



Evaluation de la qualité des situations spatiales des premières métropoles d'équilibre françaises : une application par morphologie mathématique

Julien Hubert

► To cite this version:

Julien Hubert. Evaluation de la qualité des situations spatiales des premières métropoles d'équilibre françaises : une application par morphologie mathématique. Aucune. 2009. <halshs-00519275>

HAL Id: halshs-00519275

<https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00519275>

Submitted on 19 Sep 2010

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

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

Evaluation de la qualité des situations spatiales des premières métropoles d'équilibre françaises : une application par morphologie mathématique

Julien HUBERT

Université de Provence Aix-Marseille 1, Aix-en-Provence

[Julien Hubert@live.fr](mailto:Julien.Hubert@live.fr)

Cette étude vise à diagnostiquer par la technique de la morphologie mathématique les avantages et désavantages spatiaux des huit premières métropoles d'équilibre françaises (1963). Les méthodes employées (dilatation, squelette, points nodaux entre autres) avec le logiciel dédié Micro Morph apportent différentes informations sur le nombre de nœuds, le volume des réseaux structurants, le voisinage des métropoles et leur centralité. La synthèse de ces quatre items effectuée par une Analyse par Composante Principales (ACP) détermine les différents niveaux de « qualité spatiale » de ces métropoles d'équilibre. Enfin, puisque l'étude se réalise dans une interface d'analyse d'image, seul le caractère spatial des métropoles est utilisé.

Mots clés : morphologie mathématique, métropoles d'équilibre, comportements spatiaux

This study aims to outline both spatial advantages and disadvantages of the first French major cities of 1963 by morphological techniques. The methods applied with the software Micro Morph (dilatation, skeleton, nodal points) provide some informations about the number of the nodes, the importance of the networks, the neighbourhood of the cities and then their quality of location. The overview of these four items put into a Principal Component Analysis (PCA) gives the different levels of the spatial advantages of the cities. Given the study is made in a particular interface (mathematical morphology) the spatial behaviour of the cities is only used.

Key words: mathematical morphology, major cities, spatial behaviours

Note : Ce travail a été effectué lors du module « Analyse spatiale, Géostatistique et Analyse d'images » issu du Master II Structures et Dynamiques Spatiales (Nice ; 28/09/09 – 02/10/09)

Introduction

Au début de la décennie 1960, la France s'en remet essentiellement à la métropole parisienne qui concentre « *un sixième de la population nationale et près d'un quart des activités françaises* » (J Bastié, 1967). En 1963, la Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale (DATAR) désigne alors 8 métropoles dites « d'équilibre » destinées à prendre un rôle plus marqué dans l'aménagement du territoire. L'objectif annoncé est de décentraliser en mettant en valeur ces métropoles qui visent à désengorger le poids de l'aire urbaine parisienne en favorisant la venue de secteurs de l'Etat, d'universités, d'équipements de recherche etc. Ces 8 métropoles sont choisies dans les principales villes françaises, de la façade atlantique (Nantes-St Nazaire, Bordeaux) à l'Est (Nancy, Strasbourg, Lyon) en passant par le Sud (Toulouse, Marseille-Aix) et le Nord (métropole Lilloise) et constituent une première vague de sélection complétée progressivement par le reste des capitales régionales à partir de 1970.

Il serait intéressant d'étudier les avantages et inconvénients des métropoles en fonction uniquement de leur situation spatiale, sans aucun critère démographique, économique ou politique. Cela permettra de répondre à la question suivante :

Existe-t-il des métropoles d'équilibre davantage favorisées dans leur organisation spatiale ?

On étudiera dans un premier temps la structure des départements, socle de ces métropoles d'équilibre, pour mettre en évidence l'importance de leur réseau structurant et de leurs points nodaux. Une métropole d'équilibre se situera d'autant plus dans un contexte propice aux communications, à la connexité que leur réseau sera puissant et que le nombre de points nodaux sera important.

Dans un second temps l'on s'intéressera plus en détail aux métropoles, en analysant leur relation avec leur proche voisinage ainsi que leur position au sein des réseaux structurants des départements. Une métropole sera là encore d'autant plus avantagée que sa distance avec les autres communes et le centre des réseaux structurants se trouveront réduites.

Aussi, cette étude se base sur le concept de l'espace uniquement ; pour cela nous utiliserons le champ de l'analyse d'image que l'on va désormais expliciter.

I Système d'Information Géographique et Analyse d'image

Couramment utilisée par les géographes, biologistes et météorologues en télédétection, l'analyse d'images peut également se révéler « être un puissant outil de description des arrangements spatiaux » (C. Voiron-Canicio, 1995). Le fondement de cette nouvelle démarche s'inscrit sur le décel de relations invisibles existantes entre objets préalablement sélectionnés, mises en valeur à travers l'utilisation du champ de la morphologie mathématique (*ibid.*).

Nous appliquons ces méthodes avec le logiciel Micro Morph, de l'école des Mines de Paris.

1.1. Création du semis de communes : du SIG à l'Analyse d'image

Puisque nous travaillons dans le champ de l'organisation et la répartition spatiales d'objets, nous utilisons des images de type binaires, composées de pixels prenant les valeurs 0 ou 1, et caractéristiques de la dualité noir/blanc. Les images à teintes de gris comportant 256 pixels sont employées pour des buts de représentation de l'information en fonction de variables extérieures à la simple organisation spatiale d'objets (plus le pixel est foncé et plus l'intensité d'une variable est prononcée). Cela n'est pas l'objectif de cette étude.

Le processus consiste dans un premier temps à exporter vers Micro Morph les fichiers rassemblant les objets à étudier. En l'occurrence les communes des départements contenant les 8 métropoles d'équilibre, préalablement numérisées sous forme de semis de points par l'intermédiaire d'un Système d'Information Géographique du type Map Info.

Notons que nous nous sommes assurés de caler sous une même projection toutes les communes (conique conforme de Lambert 93). Cela est nécessaire pour respecter les distances entre communes et s'assurer de ne pas retrouver des résultats aberrants lors des traitements d'images par morphologie mathématique.

Nous avons ainsi enregistré nos couches en images de format **.bmp* puis transformé en type binaire pour les exporter sous Micro Morph. Les figures 1-a à 1-h illustrent la répartition spatiale des communes à partir desquelles nous allons traiter l'information spatialisée.

