.78	1.75	1.14		macro		macro	macro	meso	micro		pr.t.		pr.m.	pr.t.	att.	pr.t.	pr.t.
nord	1.26	1.01		1.76	1.26	0.85		macro	macro		macro	meso	macro		pr.t.	pr.m.		att.	att.	int.N.	int.N.
madel.	1.42	1.78	1.76		2.00	1.96		macro	macro	macro		macro	macro		int.N.	pr.t.	att.		att.	pr.t.	pr.t.
centre	1.93	1.75	1.26	2.00		1.33		meso	meso	meso	macro		meso		pr.t.	att.	att.	att.		att.	att.
vieux	1.68	1.14	0.85	1.96	1.33			macro	micro	macro	macro	meso			pr.t.	pr.t.	int.N.	pr.t.	att.		
cagnes		0.70	0.86	1.42	1.03	1.38			macro	macro	macro	micro	micro			pr.t.	att.	att.	pr.t.	pr.t.	pr.t.
cimiez	0.70		0.82	1.81	0.99	1.71		macro		meso	macro	micro	macro		pr.t.		att.	pr.t.	att.	pr.m.	pr.m.
nord	0.86	0.82		1.67	0.47	1.32		macro	meso		macro	macro	micro		att.	att.	att.	pr.t.	pr.m.	att.	att.
madel.	1.42	1.81	1.67		1.83	1.77		macro	macro	macro		macro	meso		att.	pr.t.	pr.t.		pr.t.	att.	att.
centre	1.03	0.99	0.47	1.83		1.43		micro	micro	macro	macro		micro		pr.t.	att.	pr.m.	pr.t.		att.	att.
vieux	1.38	1.71	1.32	1.77	1.43			micro	macro	micro	meso	micro			pr.t.	pr.m.	att.	att.	att.		
cagnes		0.74	1.17	1.41	1.71	1.66			macro	macro	macro	meso	macro			pr.t.	att.	pr.t.	att.	pr.t.	pr.t.
cimiez	0.74		0.99	1.83	1.66	1.46		macro		micro	macro	micro	micro		pr.t.		att.	pr.t.	pr.t.	pr.t.	pr.t.
nord	1.17	0.99		1.81	0.97	0.93		macro	micro		macro	meso	micro		att.	att.		pr.t.	att.	att.	att.
madel.	1.41	1.83	1.81		1.96	1.91		macro	macro	macro		meso	macro		pr.t.	pr.t.	pr.t.		pr.t.	pr.t.	pr.t.
centre	1.71	1.66	0.97	1.96		0.95		meso	micro	meso	meso		meso		att.	pr.t.	att.	pr.t.		pr.t.	pr.t.
vieux	1.66	1.46	0.93	1.91	0.95			macro	micro	micro	macro	meso			pr.t.	pr.t.	att.	pr.t.	pr.t.		

techniques

	cagn.	cimiez	nord	madel.	centr	vieux	moyenne aires
SSx	1.53	1.35	1.18	1.67	1.66	1.35	1.46
MaPPA	1.26	1.25	1.03	1.71	1.41	1.15	1.30
MaPPA *	1.42	1.30	1.23	1.78	1.65	1.39	1.46
MCA	1.08	1.21	1.03	1.70	1.15	1.52	1.28
MCA *	1.34	1.34	1.18	1.78	1.45	1.38	1.41
moyenne techniques	1.32	1.29	1.13	1.73	1.46	1.36	1.38

a. fig. 63: Table de résumé des résultats des méthodes configurationnelles. Lecture à travers: a. les techniques ; b. les échelles ; c. les indicateurs.

échelles

	SSx	MaPPA	MaPPA *	MCA	MCA *	moyenne échelles
micro	3	0	1	5	4	2.60
meso	11	4	4	2	4	5.00
macro	1	11	10	8	7	7.40

b.

indicateurs

	SSx	MaPPA	MaPPA *	MCA	MCA *	moyenne indicateur
atteignabilité	6	2	5	7	5	5.00
profondeur totale	9	11	7	6	10	8.60
profondeur moyenne	0	2	1	2	0	1.00
intermediarite	0	0	0	0	0	0
intermediarite N	0	0	2	0	0	0.40

c.

régulier et réseau maillé), et moins nettes dans les aires pas reconductibles à une forme « pure ». Une certaine problématique a été identifiée pour l'aire de Nice Nord, caractérisée par des écarts fiables surtout pour la technique duale et pour les approches sans l'évaluation du bâti. Néanmoins, ont été identifiées des difficultés pour ces dernières approches dans cette aire, les méthodes MaPPA* et MCA* (avec prise en compte du bâti) ont montré des potentialités plus élevées par rapport aux autres deux techniques MaPPA et MCA (sans prise en compte du bâti): les écarts entre les deux manières de qualifier le réseau ont produit une augmentation de la capacité de discrimination de 8 % pour l'approche topologique MaPPA et de 6.5% pour l'approche métrique MCA. Dernière remarque sur les techniques : l'approche duale, malgré tous les critiques reliées à l'entisation et à la modélisation, dans le cadre de ce travail, a été la plus adaptée pour identifier les différences des aires emblématiques de Nice. L'approche la plus ancienne, qui a subi pendant ces dernières 40 ans plusieurs critiques, a produit, pour la discrimination d'aires différentes dans la structure urbaine niçoise, des résultats comparables aux autres techniques primales utilisées dans ce travail.

Les caractéristiques de multiscalarité des approches configurationnelles sont apparues de façon différente par les différentes techniques (fig. 63.b) : la différence la plus remarquable est entre l'approche duale, qui a montré le nombre le plus élevé des écarts à l'échelle méso ; en revanche, dans toutes les autres approches, l'échelle macro a été la

mieux adapte à identifier les différences entre les aires. L'échelle micro, en raison d'un rayon peut-être pas assez ample pour notre fins, n'a été pas capable de fournir des informations sur les relations locales suffisamment exhaustives, afin de comprendre la structure des tissus urbains analysés.

Pour offrir une vue d'ensemble des capacités de discrimination des indicateurs, la dernière partie du tableau résume le nombre de fois que chaque indicateur est capable d'identifier les caractéristiques morphologiquement différentes entre deux aires (fig. 63.c). Les plus adapte à cet but, ont été l'atteignabilité et la profondeur totale ; les autres indicateurs ont montré des autres capacités que l'analyse à travers les matrices des différences n'a pas bien saisies. Pour ce qui concerne la profondeur moyenne, malgré elle a été bien capable d'identifier des aires homogènes dans le tissu urbain et de comprendre la capacité des sous-espaces d'être relativement accessibles, elle n'a pas donné une contribue suffisamment remarquables pour la discrimination des six aires emblématiques (a travers la matrice des différences). En outre, les indicateurs d'intermédiarités, malgré l'identification des nouveaux classes de fréquence à travers la classifications logarithmique a permis de mieux caractériser les formes des distributions, ont été les mieux adaptes à fournir des informations sur la structure interne et le fonctionnement des aires, plutôt que différencier statistiquement les aires. L'application à l'agglomération urbaine de Nice de cette analyse statistique, nous dis que, dans le cas des distributions fortement hiérarchisées comme pour les indicateurs d'intermédiarités, est nécessaire d'identifier d'autres méthodes pour comprendre les différences morphologiques des tissus urbains.

