

UNIVERSITE PARIS I PANTHEON - SORBONNE
U.F.R. de Géographie

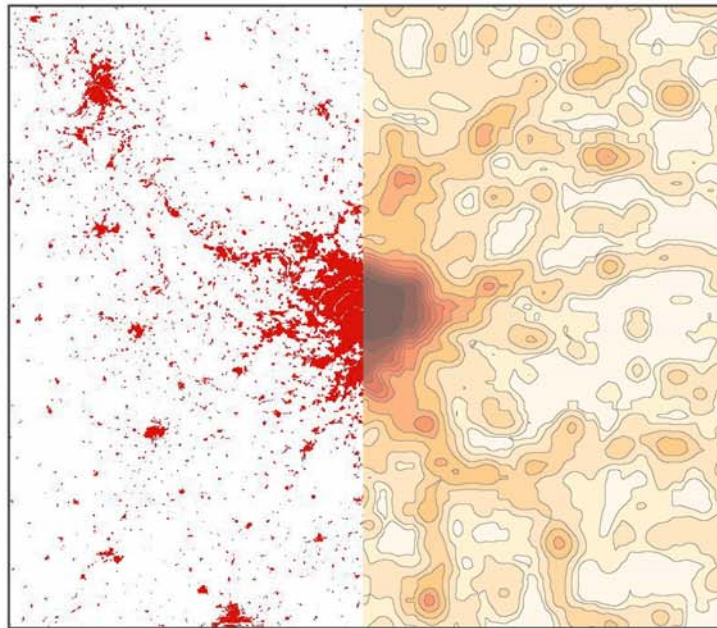
2003

Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'Université Paris I en Géographie
Présentée et soutenue publiquement le 16 décembre 2003

Marianne GUEROIS

Les formes des villes européennes vues du ciel

Une contribution de l'image CORINE à la comparaison
morphologique des grandes villes d'Europe occidentale



Sous la direction de Denise PUMAIN, Professeur, Université Paris I

Membres du Jury :

- Alain BONNAFOUS, Professeur agrégé, Université Lyon 2
- Jean-Pierre GAUDIN, Professeur, Institut d'Etudes Politiques d'Aix-en-Provence
- Jean-Pierre LE GLEAU, Administrateur de l'INSEE
- Denise PUMAIN, Professeur, Université Paris 1
- Isabelle THOMAS, Professeur, Université Catholique de Louvain
- Jean-Louis WEBER, Agence Européenne de l'Environnement

Je tiens avant tout à exprimer toute ma gratitude à Denise Pumain, pour l'immense confiance qu'elle m'a accordée tout au long de cette recherche, pour la patience avec laquelle elle a écouté mes nombreux doutes, et pour m'avoir fait partager sa hauteur de vue avec générosité.

Je remercie Madame I. Thomas, Messieurs A. Bonnafous, J.P. Gaudin, J.P. Le Gléau et J.L. Weber de m'avoir fait l'honneur d'accepter de participer à mon jury de thèse.

Un grand merci à tous les membres de l'Equipe PARIS qui m'ont accueilli et m'ont fait partager leurs compétences, dans une ambiance bouillonnante et amicale.

A Hélène, pour son aide énergique et enthousiaste. A Eugénie, avec qui même éclaircir les bases de données les plus coriaces sera resté un plaisir. A Ky, pour sa disponibilité et sa patience face à mes hésitations informatiques.

Aux doctorants et jeunes docteurs, pour avoir fait de la mal nommée « salle des machines » un lieu de convivialité et de gaieté quotidiennes. A tous les autres, pour leur disponibilité et leur attention. Je voudrais remercier Claude pour ses conseils éclairés sur les subtilités des lissages et pour m'avoir fait partager quelque temps sa jubilation de l'enseignement. J'aimerais aussi remercier Joël pour son aide précieuse lors de mon premier vol sur CORINE Land cover.

Enfin, mes remerciements les plus sincères vont à l'équipe de choc des derniers jours. Anne, Céline, Cécile, Fabien, Renaud, Claire, Malika et Guillaume, une part de ce travail vous revient ! Merci pour votre présence généreuse et pour le temps précieux que vous aurez consacré aux dernières mises au point et mises en page. Merci Claire pour ton soutien haut en couleurs, Malika pour ton aide de haute précision, Céline, Cécile et Fabien pour vos relectures attentives et votre soutien au long cours.

Merci Anne pour ton aide inestimable des dernières semaines et ton investissement à mes côtés.

Merci à mes proches et à Raphaël pour leur regard « extérieur ».