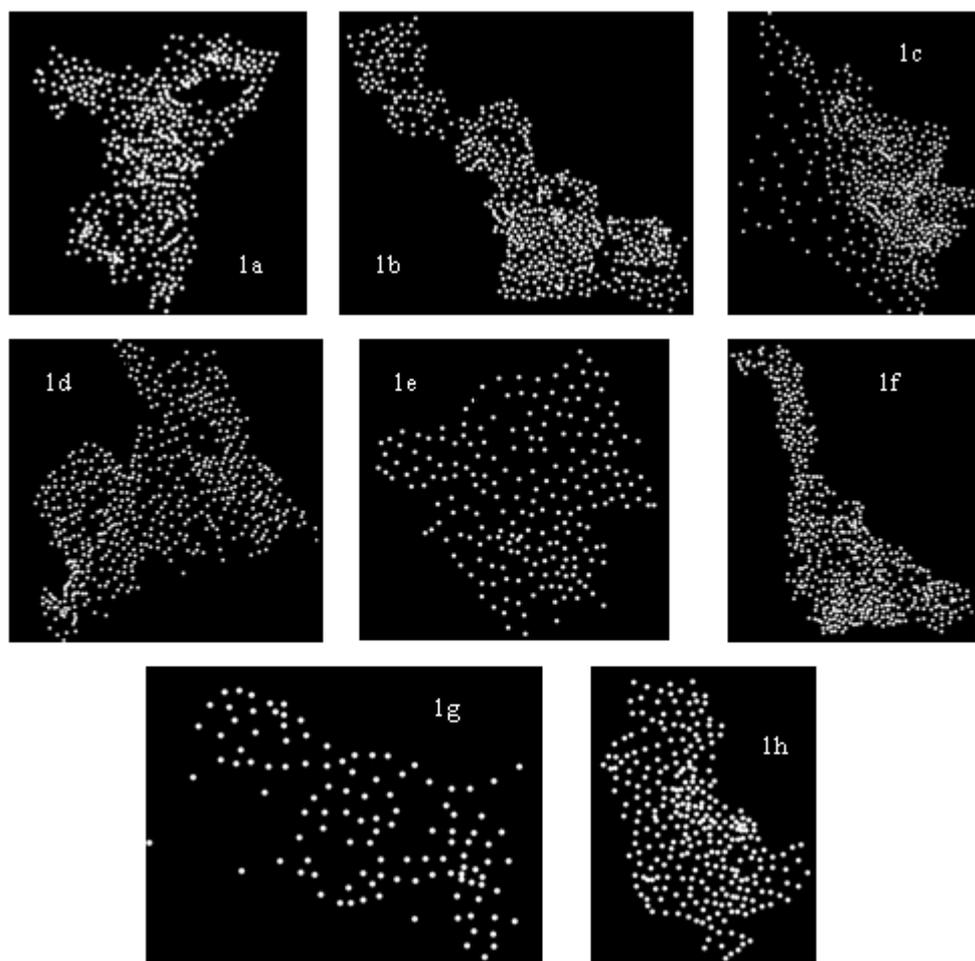


Figure 1 – Les semis de communes des 8 départements sélectionnés sous MicroMorph 1-a : Bas-Rhin (métropole d'équilibre : Strasbourg) / 1-b : Nord (m.e : Lille) / 1-c : Gironde (m.e : Bordeaux) / 1-d : Haute-Garonne (m.e : Toulouse) / 1-e : Loire-Atlantique (m.e : Nantes) / 1-f : Meurthe et Moselle (m.e : Nancy) / 1-g : Bouches-du-Rhône (m.e : Marseille) / 1-h : Rhône (m.e : Lyon)

1.2. Principales opérations de morphologie mathématique utilisées

Trois étapes majeures constituent le socle de notre étude.

La première en est la **dilatation**. Elle agrandit la forme des objets par union des éléments structurants centrés sur chaque point de ces objets. Cette dilatation est facteur d'un pas p qui agrandit p fois la taille du pixel. En fonction du pas de dilatation choisi l'agrandissement sera plus ou moins important comme le montre la figure 2, appliquée au département du Bas Rhin.

Le but est donc de lisser l'information pour la rendre plus synthétique et réduite à ses principales formes. Le Bas-Rhin est par exemple caractérisé au pas 10 par des vides au nord-ouest et dans le sud est du département qui exacerbent les observations faites au pas 1. Il convient d'appliquer le

même pas de dilatation pour tous les départements afin d’aboutir à des résultats issus de la même méthode.

La seconde étape concerne la construction d’un **squelette** à partir du dilaté précédemment réalisé. Un squelette est défini comme « *une transformation qui donne l’ossature de l’objet réduite à un pixel* » (C Voiron-Canicio 1995). Aussi en appliquant cet amincissement, on met en évidence la structure des départements étudiés. La structure sera d’autant plus épurée, simplifiée et résumée que la dilatation préalablement indiquée sera importante. La figure 3 matérialise la squelettisation définie à partir de dilatations de pas 1, 5 et 10 appliquée au département du Bas-Rhin.

Enfin, on peut mettre en évidence **des points multiples (ou nodaux)**, jonctions d’au moins deux arrêtes du squelette. Ces points multiples matérialisent donc en quelque sorte les centralités représentées dans le département. Logiquement, plus l’on dispose de points nodaux et plus on peut affirmer que le département est favorisé par son réseau. Pour plus de simplicité, une fonction du logiciel permet de comptabiliser le nombre de ces points nodaux.

Notons que le nombre de points recensés dépend fortement de la définition du squelette et donc du pas de dilatation choisi au départ. Cela est transposé sur la figure 4, toujours appliqué au Bas-Rhin.

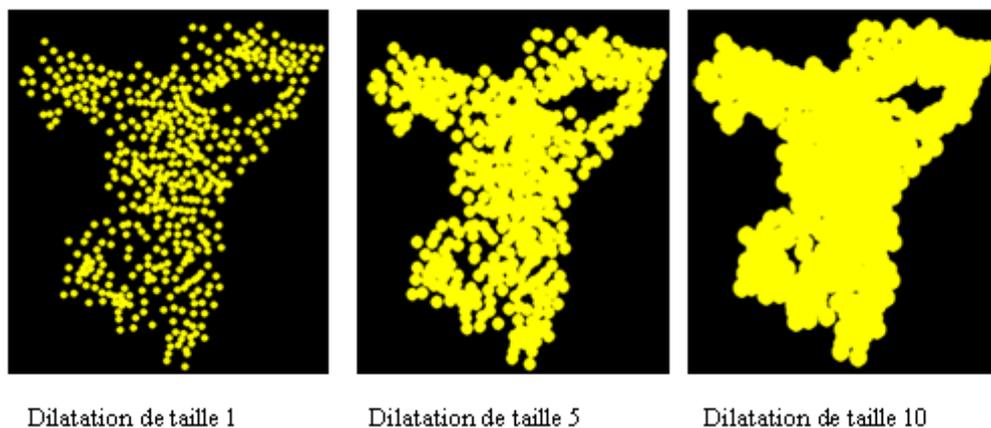
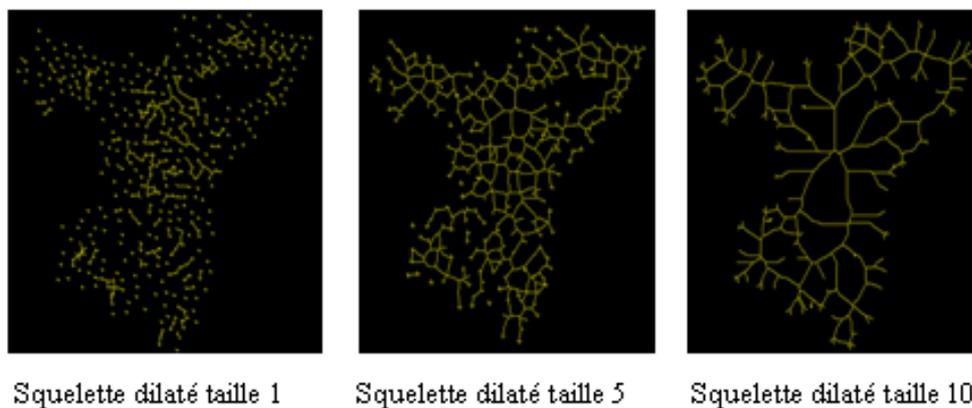
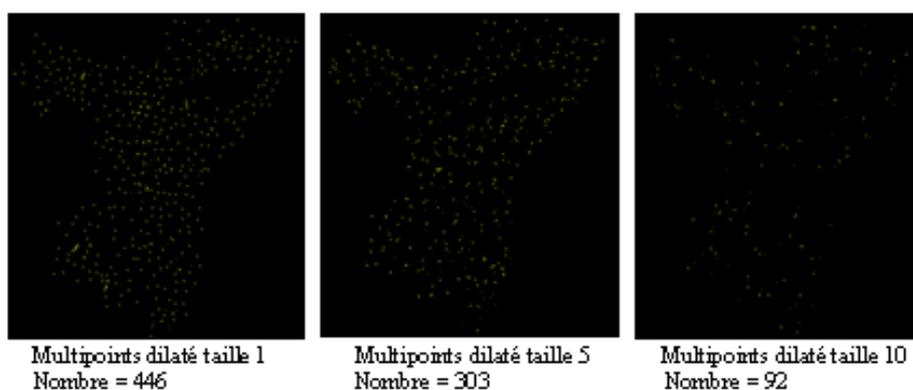