6. Conclusion et perspective de recherche

6.1. Conclusion

Dans le travail présenté, parmi la multitude des techniques d'analyse du tissu urbain, a été choisie l'approche configurationnelle, capable d'identifier les relations spatiales entre les espaces publics et accessibles, à travers des méthodes rigoureuses et issues de l'analyse des réseaux complexes. Nous avons ainsi essayé de comprendre dans quelle mesure les approches configurationnelles sont capables d'identifier les caractéristiques émergentes et les différences entre des espaces urbaines qui, selon des approches plus traditionnelles, sont bien représentatifs des différentes formes du tissu urbain niçois. À travers des analyses statistiques (l'analyse de la forme des distributions de fréquence, l'analyse des matrices des différences), ce travail a montré qu'un certain nombre d'indicateurs configurationnels sont en mesure de discriminer des aires emblématiques, identifiées a priori.

Ces méthodes, appliquées à l'agglomération de Nice, ont permis l'identification de différentes caractéristiques sur la capacité d'accessibilité et d'utilisation des espaces. Au niveau global, des polarités bien remarquables, surtout en regardant les indicateurs reliés au concept classique de la proximité, ont été identifiées : l'urbanisation niçoise est structurée par les deux polarités du centre-ville de Nice et de l'aire littorale de Cagnes-sur-Mer et Saint-Laurent-du-Var. Ce résultat a été trouvé par ailleurs par d'autres recherches qui avaient identifié les centralités niçoises sur la base des flux empiriques de mobilité (Fusco et Saint-Amand 2013). En conséquence, ces deux aires sont reliées et traversées par un certain nombre de parcours capable de capter les déplacements principaux des utilisateurs. Toutes ces caractéristiques sont étroitement liées aux différentes échelles d'analyse, qui ont montré un certain nombre de capacité des espaces d'être centraux, par rapport à la profondeur de la propagation du phénomène ; en outre, il a été identifié la fragilité de certaines aires urbaines qui, en relation à cette profondeur de déplacement, ont montré la diminution de son pouvoir d'attraction, en faveur des aires déjà fortement centrales.

Toutes ces considérations ont été à la base pour accomplir le but principal de ce travail, c'est-à-dire de tester la capacité de discrimination des méthodes configurationnelles d'aires reconnues comme différentes. Les différences plus remarquables ont été identifiées parmi les aires mieux reconnaissables et caractérisées par une forme urbaine bien définie. La dichotomie entre les aires avec un maillage régulier (haute densité d'urbanisa-

tion et tissu urbain planifié) et les aires arborescentes (tissu plus raréfié, réglé par planification fragmentaire et à caractère fortement résidentiel) a été bien identifiée. Parmi les deux extrêmes, aires pas aisément reconnaissables, mais en même temps chacune avec ses caractéristiques emblématiques, ont été identifiées et différenciés par les approches configurationnelles.

Toutes ces considérations ont été faites grâce aux caractéristiques uniques des approches configurationnelles, par rapport aux autres méthodes d'analyse classique. Dans le cadre de ce travail, il a été identifié tout d'abord un certain nombre de méthodes, qui ont été bien positionnées par rapport aux autres techniques configurationnelles. Cela a été possible grâce à la compréhension des différentes méthodes d'entisation (topologique, angulaire, dimensionnel et sociale), de perception des impédances spatiales (topologique, angulaire, dimensionnelle) et des deux méthodes principaux de modélisation du graphe viaire (duale et primale). Ces méthodes ont montré la capacité d'expliquer :

- Différentes façons d'être centrale, en relation aux différents indicateurs utilisés ;
- Différents niveaux de centralité, reliés aux échelles d'analyse ;
- Différentes manières de comprendre les caractéristiques relationnelles et perceptives des espaces, en relation aux méthodes d'analyse.

La capacité des approches configurationnelles, grâce aux méthodes d'analyse statistiques ont été bien soulignées : la construction des matrices des écarts, grâce à la focalisation sur les aspects et les caractéristiques de l'aire d'étude, ont permis la compréhension des différences et, en même temps, des caractéristiques en commun d'un nombre limité de sous-espaces urbains.

En même temps, à travers l'application de ces approches d'analyse au cas concret de l'agglomération niçoise, ont été identifiés des difficultés et des limites des approches configurationnelles, des méthodes de visualisation et d'analyses statistiques :

- Le rôle qui a l'entisation pour la construction du système d'analyse (incertitude de construction du graphe duale) et d'identifications des relations entre les espaces, est en mesure d'influencer la compréhension des relations entre les espaces et de conditionner les résultats des analyses de centralité ;
- La focalisation sur les aspects relationnels des espaces accessibles de la grille urbaine, a eu pour conséquence une prise en considération des relations spatiales entre les trois éléments du tissu urbain (bâti, réseau, parcelle) relativement partielle. L'intégration des points-bâtiment, en regardant les caractéristiques morphologiques des bâtiments, a permis une première façon d'intégrer ces aspects ;
- Si, d'un côté, les éléments de perception urbaine sont à la base des approches configurationnelles, surtout avec l'entisation topologique, de l'autre côté, les aspects socio-fonctionnels ne jouent presque aucun rôle dans ces approches : en raison de la dichotomie existante entre le mouvement naturel et le mouvement attractif, la recherche actuelle se focalise sur l'identification d'une éventuelle corrélation entre les formes physiques et les formes socio-fonctionnelles du tissu, sans une véritable intégration

entre ces différentes caractéristiques urbaines ;

- En ce qui concerne l'analyse des résultats à travers la matrice des différences, même s'il a été capable de discriminer les aires emblématiques, il a montré un certain manque de sensibilité surtout pour les distributions fortement hiérarchisées.

Toutes ces réflexions, nous permettent d'avoir une vision plus critique des connaissances produites et des méthodes utilisées, afin d'identifier les potentialités pour la construction d'un parcours de recherche future

6.2. Prospective de recherche

Ces considérations sur la capacité et les limites des approches configurationnelles et des analyses statistiques appliquées sur l'aire d'étude, nous disent qu'il existe des potentialités de cette façon d'analyser les formes. Néanmoins, il faut mieux réfléchir sur plusieurs questions que sont apparues pendant la réalisation de ce travail.

- Pendant les dernières années, ont été proposés un nombre élevé d'indicateurs qui, dans des domaines pas forcément reliés aux analyses sur les formes urbaines, ont montré la capacité d'expliquer différentes caractéristiques des structures et des relations des graphes. Les analyses configurationnelles utilisent, pour la compréhension des relations spatiales, presque uniquement les méthodes de la théorie de la centralité. Je crois qu'une recherche dans le domaine de la théorie des graphes appliquée aux réseaux complexes, permettra l'identification d'autres indicateurs (par exemple, les indicateurs de PageRank de Google, de clustering, d'efficacité) (Gleich 2014) capable de mieux expliquer les phénomènes urbains et, en même temps, d'améliorer les indicateurs existants (normalisation de l'indicateur d'intermédiarité, l'application de l'indicateur d'intégration pour l'impédance métrique) ;
- Les analyses configurationnelles, grâce à leur capacité d'application à différentes échelles, sont en mesure de comprendre l'évolution des phénomènes d'accessibilité en relation aux différentes façons de propagation des phénomènes. Ces capacités sont le résultat de l'identification d'un rayon d'étude, défini a priori : le choix de l'échelle d'analyse est donc strictement relié à l'objet d'analyse et à la finalité de la recherche. À travers l'amélioration de capacité informatiques, à mon avis, il serait très intéressant d'envisager cette analyse à travers une continuité des valeurs des échelles, afin de comprendre l'évolution des résultats et d'identifier des tendances ou caractéristiques récurrentes, éventuellement entre-scalaires ;
- Les analyses de distribution utilisées, surtout la matrice des différences, ont montré comment quantifier de façon relativement simple la capacité des indicateurs configurationnelles à discriminer des morphologies urbaines différentes. Cette approche a montré que les analyses configurationnelles produisent des informations statistiques différentes et reliées aux aires analysées : le développement, la conception et l'application d'autres méthodes pour l'analyse des résultats pourraient nous dire des autres caractéristiques qu'une approche rigoureuse, mais peu sensible, comme l'analyse des

différences pourraient ne pas reconnaître. Les méthodes reliées aux théories des probabilités pour la mesure de dissimilarité (divergence de Kullback-Leibler et Jensen–Shannon, Fusco et Cao 2016) peuvent mieux expliquer et mesurer les différences entre les distributions de fréquence.