Et à David, une pensée tendre pour fermer la parenthèse.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	3
CHAPITRE 1 – VILLES COMPACTES, VILLES ETALEES : ENJEUX CONTEMPORAINS D’UN DEBAT ANCIEN ET RECURRENT.....	10
1. Un courant dominant en faveur du « désentassement » des villes (XIX ^e -debut XX ^e siecle).....	12
2. De la « déconcentration » organisée des villes au modèle de la ville compacte (2 nd e moitié du XX ^e siècle)	24
3. Enjeux des débats sur la question de la ville compacte	44
CHAPITRE 2 – LES BASES D’UNE COMPARAISON A L’ECHELLE EUROPEENNE	65
1. Le choix de cadres territoriaux pour comparer les formes urbaines	68
2. L’apport de l’image CORINE Land cover	86
3. La création d’un système d’information géographique européen.....	102
CHAPITRE 3 – L’EMPRISE SPATIALE DES AGGLOMERATIONS EUROPEENNES	114
1. Mesurer l’emprise spatiale des agglomérations : superficies bâties et densités nettes.....	117
2. Emprise spatiale et population des agglomérations	135
3. Emprise spatiale, situation et site géographiques des agglomérations.....	151
CHAPITRE 4 – LA CONFIGURATION DES TACHES URBAINES.....	161
1. Méthodes pour une mesure des formes urbaines	164
2. La délimitation des agglomérations a partir de l’image CORINE land cover	178
3. Indices de forme et types d’agglomérations européennes.....	188
4. Les deux dimensions de la capacité morphologique des agglomérations.....	202
CHAPITRE 5 – LES CHAMPS URBAINS REVELES PAR LE BATI EXPLORATIONS METHODOLOGIQUES	208
1. Une analyse radiale de la distribution des espaces bâtis	211
2. Une analyse multiscalaire de la distribution lissée des espaces bâtis	245
CONCLUSION GENERALE	265
ANNEXES.....	271
BASES DE DONNEES	286
BIBLIOGRAPHIE	287
TABLE DES FIGURES.....	300
TABLE DES TABLEAUX	302
TABLE DES MATIERES	303

INTRODUCTION GENERALE

Depuis près d'un demi-siècle, l'étalement urbain, de par son ampleur inédite, a profondément modifié le rapport des villes à l'espace et a suscité l'émergence de nouvelles formes urbaines. Les espaces bâtis semblent à la fois se diluer et se fragmenter au sein de territoires en expansion. Dans un contexte de mobilité généralisée de tous les acteurs de la ville, ce mouvement de desserrement des populations et des établissements économiques s'est accompagné de réorganisations profondes des territoires urbains, en matière de planification des transports, de stratégies résidentielles des ménages et de stratégies d'implantation des entreprises, de cadre de vie et d'environnement. A des degrés divers et à quelques décalages près, tous les pays européens ont été confrontés à de tels bouleversements et se sont interrogés sur le devenir à long terme de telles dynamiques, sur le sens à donner à cette dilution sans précédent, reprenant tour à tour à leur compte les concepts de « contre-urbanisation » et de « fin des villes ». Ces incertitudes sur le devenir des villes appellent la réalisation d'un bilan des bouleversements produits qui, largement engagé dans des cadres nationaux, reste fragmentaire et manque de repères homogènes à l'échelle européenne. Notre thèse s'inscrit dans cette vaste entreprise. L'approche choisie voudrait commencer à rendre compte des effets de ce processus grâce à des mesures de l'importance de l'emprise au sol des espaces urbanisés et de la consommation d'espace par le bâti.

Il peut sembler paradoxal de s'attacher à la réalité physique des villes européennes, à la matérialité de leur empreinte bâtie, alors que leur structure s'articule de plus en plus autour de schémas de mobilité et de logiques de réseaux et que, comme l'envisagent certains, « la dynamique des réseaux techniques tend à se substituer à la statique des lieux bâtis pour conditionner les mentalités et les comportements urbains » (Choay, 1999). Pourtant, la question de la forme des villes, d'ordinaire plutôt restreinte à l'échelle locale de la planification et au domaine des règlements d'urbanisme, se retrouve depuis une dizaine d'années au premier plan des réflexions sur leur devenir. Cette préoccupation s'inscrit dans le contexte du transfert de la notion de développement durable au milieu urbain. Ainsi, le *Livre vert sur l'environnement urbain* publié par la Commission européenne en 1990 définit-il la forme optimale de la « ville durable » en valorisant un modèle de ville compacte, ville dense des courtes distances et de la mixité fonctionnelle, en stigmatisant les effets néfastes de l'étalement urbain sur son environnement. Il n'est pas en effet de rapport sur la ville durable

européenne qui ne valorise ce modèle de ville au périmètre contenu et aux densités élevées, sous couvert d'exigences avant tout écologiques, mais aussi économiques et sociales.

La référence au modèle de la ville compacte renvoie à la question de l'existence d'un modèle européen de forme urbaine. Elle interroge la spécificité d'un tel modèle, dans lequel la configuration des formes bâties serait un marqueur important (Benevolo, 1993 ; Cattan *et al.*, 1999). En comparaison avec les formes identifiées sur d'autres continents, ce modèle reconnaît dans la plupart des villes européennes l'importance d'un centre autour duquel se déploie une organisation radio-concentrique. Il se caractérise aussi par la forte densité de population, décroissante en fonction de la distance au centre. Dans cette perspective, la référence à un modèle de forme urbaine européenne est souvent utilisée par comparaison avec le modèle américain, soit pour mieux en marquer l'identité, soit pour s'interroger sur l'orientation prise par l'étalement urbain dans les villes européennes et son éventuelle convergence avec le modèle américain. Pour certains, le modèle de la ville compacte incarnerait un certain idéal de la ville européenne, qu'il s'agirait de valoriser. Pour d'autres, cet idéal n'évoquerait qu'une expression nostalgique d'un passé révolu, et témoignerait de la non-reconnaissance de formes urbaines émergentes (Dubois-Taine, Chalas, 1997).