Figure 2 – Variation du pas de dilatation (ordre 1, 5 et 10) appliquée au Bas-Rhin



**Figure 3 – Variation du processus de squelettisation selon des pas de dilatation d’ordre 1, 5 et 10.
Application au Bas-Rhin**



**Figure 4 – Variation du nombre de points nodaux selon des pas de dilatation d’ordre 1, 5 et 10.
Application au Bas-Rhin**

Passons maintenant à la première problématique à traiter : comment peut-on définir les structures urbaines des différents départements dans lesquels s’inscrivent les métropoles d’équilibre ?

II Etude des structures à l'échelle des départements : des inégalités géographiques très développées

On rappelle que l'on veut déterminer l'importance des réseaux structurants et le nombre de points nodaux par département.

Aussi, la question de la fixation des pas de dilatation est primordiale à notre étude. Comment choisir ces pas de façon à ce que les mesures issues des squelettes et points nodaux soient cohérentes et permettent de comparer sur une même échelle tous les départements ?

Après plusieurs tests, on prend finalement le parti de dilater jusqu'au moment où l'un des départements étudiés ne possède plus qu'un seul point nodal. On s'arrêtera donc à une dilatation de pas 65 où le département de Meurthe et Moselle ne possède plus qu'un seul point.

Par conséquent nous mesurons les deux indicateurs de façon régulière, tous les pas 1, 30 et 65 pour ensuite afficher les résultats correspondants. Pour cela nous avons créé des routines qui allègent les temps de traitements en créant le processus (de la dilatation au comptage) et en exportant les résultats dans un fichier texte.

2.1. Volume des réseaux structurants et inégalités géographiques Ouest-Est

DEP / DILATATION	1	30	65
Bas Rhin	7 056	1 820	1 458
Nord	6 242	3 735	2 020
Meurthe Moselle	5 746	2 165	1 040
Haute Garonne	5 708	4 174	2 782
Gironde	5 537	4 239	2 504
Rhône	3 266	1 866	1 483
Loire Atlantique	2 418	3 439	2 310
Bouches Rhône	1 606	2 677	1 783
Moyenne	4 697	3 014	1 923

Figure 5 – Volumes des réseaux départementaux en pixels selon le pas de dilatation (de 1 à 65)

On remarque au pas de dilatation 65 la domination des départements de Haute Garonne et de Gironde qui présentent les valeurs de réseaux les plus fortes. La Loire Atlantique et à un degré moindre le Nord suivent avec des valeurs supérieures à la moyenne mais toutefois bien moindres. Les quatre autres départements présentent des déficits marqués, bien en deçà de la moyenne.

On peut donc noter une opposition intense, de nature géographique, entre un front occidental (aires girondines, nantaises voire toulousaines) abondamment desservi et un front oriental (Rhône, Bouches du Rhône, Meurthe et Moselle et Bas Rhin) déficitaire.

Les figures 6a à 6h illustrent bien que le « squelette » structurant et ses ramifications desservent inégalement les départements ; en effet le réseau des Bouches du Rhône, même s'il est présent dans des zones faiblement occupées (Camargue) ne dessert pas son arrière pays, au nord. On peut également mettre en valeur le cas de la Meurthe et Moselle où, outre la densification du réseau au niveau de Nancy/Toul, une grande partie du territoire se retrouve spatialement enclavé. Au contraire en Gironde, la quasi-totalité du territoire est parcouru par le réseau, y compris dans les zones faiblement peuplées de l'ouest (Médoc) ; cela est révélateur d'un potentiel de déplacement et d'une efficacité de connexion plus poussés.