Ces propositions, ces considérations et ces éventuelles implémentations, sont toujours liées à l'amélioration d'une façon d'évaluer et d'analyser les formes urbaines déjà bien appliquées et capable de montrer différentes caractéristiques du territoire niçois. Ce travail a montré que, malgré un certain nombre de difficultés et de limites, les approches configurationnelles sont bien applicables à la compréhension des différences morphologique entre aires urbaines : dans le cadre d'une recherche plus ample :

- En raison de capacité montrées par les approches configurationnelles d'identifier les différences morphologiques d'aires emblématiques connues a priori, nous sommes en mesure de prévoir que la définition des frontières d'aires bien caractérisées pourrait être le résultat des applications, pas le point de départ. Une approche à l'analyse des résultats de façon bottom-up, à travers des méthodes d'analyse de clustering des graphes ou bayésiennes, ou autres méthodes d'analyse reliées au domaine de l'intelligence artificielle (Schaeffer 2007), nous permettrons, grâce aux approches configurationnelles, d'identifier des sous-espaces morphologiquement représentatives de certaines caractéristiques urbaines. L'application sur des configurations plus vastes, et probablement caractérisées par un nombre d'aires majeur par rapport à celles identifiées en ce travail, nous dira une éventuelle confirmation de la capacité de cette approche pour cette finalité ;
- Les analyses appliquées aux valeurs des indicateurs configurationnelles sont de nature statistique : ils ont été identifiés les caractéristiques principales des formes des distributions et confrontés avec les distributions d'autres indicateurs ou d'autres aires au temps donné. Différentes études (Al-Sayed et Turner 2012, Bortoli et Cutini 2001) ont montrés une certaine corrélation entre les résultats configurationnelles et la morphogenèse urbaine : pour faire ces typologies d'étude, il sera nécessaire reconstruire différentes bases de données relatives à des périodes historiques bien représentatives ;
- L'application et la modélisation des principes à la base des approches configurationnelles pour la conceptualisation et la réalisation d'un modèle dynamique : la construction de graphe dynamique, à travers la construction de système d'analyse posé sur la modélisation avec les Automates Cellulaires sur les réseaux (Wolfram 1986), pourraient être appliqués pour des analyses de morphogenèse urbaine ou pour la construction de scénarios prévisionnels. Les mêmes méthodes d'analyse dynamique pourraient être appliquées pour la compréhension des rapports bâti-parcelle-réseau, pour abandonner la manière de concevoir la plasticité des éléments de façon rigide, et envisager à la fois les éléments linéaire du réseau, bidimensionnelle de la parcelle et tridimensionnelle du bâti. Cependant, pour définir une stratégie de recherche dans cette direction, il faut créer des collaborations avec les sciences informatiques appliquées, afin d'apprendre des méthodes que, grâce à la connaissance experte des ques-

tions urbaines, peuvent être appliquées ;

- 'application de cet approches de modélisation pourrait être applique pour comprendre d'autres phénomènes : plusieurs travaux ont montré les relations spatiales entre les valeurs de centralité et autres phénomènes urbaines, comme la localisation des activités commerciales (Porta et al 2009, Fusco et al 2016) ou socio-administratives (Cutini 1999a). L'étude des relations spatiales entre les résultats produits par les approches configurationnelles et autres facteurs relié aux phénomènes sociales et d'occupation du sol, pourraient fournir un nouveau domaine d'étude pas encore bien exploré ;
- dans le cadre d'une recherche plus ample, à mon avis, il sera intéressante ouvrir l'analyse de la forme urbaine a un majeure nombre de cas d'étude, afin de comparer différents configurationnels urbaines (par exemple, les principales villes française et italienne, les aires littorales du Nord et du Sud de la France, ou encore les aires littorales méditerranés. Cela nous permettra de monter en généralité dans les résultats et identifier ce qui est spécifique à chaque aire culturelle en matière de morphologie urbaine. En ajoutent une ouverture vers les demain de la sociologie urbaine, de l'histoire et de la géographie culturelle, nous permettra d'aborder les études urbaines à travers différents point de vue et sur différentes cas réelle ;
- Je pense que, pour fournir de la connaissance à travers les approches configurationnelles, il n'est pas possible exclure les questions relié à l'incertitude sur les données, sur la modélisation et sur la compréhension des relations spatiales entre les espaces. Le vison déterministe des approches configurationnelles, pourrait être une limite pour la compréhension de certains phénomènes. Une prise du recul sera nécessaire pour l'identification d'une méthode capable d'intégrer de façon active dans les processus de connaissance les facteurs incertains.

Toutes ces considérations, ont été faites surtout grâce à la possibilité de travailler pendant cette dernière année en contact direct avec tous les chercheurs du laboratoire UMR ESPACE. J'ai eu la possibilité de porter mon bagage culturel italien dans un conteste disponible à accueillir les pluralités, et j'espère de fournir une nouvelle occasion d'échange à travers des autres collaborations avec autres structures de haut niveau scientifique. En outre, je pense que, grâce au dynamisme et à la profonde connaissance des chercheurs et des doctorants sur les questions reliées à la compréhension des phénomènes urbaines, je serai en mesure d'aborder, dans le cadre d'un travail plus ample de recherche scientifique, les thématiques qui me passionnent particulièrement. Je pense que ce travail a posé la base et il a été une première occasion de réflexion sur des questions capable de fournir des connaissances scientifiques importantes et des nouvelles clés de lecture des phénomènes urbains.

Nice, France, 01. 07. 2016

7. Table des figures

fig. 1: L'aire d'étude de l'agglomération urbaine de Nice, Cagnes-sur-Mer et Saint-Laurent-du-Var.	14
fig. 2: Configuration urbaine de la Vieux- Nice, en 1720, en évidence le nouveau quartier de l'Opéra (b.) (font : Graff 2000).	15
fig. 3: Plan d'alignement par François Aune du 1858 et approuvé en 1860 ; ils sont soulignés les travaux de destruction et de reconstruction (font : Graff 2013).	16
fig. 4: Les plans d'alignement des quartiers au nord : a. Saint Etienne (1879) ; b. Longchamp (1880), (font : Graff 2013).	17
fig. 5: Identification des six espaces emblématiques en l'aire d'étude niçoise.	19
fig. 6: Les aires emblématiques : le Vieux Nice.	20
fig. 7: Les aires emblématiques : le centre-ville Ornato.	21
fig. 8: Les aires emblématiques : l'aire de Nice Nord et de la Liberation.	23
fig. 9: Les aires emblématiques : la cité-jardin de Cimiez.	24
fig. 10: Les aires emblématiques : les collines de Fabron et de la Madeleine.	26
fig. 11: Les aires emblématiques : l'aire littorale de Cagnes-sur-Mer et Saint-Laurent-du-Var.	27
fig. 12: Les deux façons d'utilisation de l'espace urbain : a. le mouvement naturel ; b. le mouvement attractive.	33
fig. 13: L'identification des espaces accessibles : a. le bâti ; b. la grille urbaine.	34
fig. 15: Le problème de Königsberg : a. représentation des quartiers de la ville et des ponts ; b. graphe de représentations des relations spatiales.	35
fig. 14: Petit exemple d'espaces connexes : a. représentation schématique d'espaces en communication ; b. identification des relations.	35
fig. 21: Les indicateurs des méthodes duales implémenté par les points-bâtiment : a. l'atteignabilité ; b. la profondeur ; l'intermédiarité.	43
fig. 22: Résumé des indicateurs configurationnels calculés.	44
fig. 23: Schéma des méthodes d'analyse configurationnelles existantes.	45