L'intérêt porté à cette question risque de masquer l'attention donnée à toutes les variantes de ce modèle, attention redoublée parfois en réaction au modèle de la ville compacte. La nécessité d'éclairer la diversité des modèles possibles est soulignée par certains « acteurs » nationaux ou locaux des différents pays européens, qui face à la publication du *Livre vert*, ont par exemple montré leur inquiétude quant à la diffusion d'un modèle unique et quant à l'insuffisante reconnaissance de la diversité des formes de la périurbanisation en Europe. Selon eux, il faudrait pouvoir tenir compte de contextes nationaux très variés (Hancock, 1993). D'un point de vue plus théorique, l'espace européen est un terrain particulièrement intéressant pour observer une grande variété de formes de peuplement, et pour comprendre la régularité et la diversité de ces formes à différentes échelles, alors que l'on observe une tension croissante entre un héritage de formes et d'histoires multiples, et une certaine communauté de processus et de réglementations. « Les tendances très homogénéisatrices des dernières décennies (...) ne sauraient occulter les réinventions régionales permanentes qui se sont faites, et dont les densités urbaines sont un des révélateurs. Pour très longtemps encore, la relation à la densité urbaine demeurera différente selon les cultures, conservant cette

diversité des modèles urbains qui est, sans doute, une des chances du territoire européen » (Berroir *et al.*, 1995). Par ailleurs, un nombre croissant de programmes européens s'intéressent à la comparaison d'indicateurs de la ville durable à partir d'échantillons de quelques dizaines de villes, tandis que quelques études plus exhaustives sont tentées à l'échelle nationale. Mais il existe encore un décalage très important entre cette demande de confrontations, qui devrait permettre aux villes de se situer sur des échelles d'évaluation comparables, et la dispersion des connaissances disponibles quant à la comparaison des formes urbaines en Europe. La diversité des villes est très souvent évoquée, mais elle n'est pratiquement jamais étayée par des mesures ou des classements reproductibles appuyés sur des critères bien explicités. Plus souvent qu'on ne décrit la diversité des formes urbaines européennes avec précision, on évoque la complexité des processus qui sont en jeu pour l'expliquer (Cattan *et al.* 1999, Vandermotten *et al.*, 1999).

Notre questionnement se situe dans le cadre de ces exigences. Il s'agit d'établir un ensemble de repères pour aider à la comparaison des formes urbaines, dans leur diversité mais aussi dans leurs logiques spatiales fortes. Alors que les indicateurs décrivant les morphologies urbaines sont souvent pris comme des éléments de contexte, par exemple par les programmes qui approfondissent la notion de développement urbain durable (la morphologie étant alors un élément parmi d'autres des indicateurs de développement durable), nous avons choisi d'en faire un objet d'étude à part entière, en constituant un large échantillon analysé de manière systématique et en privilégiant la dimension comparative. Malgré la complexité des processus en jeu, est-il possible de découvrir des logiques spatiales qui seraient communes aux villes et permettraient de les classer, par exemple sur une ou plusieurs échelles de compacité ? Alors que la dimension morphologique a été peu abordée par les études comparatives menées jusqu'à présent sur les villes européennes, peut-on mettre en évidence le rôle de facteurs généraux susceptibles d'éclairer les tendances des villes européennes à l'étalement ou à la compacité ? Comment la taille des villes, leur insertion dans un système de peuplement régional spécifique ou encore les politiques locales, jouent-elles sur les variations spatiales des formes urbaines ? Dans ce domaine, une hypothèse courante, souvent reprise (Vieillard-Baron, 2001), est celle d'une différenciation entre villes de l'Europe du nord et villes de l'Europe du sud, mais elle a été encore peu testée.

Mettre au point des indicateurs simples qui décrivent la compacité morphologique n'est pas un exercice aisé. D'une part, la mesure exige de pouvoir qualifier la notion de compacité morphologique à cette échelle d'observation des systèmes de villes. D'autre part, étalonner des indicateurs de compacité suppose d'en explorer les critères de variation. Il nous semble cependant que ce type d'approche de la forme urbaine est nécessaire, si l'on souhaite mieux comprendre la marge de manœuvre dont peuvent disposer les villes pour influencer sur leurs formes (Le Galès, 2003).

La notion de forme urbaine est multiscalaire et polysémique. A l'échelle des pratiques de la ville, du paysage urbain et de la « fabrique des villes », en termes de construction ou de planification, on l'étudie habituellement d'après la disposition du plan de la ville, de l'articulation des quartiers ou des voies de circulation, dans le jeu entre les vides et les pleins, mais aussi les repères et les zones d'ombre des représentations individuelles ou collectives. Si l'on se place à plus petite échelle, au niveau de la tache urbaine, la notion de forme urbaine prend un sens plus étroit, et renvoie au dessin des contours de la ville et des limites urbaines, ou bien encore à l'intensité de l'occupation du sol par les villes, dont la répartition des masses bâties et la forme des gradients de densité sont les indicateurs les plus pertinents. A cette échelle, on pourrait aussi, mais avec plus de difficulté, caractériser les formes urbaines par la configuration des usages du sol et par l'organisation des infrastructures de transport et de communication. Nous nous limiterons ici à étudier la forme des villes, à l'échelle intermédiaire de la tache urbaine, sans entrer dans le détail des morphologies intra-urbaines (morphologies du parcellaire, morphologies du bâti ou des plans de ville), qui correspondraient aux échelles d'analyse privilégiées par les architectes et les urbanistes. La notion de forme qui est envisagée ici porte sur le dessin des contours urbains mais aussi sur la configuration générale du champ urbain dessiné par les « densités d'interaction » (Claval, 1981), que nous approcherons à partir des distributions, plus ou moins concentrées ou dispersées, plus ou moins organisées selon des gradients de population ou de bâti. Notre démarche se veut complémentaire des approches plus classiques de la morphologie urbaine, elle est en apparence plus simple mais n'en soulève pas moins beaucoup de questions.