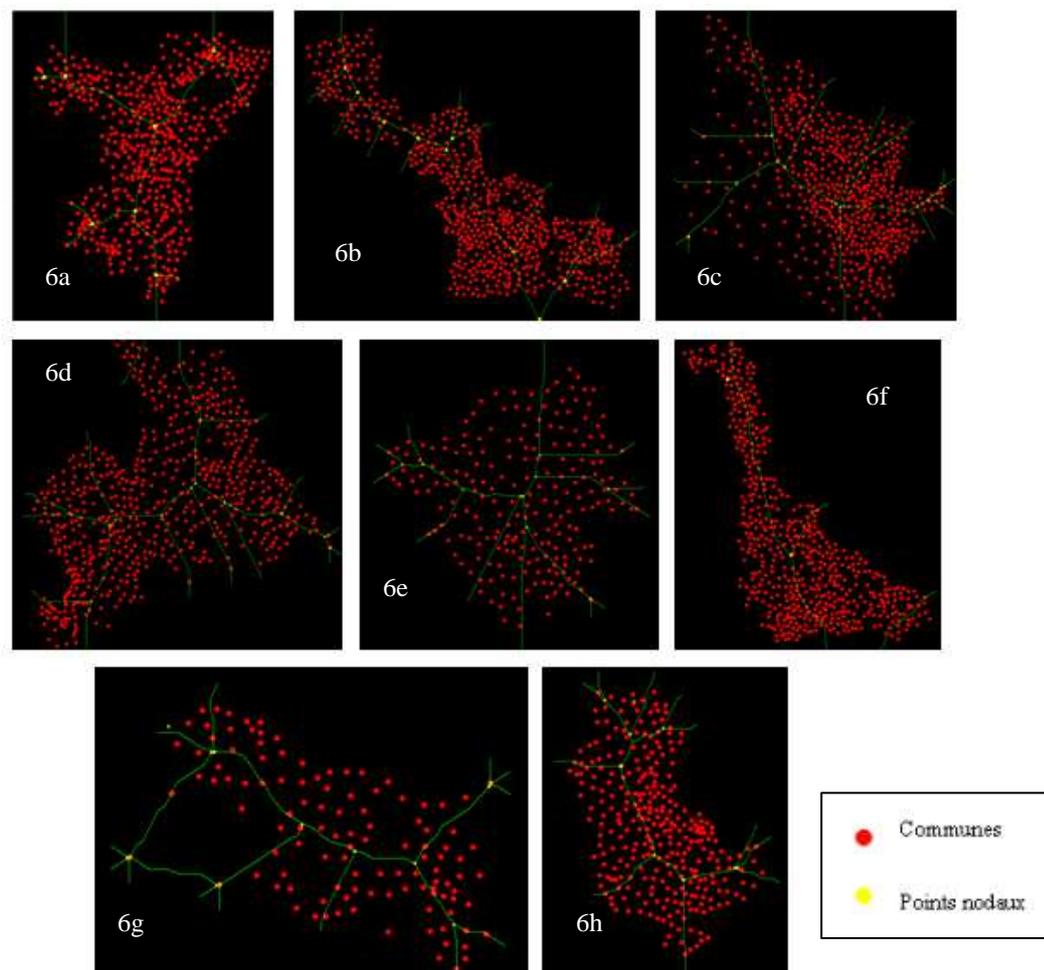


Figure 6 – Semis de communes, réseaux départementaux et points nœuds au pas de dilatation $p = 65$

6-a : Bas-Rhin / 6-b : Nord / 6-c : Gironde / 6-d : Haute-Garonne / 6-e : Loire-Atlantique / 6-f : Meurthe et Moselle / 6-g : Bouches-du-Rhône / 6-h : Rhône

Etudions si cette tendance se poursuit si l'on s'intéresse à la variable « Nombre de points nodaux »

2.2. Un nombre de points nodaux indépendant du nombre de communes

DEP / DILATATION.	1	30	65
Haute Garonne	568	36	12
Nord	550	32	9
Gironde	524	33	11
Meurthe Moselle	484	15	1
Bas Rhin	446	26	7
Rhône	284	18	9
Loire Atlantique	215	33	10
Bouches Rhône	114	37	13
Moyenne	398	28,8	9

Figure 7 – Nombre de points nodaux par département selon le pas de dilatation (de 1 à 65)

On remarque tout d'abord de nettes oppositions géographiques dans la hiérarchie du nombre de points nodaux avec des valeurs les plus fortes correspondant à l'ensemble des départements du sud de la France (Bouches du Rhône, Haute Garonne, Gironde). Au contraire, les départements de l'Est (Meurthe et Moselle et Bas Rhin) sont une fois de plus les plus déficitaires : le potentiel de connexion et donc d'échange y est moindre.

Les figures 6 et 7 nous montrent également une chose importante : le nombre des communes d'un département n'est pas corrélé au nombre final de points nodaux (au pas de dilatation 65). En effet la Loire Atlantique et surtout les Bouches du Rhône, départements les moins pourvus en communes, présentent un nombre de nœuds supérieur à la moyenne (respectivement de 10 et 13). A l'inverse la Meurthe et Moselle contenant un total de 519 communes ne présente qu'un seul point nodal. Il existe toutefois quelques relations nombre communes/nombre points nodaux, matérialisées par la Haute Garonne et la Gironde qui sont tous deux à la fois fortement « couvertes » en communes (575 et 530) et en points nodaux (12 et 11).

L'analyse nous montre enfin que l'importance des départements en points nodaux est très dépendante du pas de dilatation choisi et donc de l'état d'avancement du squelette; en effet au pas 30, la Loire Atlantique contient le plus de points nodaux alors que le Rhône en est très déficitaire (76 contre 30) ce qui signifie que le réseau départemental, pas encore réduit à son essentiel, est le meilleur pour l'un et le moins avantageux pour l'autre.

Le fait que l'on obtienne des valeurs finalement identiques au pas 65 montre que la réduction aux branches les plus importantes du réseau favorisent plus le Rhône que la Loire Atlantique.

En conclusion de cette première partie, deux départements, du sud, ressortent véritablement du lot en termes d'importance des réseaux structurants et de points nodaux : la Haute Garonne et la Gironde. Quatre départements se situent en position qu'on peut considérer comme intermédiaire (Loire Atlantique, Bouches du Rhône, Nord et Rhône) tandis que la Meurthe et Moselle et le Bas Rhin cumulent les désavantages et semblent bien moins efficaces dans l'optique de déconcentration des activités.

Evaluons maintenant l'efficacité à l'échelle des métropoles d'équilibre elles-mêmes.

III Etude à l'échelle des métropoles d'équilibre : l'efficacité bordelaise

On introduit désormais la notion de **distance** appliquée à l'étude des métropoles d'équilibre. L'objectif va en effet consister à définir si ces métropoles d'équilibre sont situées avantageusement ou non au sein des départements dans lesquels elles s'inscrivent et de leurs réseaux structurants. Cela complétera les observations réalisées à l'échelle des départements de la partie II.

Dans un premier temps on étudie les zones d'influence des métropoles pour déterminer leurs degrés de possibilité de connexion à leur proche voisinage.

Dans un second temps, on analyse la position des métropoles par rapport au centre géodésique de leur réseau structurant. Un centre géodésique correspond à la réduction d'une composante en un pixel constituant le centre de cette composante.

3.1 Une nouvelle hiérarchie s'instaurant par la mesure des voisinages

On va dénombrer par dilatation le nombre de communes absorbées par l'aire d'influence exercée par la métropole d'équilibre. La proximité et la connexion établie par la métropole d'équilibre sur son voisinage sera d'autant plus importante que ce nombre sera élevé. Pour garder une certaine cohérence dans les résultats, on conservera les pas de dilatations de 1 à 65 instaurés dans la partie II. Les résultats sont matérialisés par la figure 8

DEP / DILATATION	1	30	65
ZI Bordeaux	0	20	67
ZI Nancy	1	16	61
ZI Lille	0	13	53
ZI Lyon	1	16	47
ZI Toulouse	0	5	43
ZI Nantes	0	9	30
ZI Strasbourg	0	5	25
ZI Marseille	0	4	16
Moyenne	0,3	11	42,8

Figure 8 – Nombre de communes dans la zone d’influence (ZI) des métropoles d’équilibre selon les pas de dilatation (1 à 65).