fig. 24: Représentation schématique d'un village, et des parcours minimaux individué à travers les impédances topologiques et métriques.	47
fig. 25: Représentation schématique de deux parcours minimaux différents, selon les impédances topologiques et métriques.	48
fig. 26: Modélisation de la place Rossetti a Nice : a. duale ; b. primale.	48
fig. 27: Différentes façon de discrétisations de l'approche duale e primale Centre-ville de Nice : a. axe visuel de l'avenue Jean Médecin et de l'Avenue Malaussena ; b. indicateur de intermédiarité a 30p calcule à travers la méthode Analyse Axiale ; c. indicateur de intermédiarité a 30p calcule à travers la méthode MaPPA.	49
fig. 28: Différentes modélisations d'une carrefour en la Vieux-Nice : a. , b. représentations tous le deux correctes en approche duale ; c. seule représentations possible en approche primale.	50
fig. 29: Aire d'étude de l'agglomération urbaine niçoise, avec les trois communes principales et l'aire du calcul configurationnelle.	54
fig. 30: Réseau viaire de l'aire d'étude de l'agglomération urbaine niçoise, en identifiant les route al'exclusive usage des voitures, exclues dans le calcules.	55
fig. 31: Superposition du réseau piétonne sur le graphe pour l'analyse MaPPA.	56
fig. 32: Comparaison des réseaux piétonnes avant et après le géo-traitement : a. réseau piétonne ; b. réseau MaPPA.	56
fig. 33: Procédure pour la définition des points-bâtiments : a. identification du bâti et du réseau ; b. attribution d'une point-bâtiment pour chaque 100 m ² de surface; c. calcules de chemins minimaux sur le réseau pur chaque point-bâtiment.	57
fig. 34: Différentes méthodes de représentation des analyses configurationnelles (MaPPA, 30p) : a. Reach, saut naturel ; b. Reach, intervalle géométrique ; c. intermédiarité, saut naturel ; d. intermédiarité, géométrique.	58
fig. 35: Représentation schématique de la procédure de calcule des différences entre deux distributions relié à des résultats configurationnelles sur deux aires emblématiques.	60
fig. 36: Résultats du calcul des différences pour l'indicateur de connectivité primale: a. comparaison des distributions des six aires d'étude ; b. matrice des différences.	61
fig. 37: Indicateur de connectivité du centre-ville de Nice pour l'approche duale.	64
fig. 38: Indicateur de connectivité du centre-ville de Nice pour l'approche primale.	65
fig. 39: Comparaison de trois cartes résultats pour souligner la capacité multiscalaire des approches configurationnelles (agglomération urbaine de Nice, atteignabilité MCA* 400m, 800m, 1600m).	67
fig. 40: Identification de polarités principales (agglomération urbaine de Nice, profondeur totale MCA 400m, 1600m).	68
fig. 41: Identification de polarités principales (agglomération urbaine de Nice, profondeur totale MaPPA 7p, 30p).	69
fig. 43: Échelle de valeur de la profondeur moyenne.	70
fig. 42: Identification des aires homogènes (agglomération urbaine de Nice, profondeur moyenne SSx Axial 30 pas).	70

- fig. 44: Identification des aires homogènes (agglomération urbaine de Nice, profondeur moyenne MaPPA 30 pas, MaPPA* 30 pas). 71
- fig. 45: L'influence des échelles d'analyse pour l'approche primale afin d'identifier les parcours principales (agglomération urbaine de Nice, intermédiarité MaPPA 7 pas, MaPPA 30 pas). 73
- fig. 46: L'influence des échelles d'analyse pour l'approche duale afin d'identifier les parcours principales (agglomération urbaine de Nice, intermédiarité SSx Axial 7 pas, SSx Axial 30 pas). 74
- fig. 47: L'influence du bâti afin d'identifier les parcours principales (agglomération urbaine de Nice, intermédiarité MCA 1600 m, MCA* 1600 m). 75
- fig. 48: La normalisation des indicateurs de profondeur (agglomération urbaine de Nice, intégration SSx Axial 30 pas, MaPPA 30 pas). 77
- fig. 49: Les effets de la visualisation : a. visualisation globale (agglomération urbaine de Nice) ; b. , c. visualisation locale (Nice Nord, Littorale Cagnes et St. Laurent). (MCA* 400m). 78
- fig. 50: Les effets de la visualisation : a. visualisation globale (agglomération urbaine de Nice) ; b. , c. visualisation locale (Nice Nord, Littorale Cagnes et St. Laurent). (MCA* 1600m). 79
- fig. 51: Les effets de l'entisation: a. connectivité duale ; b. connectivité primale (distribution des fréquences et matrices des différences). 81
- fig. 52: Les arborescences collinaires : a. échelle micro ; b. échelle méso ; c. échelle macro (MCA, atteignabilité, cartes, distribution des fréquences et matrices des différences). 83
- fig. 53: L'identification des aires homogènes : a. MaPPA ; b. MCA, MaPPA*, d. MCA* (profondeur totale, 7p-400m, distribution des fréquences et matrices des différences) 84
- fig. 54: Les centralités aux échelles micros de l'aire de Cimiez (gauche) et de l'aire littorale de Cagnes et St. Laurent (droit) : a. MaPPA 30p; b. MaPPA*30p, c. MCA 400m; MCA* 400m (profondeur totale, cartes). 85
- fig. 55: Les différentes effets du tissu arborescentes et bien maille : a. Analyse Axiale ; b. MaPPA (colline de la Madeleine et Centre-Ornato, intermédiarité 30p, cartes, distribution des fréquences et matrices des différences). 88
- fig. 56: La normalisation de l'indicateur d'intermédiarité aux échelles micros (gauche), méso (centre) et macro (droit) : a. intermédiarité ; b. intermédiarité normalisé (MCA*, 400m, 800m, 1600m, distribution des fréquences et matrices des différences). 90
- fig. 57: L'identification des fréquences logarithmiques pour l'indicateur d'intermédiarité aux échelles micros (gauche), méso (centre) et macro (droit) : a. intermédiarité ; b. intermédiarité normalisé (MCA*, 400m, 800m, 1600m, distribution des fréquences et matrices des différences). 91
- fig. 58: Résumé des indicateurs calculé et représentation des façons de lecture des résultats. 92
- fig. 59: Résumé des matrices des différences pour la méthode Analyse Axiale. 93
- fig. 60: Lecture des matrices des différences pour les valeurs maximales et minimales pour chaque indicateur de la méthode MCA. 94

- fig. 61: Lecture des matrices des différences pour les valeurs maximales et minimales pour chaque échelle de la méthode MaPPA. 95
- fig. 62: Différences maximales pour chaque méthode et indication des origines (échelles et indicateurs). 96
- fig. 63: Table de résumé des résultats des méthodes configurationnelles. Lecture à travers: a. les techniques ; b. les échelles ; c. les indicateurs. 97

8. Bibliographie

Alexander C., 1998, *The Nature of Order*, Oxford U.P., New York.