Pour mener à bien une comparaison européenne des formes urbaines, notre recherche s'appuie sur un choix méthodologique particulier. Il s'agit d'utiliser une image des modes d'occupation du sol, afin de compléter par une approche morphologique les connaissances

habituellement fondées sur la comparaison des populations urbaines dans des cadres statistiques. Une des dimensions de notre travail consiste à tester la maniabilité de l'image CORINE Land cover, créée par l'Agence Européenne de l'Environnement, pour enrichir l'étude des formes urbaines à l'échelle européenne. L'importance accordée à cette base (dont seule une version de 1990 est disponible à ce jour) se justifie par la représentation harmonisée qu'elle donne de l'occupation du sol en général, et de l'emprise des espaces urbanisés en particulier. Cette source offre un potentiel important et jusqu'à présent inexploité dans ce sens : il n'existe en effet pas d'autre moyen, à l'heure actuelle, pour caractériser la distribution spatiale des espaces urbanisés et mesurer leur emprise au sol. Les autres sources mobilisables pour l'étude du bâti sur un ensemble de villes européennes sont infiniment plus coûteuses et difficiles à manipuler. En outre, nous avons choisi de limiter notre terrain d'étude à l'Europe occidentale, non seulement parce que ces pays présentent les formes les plus anciennes et les plus achevées de l'étalement urbain, mais aussi parce que l'accès aux données statistiques (recensements, cadres statistiques) est encore difficile à cette échelle dans les pays d'Europe centrale et orientale. Parmi les pays d'Europe occidentale, nous en avons choisi sept, qui nous semblaient représentatifs de la diversité des formes de péri-urbanisation en Europe tout en constituant un échantillon de travail raisonnable dans le cadre d'une thèse¹.

Notre second parti pris a été de nous référer à la problématique de l'étalement urbain, bien que nous n'ayons pu étudier les formes qu'à une date donnée, en 1990. Notre ambition était en effet de mettre au point des méthodes et des indicateurs susceptibles d'établir des comparaisons dans l'espace comme dans le temps. Nous avons choisi d'étudier un échantillon de villes suffisamment nombreuses et diverses, afin de développer des comparaisons sur un aspect peu étudié des recherches urbaines à cette échelle. D'une part, parce que la mise au point d'indicateurs comparables doit être vue comme le support de l'observation de la distribution de ces formes dans l'espace européen. D'autre part, il s'agit de préparer des bases d'observation suffisamment fiables pour permettre des mesures répétées dans le temps lorsque les prochaines versions seront disponibles : à plus long terme, on peut d'entrée de jeu considérer nos résultats comme un « arrêt sur image ». A travers la mise au point d'indicateurs reproductibles et relativement simples à mettre en œuvre, notre recherche se place dans la perspective de la mise à jour décennale de l'image CORINE. Cependant, la première comparaison dans le temps ne sera possible qu'à partir de 2004, lorsque la version

¹ Il s'agit des Pays-Bas, de la Belgique, de l'Allemagne, de la France, de l'Italie, de l'Espagne et du Portugal.

2000 sera publiée (CLC2000). Nos mesures contribueront alors à évaluer les tendances de l'étalement urbain et de la consommation d'espace par les villes.

Nous avons tout à fait conscience de la difficulté d'articuler l'approche des formes bâties avec celles de la forme urbaine en général, et celle-ci avec les autres aspects de l'organisation des villes. Cependant, le caractère partiel de l'approche choisie ne doit pas laisser croire que nous accordons aux aspects morphologiques une importance primordiale et absolue, et que, comme il est souvent reproché, nous tentons de « faire dire » aux formes plus que ce qu'elles ne peuvent révéler à elles seules (Roncayolo, 1996). Bien que nous adhérions en partie aux propos de Ph. Pinchemel (1999), selon lequel « nous vivons dans un univers de formes, et de formes colorées ; c'est par les formes que nous saisissons les fonctions », il nous semble néanmoins que l'approche par la forme doit être insérée dans un champ d'analyse plus vaste. Nous pensons par exemple aux polémiques récurrentes autour de la signification qui peut être accordée aux formes dans leur aspect de « contenant » des sociétés urbaines. Or loin de s'opposer dans une dichotomie peu fructueuse entre contenant et contenu, ces deux démarches doivent s'articuler l'une à l'autre et s'éclairer l'une par l'autre. C'est pourquoi nous rapprocherons notre étude morphologique des configurations urbaines à des références tout aussi fondamentales, liées aux formes de mobilité et aux stratégies individuelles et collectives diverses des acteurs urbains. A travers la comparaison et la mesure des formes urbaines européennes, notre objet n'est pas de trancher en faveur d'un modèle plutôt compact ou plutôt étalé, mais plutôt de documenter cette question par des mesures. Nous souhaitons ainsi apporter un éclairage à la diversité des formes observées et à l'existence de régularités à plus petite échelle, tout en ayant conscience de la très grande complexité d'une telle perspective, tant les facteurs responsables des formes urbaines interagissent à différentes échelles et tant ces formes ont été façonnées par l'accumulation de processus historiques, à différentes époques. Pour n'en donner ici qu'un exemple, mentionnons l'importance des conditions de la mobilité des populations sur les formes urbaines, tant pour l'extension spatiale des villes au cours de l'histoire (Bretagnolle, 1999) que pour les déterminants liés aux choix de modes de transport plus contemporains (Dupuy, 1991 ; Bonnafous *et al.*, 1993).