La Gironde tire donc une nouvelle fois son épingle du jeu avec une métropole d’équilibre bordelaise présentant un maximum de communes dans son aire d’influence, au pas de dilatation 65. Avec la métropole nancéenne elles comportent un nombre de communes supérieur à 60 (respectivement 65 et 61). Suit une deuxième classe composée de métropoles associées à plus d’une quarantaine de communes voisines (Lille : 53, Lyon : 47, Toulouse : 43) ce qui est encore supérieur à la moyenne. Enfin la dernière classe est constituée de trois métropoles à aire d’influence réduite où le nombre de communes associées est inférieure à la moyenne (Nantes : 30, Strasbourg : 25, Marseille : 16). Cela s’explique par des distances plus importantes entre communes.

Le changement est donc manifeste par rapport aux observations faites en partie II puisqu’on retrouve aux premières places des métropoles d’équilibre issues de départements désavantagés (Nancy/Meurthe et Moselle, Lyon/Rhône) contrastant avec des départements avantagés en recul limité (Toulouse/Haute Garonne) ou important (Marseille/Bouches du Rhône, Nantes/Loire Atlantique).

On peut remarquer que les différences de voisinage entre les métropoles d’équilibre se sont exacerbées à partir du pas de dilatation d’ordre 30 : cela signifierait ainsi que le passage à $p = 30$ (d’une distance moyenne à conséquente) est délicat dans la mesure où les villes se font plus rares et plus distantes. Les illustrations des figures 9a à 9h matérialisent les zones d’influences des métropoles d’équilibre au pas de dilatation 65.

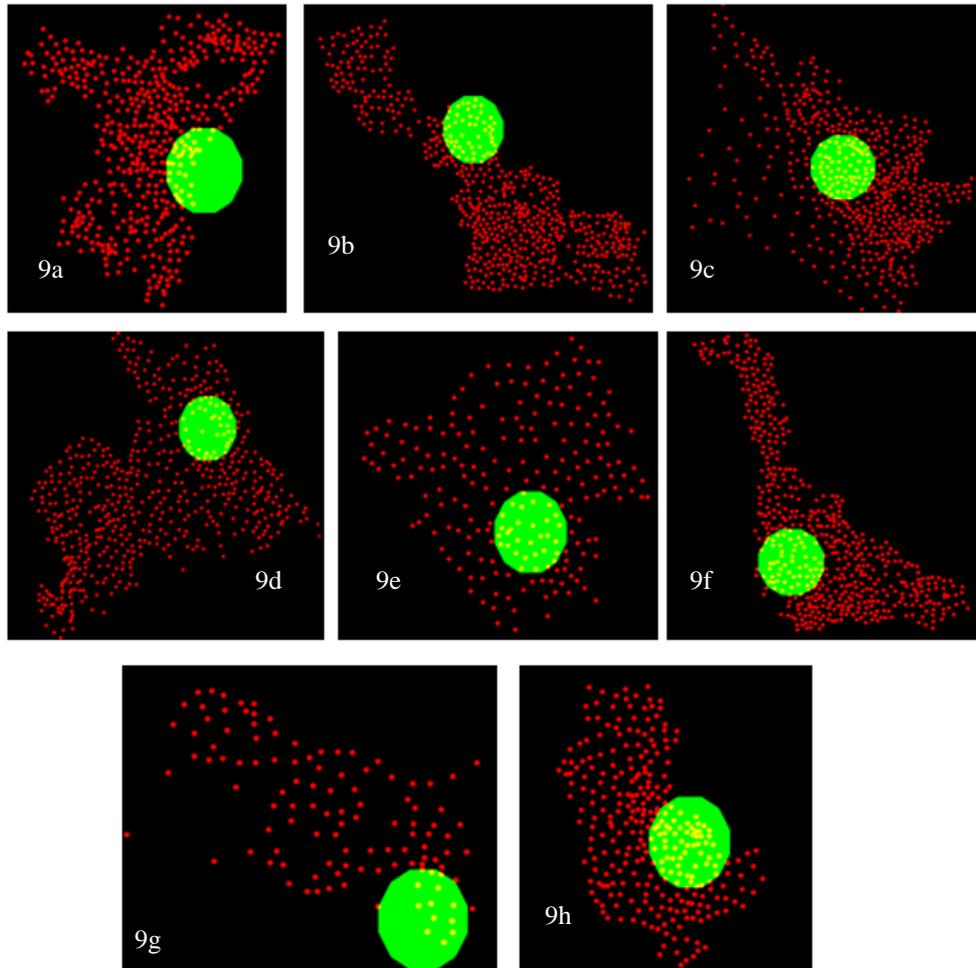


Figure 9 – Zones d'influence des métropoles d'équilibre au pas de dilatation $p = 65$

9-a : Bas-Rhin / 9-b : Nord / 9-c : Gironde / 9-d : Haute-Garonne / 9-e : Loire-Atlantique / 9-f : Meurthe et Moselle / 9-g : Bouches-du-Rhône / 9-h : Rhône

3.2. Des qualités de centralité bien inégales

La détermination du critère de qualité de centralité s'est réalisée par un calcul de distance.

En effet nous avons ici calculé le pas de dilatation amenant à la fois à l'englobement de la métropole d'équilibre et du centre géodésique. Ce pas de dilatation est évidemment différent selon les métropoles d'équilibres puisque leur distance avec les différents centres géodésiques n'est pas la même.

Les résultats sont matérialisés par le graphique de la figure 10.

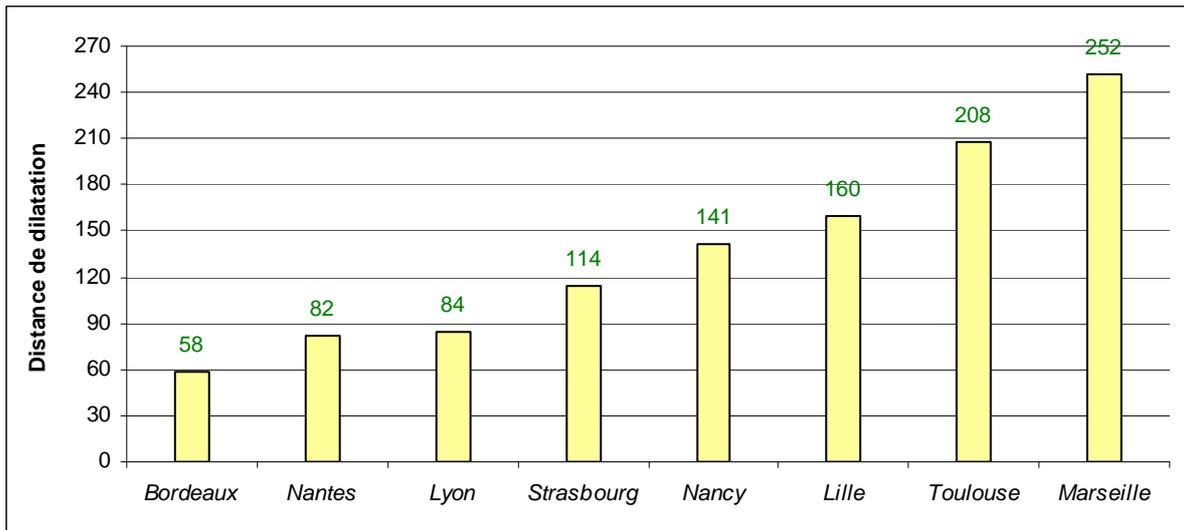


Figure 10 – Distance de dilatation entre les métropoles d’équilibre et le centre géodésique des réseaux structurants de leurs départements.