Alonso W, 1964, *Location and Land Use: Towards a General Theory of Land Rent*, Harvard University Press.

Al-Sayed K; Turner A, 2012, Emergence and self-organization in urban structures. In the 15th AGILE International Conference (en cours de publication).

Aymonino C., 1977, *Lo studio dei fenomeni urbani*, Roma, Officina Edizioni.

Araldi A., 2015, *Morfologia urbana e localizzazione delle attività commerciali: analisi, modelli e visualizzazioni*, tesi di laurea in Ingegneria dell'ambiente e del territorio, Milano

Georges Benoît-Lévy, 1904, *La Cité-jardin*, éd. H. Jouve, rééd. et augmenté en 1910

Bavelas A., 1950, Some problems of organizational change, *Journal of social issues*, vol. 4, pag. 48-52

Barthélemy M., 2004, Betweenness centrality in large complex networks. *Eur. Phys. J. B* 38, 163–168

Barthélemy M, and Flammini A., 2008, "Modeling Urban Street Patterns." *Physical Review Letters* 100 (13): 138702. doi:10.1103/PhysRevLett.100.138702.

Batty M., Jiang B.,Thurstain-Goodwin M. , 1998 , *Localmovement: agent-basedmodels of pedestrian flow* , WP 4, Centre for Advanced Spatial Analysis, University College London, London

Batty M., 2001, Exploring isovist field, space and shape in architectural and urban morphology , *Environmental and planning B: planning and design*, vol. 28, pag. 123-150

Batty M., Rana S, 2004, The automatic definition and generation of axial lines and axial maps, *Environmental and planning B: planning and design*, vol. 31, pag. 615-640

Batty M., 2005, Network geography: relations, interactions, scalling, and spatial process in GIS, in *Re-presentingGIS*, P.Fisher, D. Unwin, Jhon Wiley, New York, pp. 149-170.

Benevolo L., 1993, *La città nella storia d'Europa*, Editori Laterza, Bari

Beri M., 2010, *Python*, Apogeo, Monza.

- Bortoli M., Cutini V., 2001, Centralità e destinazione d'uso del suolo. L'analisi configurazionale del centro storico di Volterra, ETS, Pisa.
- Brandes U., Pich C, 2006, Centrality estimation in large network, Uniniversity of Konstanz.
- Brunhes J., 1925, The history and prospects of the social sciences HE Barnes, New York, pp. 55-105.
- Buffoni A., 2011, L'analisi configurazionale in tre dimensioni, l'uso del mark point parameter analysis per lo studio dell'orografia dei centri abitati, SCIENZE E METODI PER LA CITTA' E IL TERRITORIO EUROPEI,
- Burgess E. W., 1923, The City, in Bogue D. J. The Basic Writings of E.W.Burgess, Community and Family Study Center, Chicago.
- Camagli, 1992, Economia urbana. Principi e modelli teorici, Roma: nuova Italia Scientifica
- Caniggia G., Maffei G., 2008 (or. 1979). Lettura dell'edilizia di base Firenze: Alinea.
- Caniggia G., 1984, Lettura di una città: Como, Centro studi di storia urbanistica, Rome
- Caniggia, 1997, progetto e lettura, Ragionamenti di tipologia, Firenze
- Cardillo A., 2006, Structural properties of planar graphs of urban street patterns, Physical Review E, Journal of the American Physical Society, 73/6.
- Castex J., Celeste P., Panerai Ph. 1980. Lecture d'une ville : Versailles. Paris: Moniteur.
- Cervero, R, Kockelman, K, 1997, TRAVEL DEMAND AND THE 3DS: DENSITY, DIVERSITY, AND DESIGN. Transportation Research Part D: Transport and Environment, Volume 2, Issue 3, p. 199-219.
- Cetraro F., 2011, Gis e WebGis a confronto. Cartografia Applicata a sistemi informativo territoriali, , EPC Editore, Roma
- Chrastaller W., 1933, Die zentralen Orte in Süddeutschland Iena: G.Fischer (trad. Parziale di Ch.W. Baskin, 1966, Central Places in Southern Germany. Englewood Cliffs: Prentice Hall).
- Clauset A., Newman M., Moore C., 2004, Finding community structure in very large networks, Physical review E, vol. 69, pag. 26-113
- Conzen M.R.G., 1960, Alnwick, Northumberland: A Study in Town Plan Analysis, Institute of British Geographers, Publication no.27, London, London: George Philip.
- Conzen M.R.G., 2004, Thinking about Urban Form, New York, Peter Lang.
- Crucitti P., Latora V., Porta S., 2006a, Centrality Measures in Spatial Networks of Urban Streets, Physical Review E, Journal of the American Physical Society, 73/3.
- Crucitti P., Latora V., Porta S., 2006b, Centrality in Networks of Urban Streets, Chaos, Quarterly of the American Institute of Physics, 16/1.
- Cutini V., 1999, Configuration and Movement. A Case Study on the Relation between Movement and the Configuration of the Urban Grid, in AA.VV. (1999) CUPUM '99 Computers in Urban Planning and Urban Management on the Edge of the Millennium. Proceedings of the 6th International Conference, Franco Angeli, Milano.

- Cutini V., 1999, Spazio urbano e movimento pedonale Uno studio sull'ipotesi configurazionale, *Cybergeo : European Journal of Geography, Systèmes, Modélisation, Géostatistiques*, document 111.
- Cutini V., Petri M., Santucci A., 2004, From Axial Maps to Mark Point Parameter Analysis (Ma.P.P.A.) – A GIS Implemented Method to Automate Configurational Analysis, ICCSA 2004, Lecture notes in computer science, vol. 3044, pag. 1107-1116
- Cutini, V., 2010, La rivincita dello spazio urbano. L'approccio configurazionale allo studio e all'analisi dei centri abitati. Pisa: Plus-Università di Pisa.
- Cutini V., Bortoli M, 2011, Centralità e uso del suolo. L'analisi configurazionale del centro storico di Volterra, , ETS, Pisa
- Cutini V., 2014, Spatial Analysis of urban squares, *TEMA, Journal of Land Use, Mobility and Environment*, vol. 6, pag. 249-258
- Cutini V., Rabino G, 2012, Searching for Ariadne's thread, *TEMA, Journal of Land Use, Mobility and Environment*, vol. 7, pag. 44774
- Dauphiné A., 2003, Les théories de la complexité chez les géographes
- DongBinh T., Piombini A., Ignatowicz M., Moreno D., Frigui R., Aguiléra A. et Badariotti D., 2014, « Morphologie urbaine et mobilité dans la Communauté Urbaine de Strasbourg », *Cybergeo : European Journal of Geography , Systèmes, Modélisation, Géostatistiques*
- Durkheim E., 1960, De la division du travail social, Paris, PUF.
- Euler L., 1741, solutio problematis ad geometriam situs pertinentis, *Commentarii academiae scientiarum Petropolitanae*, vol. 8, pag. 446
- Figueiredo L., Amorim L. 2005. "Continuity lines in the axial system." in 5th International Space Syntax Symposium, edited by A. Van Nes 161-174 Delft: TU Delft.
- Freeman L., 1977, A set of measures of centrality based on betweenness, *sociometry*, vol. 40, pag.
- Freeman L., 1979, Centrality in social network: conceptual clarification, *social networks*, vol. 1, pag.
- Fusco G., Saint-Amand P., Scarella F., Caglioni M., 2013, Appréhender le fonctionnement métropolitain azuréen par l'analyse des pratiques de mobilité, Rapport final de l'étude, UMR 7300 ESPACE
- Fusco G., Caglioni M., Araldi A. 2016. "Street Network Morphology and Retail Locations. Application to the city of Nice (France)." *Plurimondi* (en course de publication).
- Fusco G., 2012, "L'analyse des espace publics. Les Places." <http://www.espaces-publics-places.fr>
- Fusco G., Tirico M., Configurational Approaches to Urban Form: Empirical Test on the City of Nice (France), 9th International Conference on Innovation in Urban and Regional Planning, Turin (en course de publication).