L'étude des morphologies urbaines est en outre constamment traversée par une tension entre deux objectifs : un versant descriptif, qui s'appuie sur une démarche typologique, et un versant explicatif, qui s'intéresse aux processus « dont résulte la luxuriance des formes » (Le

Bras, 2003). Si notre travail se situe explicitement sur le versant descriptif de l'étude des formes urbaines, en interrogeant la notion de compacité morphologique, il ne s'enferme pas pour autant dans une démarche typologique. Mais il rencontre la difficulté d'articuler une source d'information et une échelle d'analyse bien particulières avec les théories urbaines. Face à notre questionnement, qui considère les formes urbaines à petite échelle dans une perspective comparative, un vaste travail de défrichage nous attend : il existe très peu de travaux systématiques sur les logiques de la distribution et de la différenciation des formes à cette échelle. Afin de ne pas enfermer notre travail dans une technicité trop réductrice, nous avons choisi de replacer la question contemporaine du modèle de la ville compacte dans l'histoire plus longue des idées sur la forme des villes (Chapitre 1). Cette mise en perspective nous permet de souligner la relativité des jugements, positifs ou négatifs, associés aux densités et plus généralement aux formes urbaines. Certes, notre recherche ne peut produire que des réponses très partielles, mais apporte des précisions utiles à un grand nombre d'aspects soulevés par ces débats. Nous évaluons ensuite l'apport potentiel de l'image CORINE Land cover à la comparaison des villes européennes, en rappelant les multiples difficultés éprouvées lors des tentatives antérieures d'harmonisation des informations, incomplètement abouties pour la plupart (Chapitre 2). Pour analyser les données apportées par CORINE, nous explorons deux approches des formes urbaines. La première se place dans le cadre des agglomérations statistiques délimitées par des unités administratives. Nous faisons dans ce cadre le test systématique de la qualité des mesures d'emprise urbaine, c'est-à-dire d'étendue et d'intensité d'occupation du sol, construites à partir de l'image CORINE (Chapitre 3). Nous montrons ensuite que cette source permet d'enrichir la notion de compacité morphologique en l'utilisant pour caractériser les configurations de la tache urbaine de bâti continu (Chapitre 4). La seconde approche consiste à étudier la distribution des espaces bâtis sans délimiter de contour urbain a priori, en considérant l'espace dans sa continuité. Nous mettons en regard deux explorations des champs urbains révélés par le bâti, en considérant d'abord leur structure radiale, organisée en fonction de la distance au centre des villes, puis en faisant ressortir les formes fortes du peuplement à plusieurs échelles, à partir d'une méthode de lissage par potentiel (Chapitre 5). L'articulation de ces deux approches et les indicateurs qui en résultent permettent d'envisager une exploration globale de la forme des villes européennes, des villes vues du ciel.

CHAPITRE 1

VILLES COMPACTES, VILLES ÉTALEES : ENJEUX CONTEMPORAINS D'UN DÉBAT ANCIEN ET RÉCURRENT

La question de la forme urbaine s'affirme depuis une dizaine d'années comme une priorité des réflexions sur le devenir des villes d'Europe occidentale. Dès le début des années 1990, le *Livre vert sur l'Environnement urbain* publié par la Commission européenne (1990) définissait la forme optimale de la « ville durable » en stigmatisant l'impact négatif de l'étalement urbain sur le devenir des villes et en valorisant un modèle morphologique de ville compacte caractérisé par des densités élevées, un périmètre contenu et une forte mixité des usages du sol. On ne compte plus désormais les publications scientifiques, documents de planification, extraits de législations nationales qui se sont à leur tour saisi de la question pour débattre des avantages respectifs des villes de forme compacte ou étalée. Cet intérêt croissant pour les modalités de l'emprise physique des villes s'inscrit dans un double contexte : celui de la poursuite, même atténuée, du processus d'étalement urbain, à l'origine d'une transformation importante des formes des périphéries urbaines, et celui de l'émergence d'une sensibilité écologique plus aiguë, qui a soutenu le transfert des principes de développement durable au milieu urbain. Cependant, en dépit de son inscription dans des problématiques très contemporaines, la réflexion sur l'évolution souhaitable des formes urbaines renvoie à un débat ancien et récurrent, qui interroge l'importance des interactions entre les sociétés urbaines et le cadre bâti au sein duquel elles évoluent, et que l'on peut faire remonter au moins au XIX^e siècle, si on le considère comme un contrepoint spontané des grandes transformations induites par les différentes phases du processus d'étalement urbain.