Plusieurs types d’observations sont à commenter.

Tout d’abord on peut remarquer que la métropole bordelaise conforte son avantage de la variable « voisinage » de par une distance de dilatation minimale. Lyon et Nantes présentent également cette même faiblesse de distance de dilatation ; les deux métropoles sont donc également avantageuses mais toutefois à un niveau moindre que Bordeaux.

Marseille ne peut pas en dire autant ; l’éloignement avec le centre géodésique est important, en parallèle avec les faibles relations avec le voisinage immédiat. La métropole apparaît donc comme désavantageuse en termes de localisation, de situation spatiale.

Strasbourg présente quant à elle une distance « correcte » qui contraste avec ses très faibles relations avec son voisinage. Au contraire Nancy, Lille et surtout Toulouse présentent des pas de distance conséquents (supérieurs à la moyenne) tranchant avec leurs bonnes relations avec leur voisinage, ce qui signifie qu’elles sont parfaitement connectées à leur voisinage mais éloignées de la centralité du réseau structurant le département. Les quatre métropoles présentent donc un caractère intermédiaire entre bonne et mauvaise situation spatiale.

Les illustrations des figures 11a à 11h précisent ces observations.

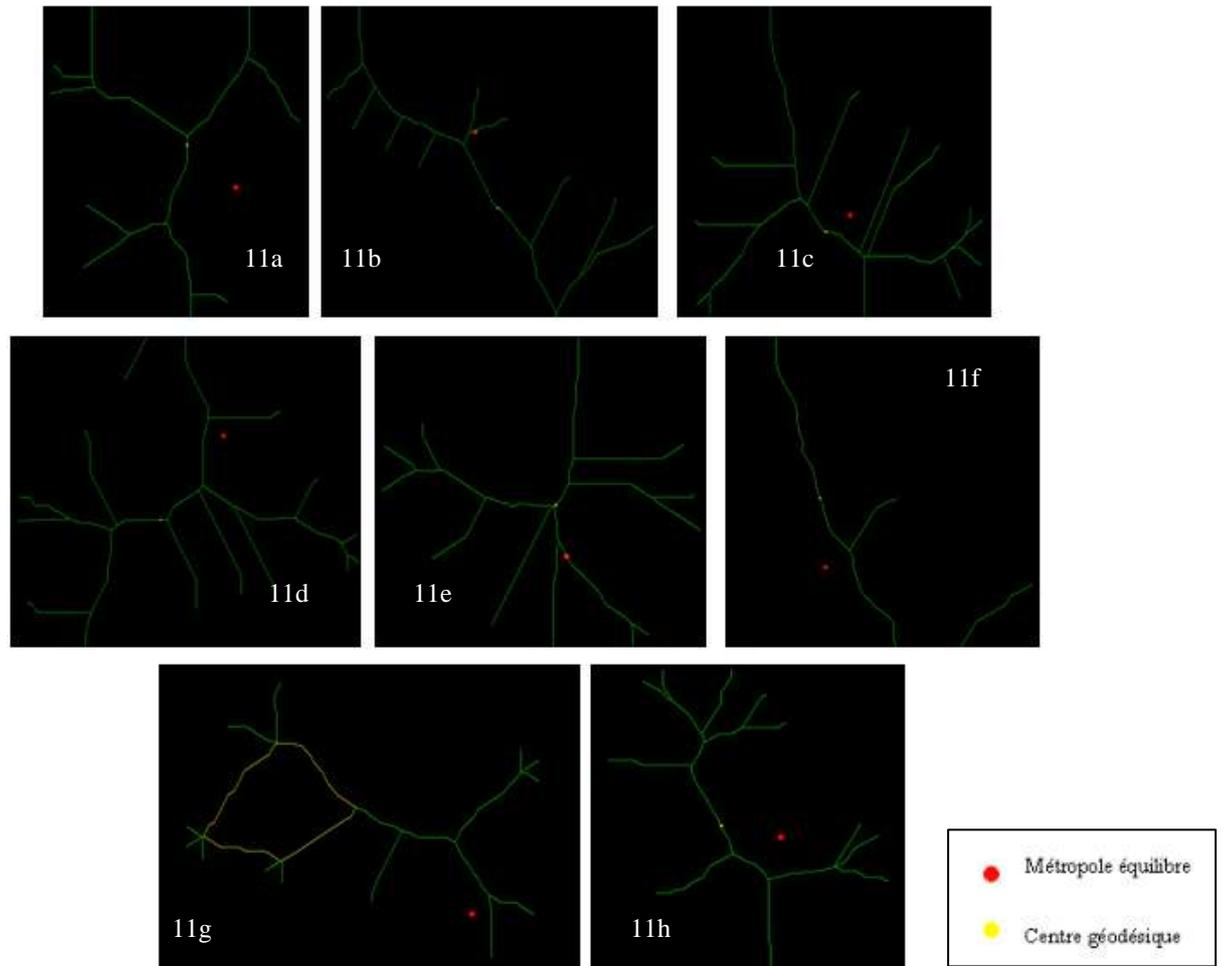


Figure 11 – Réseaux structurants départementaux, métropoles d'équilibre et centres géodésiques

11-a : Bas-Rhin / 11-b : Nord / 11-c : Gironde / 11-d : Haute-Garonne / 11-e : Loire-Atlantique / 11-f : Meurthe et Moselle / 11-g : Bouches-du-Rhône / 11-h : Rhône

On perçoit bien l'avantage de la situation bordelaise, à proximité du centre du réseau structurant, et la relative bonne situation de Lyon et Nantes. Nancy, Strasbourg et Lille se trouvent à distance éloignée quand Toulouse et Marseille tendent à être isolées. Marseille constitue un cas de figure étonnant puisque le centre géodésique ne correspond pas à un point réduit à un pixel mais à une figure rectangulaire centrée sur Arles et la Camargue. On ne peut expliquer en détail ce résultat ; toujours est-il que Marseille est bien éloignée de ce « rectangle géodésique ».

En outre signalons que seulement deux métropoles se situent sur le réseau : Nantes et Lille. La situation nantaise est toutefois plus efficace puisqu'elle se situe sur le drain principal tandis que Lille se localise sur une ramification de niveau inférieur.