- Genre-Grandpierre C., Fusco G., 2015, Vers de nouvelles dynamiques de localisation des ménages et des activités dans les territoires urbains pour découpler accessibilité et mobilité automobile, PREDIT 4 GO 6 Politiques de transport « Dynamiques de localisation et mobilité à l'horizon 2025. Prospective, politiques et outils »
- Gleich D.F., 2014, PageRank beyond the Web, *SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications* 36:4, 1507-1541.
- Graff P., 2007, « Turin, exemple et modèle d'une centralité urbaine planifiée selon les canons évolutifs du classicisme », *Rives nord-méditerranéennes*
- Graff P., 2000, *L'exception urbaine, Nice de la Renaissance au Consiglio d'Ornato*, Parentheses, Marseille
- Graff P., 2013, *une ville d'exception*, Serre, Nizza
- Gegotti V., 1993, *Il territorio dell'architettura*, Feltrinelli, 1993, 4^a ed.;
- Grafmeyer, Y. J., I. 1984., *L'école de Chicago. Naissance de l'écologie urbaine*, Paris, Aubier.
- Jiang B., Claramunt C. 2004. "Topological analysis of urban street networks." *Environment and Planning B: Planning and design* 31 (1): 151-162.
- Jiang B, Claramunt C. et Klarqvist B., 2000, An integration of space syntax into GIS for modelling urban spaces, *JAG Volume 2 - Issue 3/4 - 2000*
- Hall ET, 1966, *The hidden dimension*, Doubleday, New York.
- Halbwachs M., 1928., *La population et les tracés de voirie à Paris*, Paris, Alcan.
- Harvey D., 1990, *The Condition of Postmodernity*, Boston, Basil Blackwell.
- Hillier B., Leaman A., Bedford M., 1976, *Space Syntax, Environmental and planning B: planning and design*, vol. 31, pag. 147-185
- Hillier B., Hanson J., 1984, *The social logic of space*, Cambridge University Press.
- Hillier B., 1996, *Space is the machine. A configurational theory of architecture*, Edizioni Plus - Pisa University Press, Cambridge
- Hillier B., Shinichi I., 2005, *Network and Psychological Effects in Urban Movement*, paper presented at Cosit '05 «Conference On Spatial Information Theory», sep. 14-18, Ellicottville, New York.
- Hofmeister B., 2004, *The study of urban form in Germany* », *Urban Morphology*, 1.
- B. J. Kuipers. 1978. Modeling spatial knowledge. *Cognitive Science* 2: 129-153, 1978.
- Kruger M., 1989, On node and axial grid maps, distance measures and related topics, *Proceeding of the European Conference on Representation and Management of Urban Change*, 28-29 september, Unit for Architectural Studies, University College London
- Lombardo S., 1991, recenti sviluppi nella modellistica urbana, in Bertuglia C.S., *I sistemi urbani*, vol é, Milano/ Franco Angeli Editore, pp. 641-706

- Ledrut R., 1968, *L'espace social de la ville*, Paris, Anthropos.
- Lee D., 1973, Requiem for large scale models, *Journal of the American Institute of Planners*, vol 39, n 3.
- Lévy A., 2005, Formes urbaines et significations : revisiter la morphologie urbaine, *Espaces et sociétés*, 122, p. 25-48.
- LEVI-STRAUSS. C. 1958, *Anthropologie structurale*, Paris, Plon.
- Lynch K., 1960, *The image of the city*, , Cambridge University Press, Cambridge
- Mackness W. A., 1999 "Automating the detection and simplification of junction in road networks", *Geoinformatica*, 3/2, pp.185-200
- Masucci A. P., Stanilov K. and Batty M., 2014, Exploring the evolution of London's street network in the information space: A dual approach, *Phys. rev. E* 89, 012805.
- MERLIN, P. 1988. , *Morphologie urbaine et parcellaire*, Saint-Denis, Presses Universitaires de Vincennes.
- Moran P. A. P., 1948, Interpretation of statistical maps, *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 10(2): 243-251.
- V. Moudon, 1997, Urban morphology as an emerging interdisciplinary field, *Urban Morphology*, 1.
- Nieminen J., 1974, «On Centrality in a Graph», *Scandinavian Journal of Psychology*, n. 15.
- Christian Norberg-Schulz, 1979, *Genius loci*, Electra
- Panera P.i, Castex J., Depaule J., 1997, *De l'Ilot à la barre*, Marseille : Éditions Parenthèse
- Panera P. ; Langè J. 2001. *Formes urbaines, tissus urbains. Essai de bibliographie raisonnée*, MELT-DGUHC, Centre de Documentation de l'Urbanisme.
- Penn A., 2003, Space Syntax and Spatial Cognition Or, why the axial line?, *Proceedings of the Space Syntax 4rd International Symposium*, vol. 11, pag. 1-17
- Pellegrino P. 2000. *Le sens de l'espace. La dynamique urbaine*, II, Paris, Anthropos/Économica.
- Peponis J., Wineman J., Bafna S., 1998, On the generation of linear representations of spatial configuration, *Environmental and planning B: planning and design*, vol. 25, pag. 559-576
- Pinon P., 1991, *Lire et comprendre l'espace public*, Ministère de l'Équipement, du Logement et des Transports, Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme, Service Technique de l'Urbanisme, Paris, 80 p.
- Pumain D., Saint-Julien T., *L'Analyse spatiale*, 1. *Localisations dans l'espace*, Paris, Armand Colin, collection Cursus, 1997.
- Porta S., Crucitti P., Latora V. 2006a. The network analysis of urban streets: A primal approach, *Environment and Planning B: Planning and Design* 33(5): 705-725.