En s'inscrivant dans cette longue durée, l'objectif de ce chapitre est de prendre la mesure de l'importance des enjeux soulevés par les débats sur l'évolution et le devenir des formes

urbaines. C'est en effet dans le cadre de ces réflexions que nous souhaitons situer notre travail sur l'apport de l'image CORINE Land cover à l'analyse de l'emprise physique des villes. Il s'agit de saisir l'intérêt que peuvent recouvrir des études comparatives sur ces formes, en évoquant toute la complexité de la question à laquelle certains usages de CORINE pourraient apporter leur éclairage. A travers la reprise des principales questions qui ont jalonné l'histoire des débats sur les formes urbaines depuis le XIX^e siècle, nous tentons donc non seulement de dégager les moments et les raisons de l'émergence d'un modèle de ville compacte, mais aussi de comprendre pourquoi, entre le XIX^e siècle et la fin du XX^e siècle, les modèles dominants de forme urbaine « idéale » ou « optimale » ont fluctué et se sont parfois opposés. Comment est-on passé d'une préférence pour les formes étalées à un modèle dominant en faveur de la ville compacte ? Si plusieurs auteurs sous-entendent que beaucoup des débats actuels trouvent leurs racines dans les controverses anciennes, peut-on, comme le suggère P. Hall (1988), ramener les enjeux de ces débats à « un nombre limité d'idées, qui « se font écho », sont « recyclées » et « reconnectées »¹ d'une période à l'autre ?

Un certain nombre de choix orientent le traitement de cette question très vaste, à propos de laquelle existe une littérature abondante, mais très fragmentée. Notre « revue », construite à partir des synthèses partielles déjà élaborées par un grand nombre d'auteurs, se concentre principalement sur les débats d'idées, même si l'histoire des politiques de maîtrise de l'étalement urbain participe également de ces réflexions. Tout en recoupant le champ de l'urbanisme, puisque c'est dans ce cadre que la question a été le plus souvent posée, nous nous sommes de plus efforcés de conserver la perspective qui est la nôtre quant aux échelles d'observation de la forme urbaine. Ainsi, nous retenons les questions relatives aux formes des villes dans leur ensemble, sans entrer dans le détail de la composition urbaine à l'échelle des parcelles ou des quartiers, même si les considérations sur la morphologie des tissus urbains pèsent sur la forme d'ensemble, plus ou moins dense, plus ou moins compacte, des villes.

¹ « Just a few ideas, which « re-echo » and « recycle » and « reconnect » »

1. UN COURANT DOMINANT EN FAVEUR DU « DESENTASSEMENT » DES VILLES (XIX^e-DEBUT XX^e SIECLE)

La question de la forme des villes est, à travers la notion de densité et la réflexion sur les plans d'extension urbains, récurrente dans les débats d'urbanisme depuis le XIX^e siècle. A l'appui des réflexions sur le desserrement des villes et l'évolution des limites entre la ville et la campagne, nous interrogeons les fondements d'un débat opposant d'ores et déjà plusieurs modèles de formes urbaines et associant, à ce titre, les formes du cadre bâti à différentes conceptions du devenir des sociétés urbaines.

1.1 Au fondement du débat sur la forme urbaine : la « révolution dans la ville » du XIX^e siècle

L'émergence d'une réflexion critique et théorique sur la forme des villes européennes est contemporaine de l'industrialisation engagée dès le XVIII^e siècle en Angleterre et dans le courant du XIX^e siècle dans la plupart des autres pays d'Europe occidentale. Bien entendu, la forme des villes a déjà fait l'objet de réflexions théoriques au cours des siècles précédents ; les créations d'« art urbain », telles les bastides du XIII^e siècle, ou bien la conception d'espaces de représentation dans la ville du XVIII^e siècle, se sont par exemple inspirées de modèles dominants dont certains remontent à l'Antiquité (Kostov, 1992). Cependant, les paysages des villes européennes n'ont pas connu d'aussi grands bouleversements depuis le XIII^e siècle (Benevolo, 1993), et la « crise » dans laquelle entrent ces paysages à partir de la fin du XVIII^e siècle crée une situation inédite, où les « quantités et les qualités en jeu dans l'espace urbain » sont changées, face à laquelle le devenir des formes urbaines est à inventer.

1.1.1. L'« entassement » des fortes densités et la « démesure » des nouvelles extensions urbaines

Un premier bouleversement consécutif aux transformations de la révolution industrielle est la très forte croissance des densités de population dans les centres, dont se fait l'écho une abondante « littérature de l'étouffement et du foisonnement » (Gaudin, 1991). La croissance naturelle plus élevée de la population depuis le début du XVIII^e siècle, ainsi que les flots de migrants nourris par l'exode rural et l'appel de main-d'œuvre dans les villes, n'ont cessé de tirer les densités moyennes vers le haut, malgré la surmortalité propre aux villes. Ces densités

restent d'autant plus élevées que les villes européennes, contraintes dans leur extension horizontale par la nature des déplacements, effectués en majorité à pied, ne se déployaient que rarement au-delà de 3 km autour du centre (Pinol, 1991). Jamais aussi fortes que dans la première moitié du XIX^e siècle, les densités urbaines ont ainsi connu une augmentation considérable au cours de cette période, passant par exemple du simple au double dans les parties centrales de Londres (de 150 à 303 hab/ha entre 1801 et 1861) et de Paris (de 159 à 340 hab/ha entre 1800 et 1851). La densification du cadre bâti qui leur est corrélée est perçue comme un obstacle aux nouvelles nécessités de circulation et le phénomène d'entassement dans les villes est accentué par l'implantation de manufactures dans les espaces laissés vacants. Dans des villes très denses et très compactes, l'ampleur sans précédent du développement urbain pose des problèmes inédits d'aménagement.