Finalement ces centralités ne révèlent-elles pas, lorsqu'elles ne sont pas à proximité des métropoles d'équilibre, de nouvelles potentialités pour les départements ? Aussi, la plaine de la Scarpe et de l'Escaut (Lille), et la façade Ouest des Bouches du Rhône de direction Arles-Avignon pourraient apparaître comme de nouvelles zones propices. En revanche tous les résultats ne sont tous pas à prendre au pied de la lettre ; en témoigne la centralité des Midi Pyrénées, loin de Toulouse, située au sein de massifs de moyenne montagne (collines de l'Armagnac et plateau de Lannemezan).

En conclusion de cette seconde partie, Bordeaux voire Lyon sont des métropoles d'équilibre intéressantes par leur relation avec leur voisinage proche et leur proximité avec le centre du réseau structurant de leur département. Nantes, Toulouse, Strasbourg, Nancy et Lille présentent des déficiences dans l'une ou l'autre des deux variables ce qui font de ces métropoles des points d'appuis mitigés lorsqu'on s'intéresse à leur « qualité spatiale ». Enfin, Marseille cumule les désavantages que ce soit dans le voisinage ou la centralité.

IV Synthèse, typologies et validations

4.1. L'Analyse par Composantes Principales comme outil de synthèse des résultats

Il est plus aisé de réaliser des typologies des résultats obtenus par traitements automatisés. Aussi, nous allons utiliser une Analyse par Composantes Principales (ACP), outil relevant des techniques d'analyses multi-variées, qui permet de « *condenser une collection d'observations pour en donner une représentation simplifiée et organisée* » (Groupe Chadule, 1997).

L'ACP matérialise par les figures 12 et 13 les projections des variables et des individus étudiés sur les deux principaux axes factoriels.

Au vu du résultat de cette ACP, on peut distinguer 3 groupes bien définis.

Le premier groupe se compose uniquement de la Gironde et sa métropole bordelaise. Sa position en haut de l'axe des ordonnées est caractéristique de très fortes valeurs de voisinage, d'un important volume du réseau de points nodaux. Cela est bonifié par une distance à la centralité réduite. Ainsi on peut aisément dire que la Gironde et sa métropole bordelaise

cumulent les avantages en termes de situation et d'interconnexion spatiale d'où une « qualité spatiale » optimale.

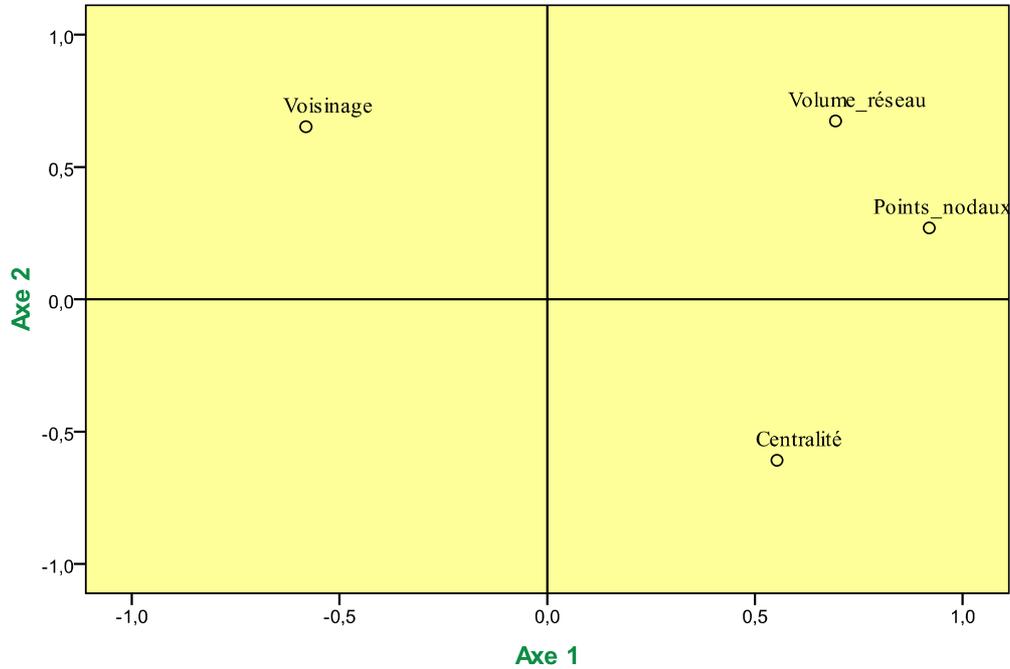


Figure 12 – Diagramme des variables de l'Analyse par Composantes Principales

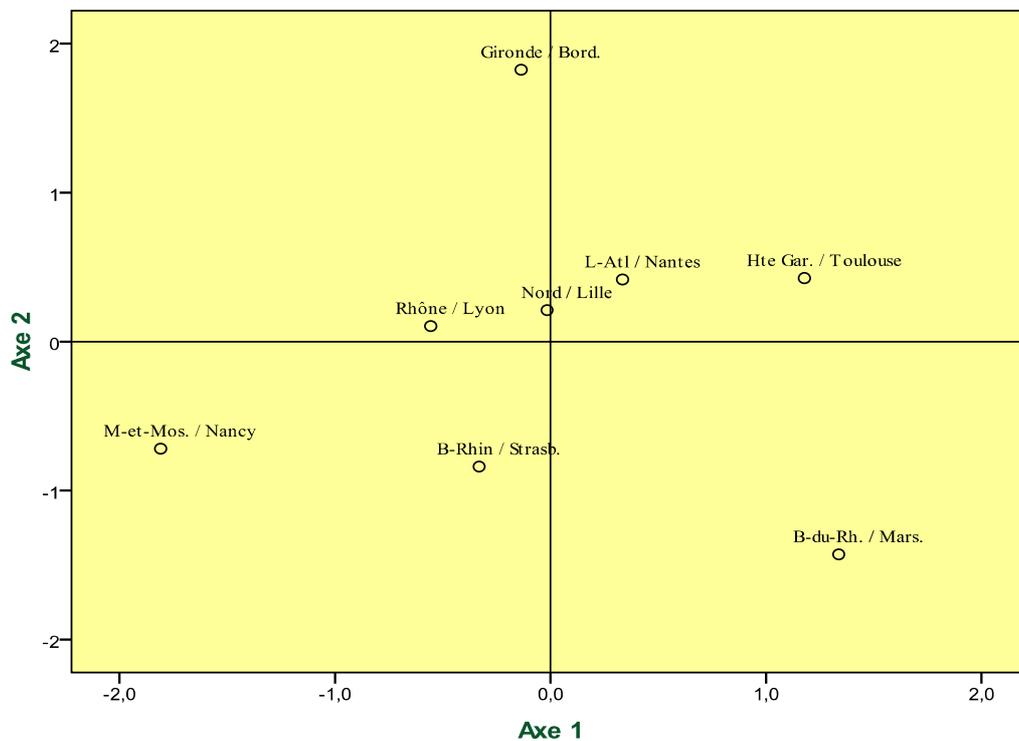


Figure 13 – Diagramme des observations de l'Analyse par Composantes Principales

Le second groupe est constitué de 4 départements (Nord, Loire Atlantique, Haute Garonne et Rhône). Leur situation sur le côté positif de l'axe des ordonnées montre une certaine réceptivité aux variables points nodaux, voisinage et volume réseau ainsi qu'une certaine répulsion aux fortes distances de centralité. Les quatre départements et leur métropole d'équilibre présentent donc globalement des avantages en terme de situation spatiale. Notons des oppositions entre les individus de ce groupe : la Loire Atlantique et la Haute Garonne (valeurs maximales) sont particulièrement bien pourvues en points nodaux et réseau quand Lyon (et le Rhône) présentent un voisinage de meilleure qualité.