- Porta S., Crucitti P., Latora V. 2006b, The network analysis of urban streets: A dual approach, *Physica A* 369(2006): 853–866.
- Porta S., Crucitti P., Latora V., 2009, Street centrality and densities of retail and services in Bologna, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 36, pp.450-456.
- Purini F., 1991, Un libro necessario: Saverio Muratori architetto, in 'Phalaris', n. 10, pp. 28–29
- Rabino. G, 1991, *Teoria e modelli di interazione spaziale*, Franco Angeli, Milano.
- Roncayolo M., 2002, *Lectures de ville, Formes et temps*, Paris, Parenthèses.
- Reilly W. J., 1931, *The Law of Retail Gravitation*, Knickerbocker, New York.
- Rossi A., 1966, *L'architettura della città*, Marsilio, Padova
- Ratti C., 2004, Urban texture and space syntax: some inconsistencies, *Environmental and planning B: planning and design*, vol. 31, pag. 487-799.
- Ratti C., 2005, The lineage of the line: space syntax parameters from the analysis of urban DEMs, *Environment and Planning B: Planning and Design* 2005, volume 32, pages 547 - 566
- Ratti C., Mattei M., 2013, *Smart city, smart citizen*, Egea, Milano.
- Romano M., 2004, *Costruire la città*, Skira.
- Sabidussi G., 1966, The centrality index of a graph, *Psychometrika*, vol. 31, pag. 581-603
- Salinger N., 2005, *Principles of urban structure*, Techne Press, Amsterdam
- Schaeffer S. E., 2007, Graph clustering, *Computer Science Review* I, 27-64
- Sevtsuk A., Mekonnen M., 2012, Urban Network Analyst. A new toolbox for ArcGIS, *Revue Internationale de géomatique*, 2/2012, pp.287-305.
- Shimbel A., 1953, «Structural Parameters of Communication Networks», *Bulletin of Mathematical Biophysics*, n. 15.
- Sitte C., 1889, *L'urbanisme et ses fondements artistiques*, Paris, Vincent.
- Strano E., Nicosia V., Latora V, Porta S., Barthélemy M., 2012, Elementary processes governing the evolution of road networks - Scientific reports, 2012
- Teklenburg J., Timmermans H., Van Wageningen A., 1993, Space Syntax: standardized integration measures and some simulations, *Environmental and planning B: planning and design*, vol. 20, pag. 347-357
- Thomas I., Frankhauser P., Biernacki C., 2008, "The morphology of builtup landscapes in Wallonia (Belgium): A classification using fractal indices", *Landscape and urban planning*, vol. 84, No2, 99-115.
- Turner A. 2000. "Angular analysis: a method for the quantification of space." Working Paper 23. London: Centre for Advanced Spatial Analysis, UCL.

Turner A, 2007, From Axial to Road-Centre Lines: A New Representation for Space Syntax and a New Model of Route Choice for Transport Network Analysis, *Environ Plann B Plann Des* June 2007 vol. 34 no. 3 539-555

Urs R., 1972, An iterative procedure for the polygonal approximation of plane curves, *computer Graphics and Image Processing*, vol. 1, pag. 244-256

Vidal de la Blanche P., 1903, Tableau de la géographie de la France, in J.-Y. Guiomar *Les lieux de mémoire*, 2, pp. 569-597.

W. Köhler, *Psychologie de la forme*, 1929, Paris, Gallimard (collection «idées»), 1964

Wasserman S., Faust K., 1994, *Social Networks Analysis*, Cambridge U.P., Cambridge, UK.

S. Wolfram, 1986, *Theory and Applications of Cellular Automata*, World Scientific.

Zevi B., 1997, *Saper vedere la città*, Einaudi

Matrices des différences pour la méthode MaPPA (bâti).

Écart minimum par méthodes

Origine des écarts

capteurs	capteurs	liber	model	ortho	velib
capteurs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
liber	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
model	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ortho	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
velib	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Écart maximum par méthodes

Origine des écarts

capteurs	capteurs	liber	model	ortho	velib
capteurs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
liber	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
model	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ortho	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
velib	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

intermediarité Normalisée

Origine des écarts

capteurs	capteurs	liber	model	ortho	velib
capteurs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
liber	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
model	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ortho	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
velib	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

intermediarité

Origine des écarts

capteurs	capteurs	liber	model	ortho	velib
capteurs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
liber	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
model	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ortho	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
velib	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

proximité moyenne

Origine des écarts

capteurs	capteurs	liber	model	ortho	velib
capteurs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
liber	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
model	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ortho	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
velib	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

proximité totale

Origine des écarts

capteurs	capteurs	liber	model	ortho	velib
capteurs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
liber	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
model	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ortho	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
velib	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

atteignabilité

Origine des écarts

capteurs	capteurs	liber	model	ortho	velib
capteurs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
liber	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
model	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ortho	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
velib	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Profondeur 7p - 400m

capteurs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
liber	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
model	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ortho	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
velib	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Profondeur 15p - 800m

capteurs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
liber	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
model	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ortho	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
velib	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Profondeur 30p - 1600m

capteurs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
liber	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
model	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ortho	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
velib	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Écart maximum par profondeur

Origine des écarts

capteurs	capteurs	liber	model	ortho	velib
capteurs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
liber	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
model	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ortho	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
velib	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Écart minimum par profondeur

Origine des écarts

capteurs	capteurs	liber	model	ortho	velib
capteurs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
liber	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
model	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ortho	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
velib	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Écart maximum par profondeur

Origine des écarts

capteurs	capteurs	liber	model	ortho	velib
capteurs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
liber	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
model	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ortho	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
velib	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Écart minimum par profondeur

Origine des écarts

capteurs	capteurs	liber	model	ortho	velib
capteurs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
liber	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
model	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ortho	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
velib	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

profondeur

- micro 7p (SSx, MaPPA) / 400m (MCA)
- meso 15p (SSx, MaPPA) / 800m (MCA)
- macro 30p (SSx, MaPPA) / 1600m (MCA)

indicateur

- att. atteignabilité
- pr.t. profondeur totale
- pr.m. profondeur moyenne
- int. intermediarité
- int.N. intermediarité normalisée

capteurs	capteurs	liber	model	ortho	velib
capteurs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
liber	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
model	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ortho	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
velib	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Matrices des différences pour la méthode MCA.

Écarts minimum par méthodes

Origine des écarts	Écarts minimum				
	captes	empez	liber	model	oronto
captes	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
empez	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
liber	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
model	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
oronto	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15

Écarts maximaux par méthodes

Origine des écarts	Écarts maximaux				
	captes	empez	liber	model	oronto
captes	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
empez	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
liber	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
model	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
oronto	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15

intermediarité Normalisée

Origine des écarts	intermediarité Normalisée				
	captes	empez	liber	model	oronto
captes	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
empez	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
liber	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
model	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
oronto	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15

intermediarité

Origine des écarts	intermediarité				
	captes	empez	liber	model	oronto
captes	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
empez	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
liber	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
model	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
oronto	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15

proximité moyenne

Origine des écarts	proximité moyenne				
	captes	empez	liber	model	oronto
captes	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
empez	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
liber	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
model	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
oronto	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15

proximité totale

Origine des écarts	proximité totale				
	captes	empez	liber	model	oronto
captes	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
empez	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
liber	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
model	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
oronto	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15

atteignabilité

Origine des écarts	atteignabilité				
	captes	empez	liber	model	oronto
captes	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
empez	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
liber	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
model	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
oronto	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15

Profondeur 7p - 400m

Profondeur 15p - 800m

Profondeur 30p - 1600m

Écarts maximaux par profondeur

Origine des écarts	Écarts maximaux par profondeur				
	captes	empez	liber	model	oronto
captes	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
empez	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
liber	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
model	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
oronto	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15

Origine des écarts	Écarts maximaux par profondeur				
	captes	empez	liber	model	oronto
captes	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
empez	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
liber	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
model	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
oronto	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15

Origine des écarts	Écarts maximaux par profondeur				
	captes	empez	liber	model	oronto
captes	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
empez	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
liber	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
model	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
oronto	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15

Origine des écarts	Écarts maximaux par profondeur				
	captes	empez	liber	model	oronto
captes	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
empez	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
liber	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
model	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
oronto	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15

Écarts minimum par profondeur

Origine des écarts	Écarts minimum par profondeur				
	captes	empez	liber	model	oronto
captes	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
empez	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
liber	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
model	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
oronto	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15

Origine des écarts	Écarts minimum par profondeur				
	captes	empez	liber	model	oronto
captes	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
empez	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
liber	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
model	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
oronto	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15

Origine des écarts	Écarts minimum par profondeur				
	captes	empez	liber	model	oronto
captes	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
empez	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
liber	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
model	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
oronto	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15

Origine des écarts	Écarts minimum par profondeur				
	captes	empez	liber	model	oronto
captes	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
empez	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
liber	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
model	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
oronto	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15

Origine des écarts	Écarts minimum par profondeur				
	captes	empez	liber	model	oronto
captes	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
empez	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
liber	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
model	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15
oronto	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15

profondeur

- micro 7p (SSx, MaPPA) / 400m (MCA)
- meso 15p (SSx, MaPPA) / 800m (MCA)
- macro 30p (SSx, MaPPA) / 1600m (MCA)

indicateur

- att. atteignabilité
- pr.t. profondeur totale
- pr.m. profondeur moyenne
- int. intermédiarité
- int.N. intermédiarité normalisée

Matrices des différences pour la méthode MCA (bâti).