La seconde transformation d'envergure est l'extension sans précédent de la superficie des plus grandes villes européennes dans la seconde moitié du XIX^e siècle : entre 1840 et 1900, celle de Londres augmente de 50 km² à plus de 300 km², et celle de Paris de 34 km² à 80 km². L'évolution des moyens de production et de transport, ainsi que l'émergence de nouvelles fonctions urbaines et l'augmentation des vitesses de circulation ont radicalement modifié la donne de la « walking city » (Pinol, 1991) et ont fait « éclater les anciens cadres, souvent juxtaposés, de la ville médiévale et de la ville baroque » (Choay, 1965). Sous l'influence des premiers transports en commun – notamment de l'omnibus à cheval qui modifie la structure des villes –, et du fait de l'aménagement en périphérie de terrains pour les ateliers et les établissements industriels, les villes se sont massivement étendues au-delà des anciennes murailles en absorbant d'anciens faubourgs et en donnant naissance à de véritables agglomérations de peuplement.

1.1.2. L'émergence d'un débat critique et théorique sur le devenir des formes urbaines

Il importe moins, dans la perspective qui nous intéresse, d'entrer dans le détail des métamorphoses physiques provoquées par l'industrialisation que de saisir les principaux enjeux des réflexions soulevées par cette « révolution dans la ville » (Benevolo, 1993). Car « dans le même temps où la ville du XIX^e siècle commence à prendre son visage propre, elle provoque une démarche nouvelle, d'observation et de réflexion » (Choay, 1965). Le choc provoqué par cette « explosion urbaine » concerne surtout les plus grandes villes et les villes industrielles, mais entraîne avec lui une réflexion sur le devenir des sociétés urbaines dans

leur ensemble. Marquant profondément les esprits, il a suscité l'émergence d'un débat critique et théorique sur le devenir des formes urbaines. En réaction au « désordre » urbain apparent des grandes villes industrielles, créé à la fois par l'entassement des populations, l'irruption des industries dans le tissu urbain et la disparition des fortifications, plusieurs modèles s'affrontent pour imaginer des formes de villes qui conjugueraient les exigences liées aux densités, à la forme des limites urbaines, à la présence des espaces verts dans le tissu urbain, sur le mode utopique de la ville idéale ou suivant la voie plus pragmatique d'une nécessaire adaptation aux transformations rapides des modes de production et de communication des sociétés industrielles. Les arguments qui animent ce débat se cristallisent autour de la double crainte de densification et d'extension démesurées des villes : comment les formes urbaines doivent-elles s'adapter aux bouleversements provoqués par la révolution industrielle ? Comment gérer les futures extensions urbaines créées par ces nouvelles dynamiques ? Comment envisage-t-on leur impact sur le fonctionnement des sociétés industrielles ?

Dans cette mise en perspective des enjeux associés au devenir des formes urbaines, deux aspects retiendront plus particulièrement notre attention : la prédominance d'un courant favorable aux faibles densités urbaines, dont les ressorts hygiénistes sont certes les plus connus et les plus souvent cités, mais ne sont que la face la plus visible d'un argumentaire d'ores et déjà plus varié, alliant aux questions de salubrité des considérations d'ordre économique et social. D'autre part, bien que convergeant pour la plupart sur la préférence accordée aux faibles densités ainsi que sur la place accordée aux espaces verts dans le tissu urbain, les modèles qui envisagent la gestion des nouvelles extensions urbaines se distinguent par la configuration d'ensemble des formes privilégiées. Le plus connu d'entre eux est sans doute celui de la cité-jardin proposé par E. Howard à la fin du XIX^e siècle (1898) : il définit une ville nouvelle de 30 000 habitants, située en périphérie d'une grande ville, organisée et strictement planifiée selon une structure radio-concentrique, entourée et délimitée par une ceinture d'espaces verts. Mais d'autres projets sont proposés à la même époque : la « ville homogène », imaginée par I. Cerda (1867) pour organiser l'extension de la ville de Barcelone (l'« *Ensanche* »), se déploie sur un plan en damier homogène à base d'îlots carrés, reliés entre eux par un réseau viaire faiblement hiérarchisé, et pourvus d'équipements et de parcs distribués de manière uniforme. La « ville digitée » de Baumeister (1876) conserve une structure radio-concentrique mais ses extensions sont guidées et structurées par des axes de

communication rayonnants. La « cité-linéaire » de A. Soria y Mata (1886) se développe le long d'une rue unique, structurée de part et d'autre d'une ligne ferroviaire. Il importe ainsi, dans notre perspective, de souligner également la diversité de ces options, et d'en éclairer quelques uns des fondements sous-jacents.