Enfin, le dernier groupe met en valeur les départements et métropoles spatialement peu avantageux ; en effet même si leur zone d'influence est conséquente, Nancy et Strasbourg sont localisées loin du centre du réseau départemental (position sur le côté négatif de l'axe des ordonnées) et sont incluses dans des départements très peu pourvus en points nodaux et en importance du réseau. Au contraire le département des Bouches du Rhône présente des résultats intéressants en points nodaux et volume du réseau (côté positif de l'axe des abscisses) mais la métropole marseillaise présente de lourds déficits en centralité et voisinage. Cela signifie que le département est très bien structuré, largement au niveau de la Gironde, mais que la situation de Marseille nuit à sa qualité générale.

4.2. Analogies entre résultats issus de l'analyse d'image et les recensements INSEE

Il peut-être intéressant de comparer les résultats obtenus avec des données « réelles » et recensées. Nous avons choisi de sélectionner la variable « Evolution de la population » par métropole d'équilibre et département correspondant, provenant de l'INSEE. Cela propose ainsi un essai de validation des calculs effectués.

La figure 14 matérialise les évolutions 1990-2006 de la population à l'échelle des 8 métropoles d'équilibre et de leur département respectif.

En étudiant les résultats de l'évolution de la population de 1990 à 2006 on s'aperçoit qu'il existe quelques analogies remarquables avec les résultats obtenus lors de l'étude par analyse d'image.

Métropole eq / Département	Evolution ville (%)	Evolution départ. (%)	Evolution Départ - ville (%)
Marseille (BdR)	+4,8	+10,2	+5,4
Nantes (L-Atl)	+15,5	+17,5	+2,0
Bordeaux (Gir)	+10,4	+14,9	+4,4
Toulouse (Hte-G)	+22,0	+28,2	+6,2
Lille (Nord)	+31,3	+1,4	-29,9
Nancy (M-et-M)	+6,2	+2,0	-4,2
Strasbourg (Bas Rhin)	+8,2	+13,3	+5,1
Lyon (Rhône)	+13,7	+10,8	-2,9
Moyenne	+14	+12,3	-1,7

Figure 14 – Evolution de la population dans les métropoles d'équilibre, leurs départements et différence [département - métropole] (1990 – 2006). Source : RPG INSEE 90, 99 et 06.

On y voit tout d'abord que ce sont les départements et métropoles d'équilibre du second groupe qui présentent les plus fortes évolutions ; en témoignent les fortes croissances des métropoles toulousaines et lilloises ainsi que celles des départements de Loire Atlantique et Haute Garonne. Ce dernier point n'est pas très étonnant puisque l'on avait démontré que ces deux départements se trouvaient très avantageux sur le plan des points nodaux et du volume de réseau (cf. figures 6d et 6e). Les Bouches du Rhône confirment également nos analyses dans la mesure où la croissance urbaine moyenne a été bien plus forte qu'à Marseille même, qui cumule les désavantages de centralité et de voisinage. De plus on voit que des villes comme Nancy et Strasbourg attirent peu, à l'instar de leur département (valeurs bien inférieures à la moyenne) : cela confirme aussi les observations peu flatteuses qu'on a pu faire à leur sujet.

En revanche Bordeaux et son département présentent des croissances modérées au niveau communal et départemental, bien en deçà de Nantes ou Toulouse, ce qui peut paraître surprenant au vu des analyses de morphologie mathématique réalisées.

Des analogies sont donc présentes (Haute Garonne, Loire Atlantique, métropoles nancéennes et strasbourgeoises) ce qui donne un certain sens aux analyses de morphologie mathématique. Cependant du fait des quelques zones d'ombres présentes (notamment pour la métropole bordelaise et son département) il est nécessaire de ne pas prendre les résultats d'analyse d'image « au pied de la lettre » et de toujours comparer avec des données extérieures, INSEE dans notre cas.

Conclusion

Dans un souci de poursuite de cette étude, peut-être serait-il intéressant d'analyser les métropoles d'équilibre et leurs départements de la seconde vague de 1970 (Clermont-Ferrand, Dijon, Nice, Rennes et Rouen) et pourquoi pas de la troisième (Caen, Limoges, Montpellier entre autres). Trouverait-on des villes aussi avantageuses que Bordeaux, Toulouse ou Nantes ? Existerait-il d'autres villes « en difficulté spatiale » à l'instar de Nancy ou Marseille ?

L'analyse d'image s'est trouvée parfaitement utilisable dans cette situation, en ayant mis en valeur les structures spatiales de 8 départements et semis de communes incluses. A la différence des S.I.G on ne tient compte non pas de « vraies » valeurs (distance euclidienne, longueur métrique de réseaux etc.) mais de la manière dont les points s'agencent les uns par rapport aux autres et les types de relation qu'ils entretiennent dans un voisinage donné.

L'intérêt de la démarche de morphologie mathématique s'est matérialisé par la création de structures invisibles, (squelettes, zones d'influences), de transformations (dilatations), qu'un système d'information géographique n'aurait pu réaliser. On a ensuite pu en aval faire une série de mesures qui ont formulé des premières réponses quant à l'objectif de notre étude.

Néanmoins, comme l'énonce C. Voiron-Canicio 1995, l'analyse d'image ne doit pas être « *une fin en soi* » : dans des études plus complexes que la notre il ne faudrait pas hésiter à la coupler avec d'autres outils et la considérer comme un maillon d'une chaîne de traitements.

Par exemple en reprenant les images issues de Micro Morph pour réaliser des mises en page plus esthétiques sous CAO/PAO, y associer des données alpha-numériques sous SIG et/ou utiliser des techniques de statistique exploratoire.

Références :

Bastie J (1967), Métropoles d'équilibre – Annales de Géographie, vol. 76, n° 413, p 103 -104

Chadule Groupe (1997) - Initiation aux pratiques statistiques en géographie, Armand Colin, coll. U, 203p

INSEE, Données du Recensement Général de la Population (communes et départements), 1990, 1999 et 2006.

<http://www.insee.fr/fr/bases-de-donnees/default.asp?page=recensements.htm>

MicroMorph, Logiciel de Morphologie mathématique, Centre de Morphologie Mathématique de l'Ecole des Mines de Paris

Voiron-Canicio C (1995), Analyse spatiale et analyse d'image par la morphologie mathématique, GIP Reclus, Montpellier, coll. Espaces, modes d'emploi, 190p