Ecart minimum par methodes

Origine des écarts	Ecart minimum			
	écarts	inter	total	atteign
écarts	0,03	0,15	0,23	0,25
inter	0,03	0,11	0,18	0,28
total	0,03	0,11	0,18	0,28
atteign	0,03	0,11	0,18	0,28

Ecart maximum par methodes

Origine des écarts	Ecart maximum			
	écarts	inter	total	atteign
écarts	1,07	1,06	1,04	1,06
inter	0,06	0,09	0,09	1,04
total	1,07	1,06	1,04	1,06
atteign	1,06	1,06	1,04	1,06

intermediarité Normalisé

Origine des écarts	intermediarité Normalisé			
	écarts	inter	total	atteign
écarts	0,03	0,22	0,33	0,39
inter	0,03	0,19	0,26	0,38
total	0,03	0,19	0,26	0,38
atteign	0,03	0,19	0,26	0,38

intermediarité

Origine des écarts	intermediarité			
	écarts	inter	total	atteign
écarts	0,03	0,19	0,26	0,38
inter	0,03	0,19	0,26	0,38
total	0,03	0,19	0,26	0,38
atteign	0,03	0,19	0,26	0,38

proximité moyenne

Origine des écarts	proximité moyenne			
	écarts	inter	total	atteign
écarts	0,11	0,11	0,11	0,11
inter	0,11	0,11	0,11	0,11
total	0,11	0,11	0,11	0,11
atteign	0,11	0,11	0,11	0,11

proximité totale

Origine des écarts	proximité totale			
	écarts	inter	total	atteign
écarts	0,17	0,07	0,14	0,16
inter	0,06	0,07	0,14	0,16
total	0,17	0,07	0,14	0,16
atteign	0,16	0,07	0,14	0,16

atteignabilité

Origine des écarts	atteignabilité			
	écarts	inter	total	atteign
écarts	0,17	0,07	0,14	0,16
inter	0,06	0,07	0,14	0,16
total	0,17	0,07	0,14	0,16
atteign	0,16	0,07	0,14	0,16

Profondeur 7p - 400m

Profondeur 15p - 800m

Profondeur 30p - 1600m

Ecart maximum par profondeur

Origine des écarts

Ecart minimum par profondeur

Origine des écarts

- profondeur
 - 7p (SSx, MaPPA) / 400m (MCA)
 - 15p (SSx, MaPPA) / 800m (MCA)
 - 30p (SSx, MaPPA) / 1600m (MCA)
- indicateur
 - att. atteignabilité
 - pr.t. profondeur totale
 - pr.m. profondeur moyenne
 - int. intermédiarité
 - int.N. intermédiarité normalisé

Origine des écarts	Ecart minimum			
	écarts	inter	total	atteign
écarts	0,03	0,01	0,03	0,01
inter	0,03	0,01	0,03	0,01
total	0,03	0,01	0,03	0,01
atteign	0,03	0,01	0,03	0,01

Origine des écarts	Ecart maximum			
	écarts	inter	total	atteign
écarts	1,07	1,06	1,04	1,06
inter	0,06	0,09	0,09	1,04
total	1,07	1,06	1,04	1,06
atteign	1,06	1,06	1,04	1,06

Origine des écarts	intermediarité Normalisé			
	écarts	inter	total	atteign
écarts	0,03	0,22	0,33	0,39
inter	0,03	0,19	0,26	0,38
total	0,03	0,19	0,26	0,38
atteign	0,03	0,19	0,26	0,38

Origine des écarts	intermediarité			
	écarts	inter	total	atteign
écarts	0,03	0,19	0,26	0,38
inter	0,03	0,19	0,26	0,38
total	0,03	0,19	0,26	0,38
atteign	0,03	0,19	0,26	0,38

Origine des écarts	proximité moyenne			
	écarts	inter	total	atteign
écarts	0,11	0,11	0,11	0,11
inter	0,11	0,11	0,11	0,11
total	0,11	0,11	0,11	0,11
atteign	0,11	0,11	0,11	0,11

Origine des écarts	proximité totale			
	écarts	inter	total	atteign
écarts	0,17	0,07	0,14	0,16
inter	0,06	0,07	0,14	0,16
total	0,17	0,07	0,14	0,16
atteign	0,16	0,07	0,14	0,16

Origine des écarts	atteignabilité			
	écarts	inter	total	atteign
écarts	0,17	0,07	0,14	0,16
inter	0,06	0,07	0,14	0,16
total	0,17	0,07	0,14	0,16
atteign	0,16	0,07	0,14	0,16

Origine des écarts	Ecart minimum			
	écarts	inter	total	atteign
écarts	0,03	0,01	0,03	0,01
inter	0,03	0,01	0,03	0,01
total	0,03	0,01	0,03	0,01
atteign	0,03	0,01	0,03	0,01

Origine des écarts	Ecart maximum			
	écarts	inter	total	atteign
écarts	1,07	1,06	1,04	1,06
inter	0,06	0,09	0,09	1,04
total	1,07	1,06	1,04	1,06
atteign	1,06	1,06	1,04	1,06

Origine des écarts	intermediarité Normalisé			
	écarts	inter	total	atteign
écarts	0,03	0,22	0,33	0,39
inter	0,03	0,19	0,26	0,38
total	0,03	0,19	0,26	0,38
atteign	0,03	0,19	0,26	0,38

Origine des écarts	intermediarité			
	écarts	inter	total	atteign
écarts	0,03	0,19	0,26	0,38
inter	0,03	0,19	0,26	0,38
total	0,03	0,19	0,26	0,38
atteign	0,03	0,19	0,26	0,38

Origine des écarts	proximité moyenne			
	écarts	inter	total	atteign
écarts	0,11	0,11	0,11	0,11
inter	0,11	0,11	0,11	0,11
total	0,11	0,11	0,11	0,11
atteign	0,11	0,11	0,11	0,11

Origine des écarts	proximité totale			
	écarts	inter	total	atteign
écarts	0,17	0,07	0,14	0,16
inter	0,06	0,07	0,14	0,16
total	0,17	0,07	0,14	0,16
atteign	0,16	0,07	0,14	0,16

Origine des écarts	atteignabilité			
	écarts	inter	total	atteign
écarts	0,17	0,07	0,14	0,16
inter	0,06	0,07	0,14	0,16
total	0,17	0,07	0,14	0,16
atteign	0,16	0,07	0,14	0,16