1.2. Arguments et modèles pour de faibles densités urbaines

1.2.1. Une mesure d'hygiène contre l'insalubrité de la ville industrielle

L'opposition aux fortes densités urbaines relève avant tout de la volonté d'améliorer l'hygiène et la salubrité des villes. La forte agglomération des hommes est en effet perçue comme une des causes principales de la surmortalité qui caractérise les villes jusqu'à la fin du XIX^e siècle (Pinol, 1991). Dès le XVIII^e siècle, le lien entre les fortes densités et la mortalité élevée des populations urbaines a été étudié de manière théorique dans de nombreuses enquêtes médicales qui ont stigmatisé l'entassement, la promiscuité des hommes, l'étroitesse du bâti et des rues comme autant de facteurs encourageant la propagation des miasmes responsables des épidémies. « Aérer » les villes, y « faire entrer la lumière », apparaissent naturellement comme les conditions nécessaires à l'amélioration de l'insalubrité dans les villes et à l'éradication de pathologies qui font alors partie de l'univers quotidien des citadins. Cette idée « se généralise sous l'influence des théories qui mettent en avant l'importance de la circulation des flux », flux d'air et de lumière (Beaucire, 2000). Certains historiens démographes ont analysé le glissement des interprétations causales reliant densité et mortalité, qui attribuaient la surmortalité urbaine d'abord à la mauvaise qualité de l'eau, avant les progrès de l'adduction et de l'assainissement, puis surtout à la vitesse de propagation des épidémies dues aux fortes densités (Poussou, 1992). Bien que cette relation causale soit remise en cause dès 1830 par Villermé, qui relativise alors l'importance des densités en insistant sur le caractère déterminant des conditions d'aisance ou de misère des populations, les écrits sur la forme des villes sont restés fortement imprégnés par l'évidence du caractère mortifère et pathologique des hauts niveaux de densités urbaines (Fijalkov, 1995).

De nombreux auteurs ont montré que l'application assez systématique de ces principes hygiénistes avait été stimulée par la multiplication des épidémies de choléra à partir des années 1830 (Benevolo, 1993) et surtout accélérée, dès la seconde moitié du XIX^e siècle, par les progrès des sciences et des savoir-faire techniques favorables au développement d'un

« urbanisme de salubrité » (Beaucire, 2000). La maîtrise des réseaux techniques, réseaux d'adduction d'eau, réseaux d'assainissement, a donc joué un rôle essentiel dans l'application de ces principes. Mais elle s'est aussi accompagnée de la transformation du cadre bâti. Portée par la volonté de remodeler les formes urbaines, la notion de densité a ainsi émergé comme « outil pour décrire et penser ces formes » (Clément, Guth, 1995). Sans être pour autant mentionnée telle quelle, cette notion est récurrente dans les écrits sur le devenir des villes. De nombreux auteurs y font indirectement référence via la prescription, souvent très précise, de seuils de population sur une certaine surface : dans l'« Hygeia », ville idéale imaginée par B. W. Richardson (1876), « la population de la cité peut être évaluée à 100 000 personnes, vivant dans 20 000 maisons, construites sur 4 000 acres de terrain, à raison d'une moyenne de 25 personnes par acre ». Cela dit, la question des seuils peut être aussi appréciée avec plus de souplesse : les densités restent élevées car « l'effet de la densité sur la vitalité ne se manifeste de façon déterminante que lorsque celles-ci ont atteint un degré extrême ». En pratique, l'application des principes de l'hygiénisme à la transformation du cadre bâti conduit à limiter la hauteur des immeubles et à construire de larges voies de communication. On retrouve ce type de prescriptions, minutieusement énumérées, dans le modèle d'« Ensanche » de I. Cerda et dans celui de la ville linéaire de Soria y Mata. Le remodelage des bâtiments et des voies s'accompagne par ailleurs d'une réflexion sur l'insertion d'espaces verts dans la ville, qui ont certes valeur esthétique et récréative, mais doivent surtout jouer le rôle de « réservoirs d'air pur » et avoir une fonction de salubrité pour la population urbaine. Y. Fijalkov (1995) a par exemple bien montré en quoi « le début du XX^e siècle [était], à Paris, hanté par la problématique du réservoir d'air et des espaces libres ». Les principes de l'hygiénisme sont encore omniprésents dans les plans urbains du Mouvement moderne et du Corbusier, qui encouragent la multiplication des espaces verts et insistent sur l'espacement et la hauteur des bâtiments pour réaliser des « appartements ouvrant sur toutes les faces à l'air et à la lumière », en faisant de l'association entre « soleil, espace, et verdure » les maîtres mots de l'urbanisme de cette époque.

1.2.2. Eclater l'espace urbain pour mieux l'ordonner et le fluidifier

L'idée d'un nécessaire désentassement des villes est par ailleurs motivée par des considérations d'ordre plus fonctionnel. La volonté d'ordonner les différentes fonctions résidentielles, industrielles et commerciales dans l'espace des grandes villes, tout comme celle d'adapter ces espaces à l'intensification de la circulation en leur sein, participent d'un

même mouvement de rationalisation des formes urbaines, soutenu par une forte exigence d'efficacité.

Alors qu'avant la deuxième moitié du XIX^e siècle, les différents usages du sol ne sont guère spécialisés, le besoin d'une spécialisation des espaces selon leur fonction se fait sentir face à l'augmentation des activités industrielles et commerciales dans la ville, dont la juxtaposition spatiale est souvent perçue comme responsable d'un désordre croissant et comme source de nuisances. Le souhait d'un « éclatement urbain » dirigé de manière rationnelle est soutenu par la volonté d'ordonner l'espace fonctionnel des grandes villes : V. Considérant déplore ainsi « l'odieux pêle-mêle de la ville et de la bourgade civilisée ; l'incohérent agglomérat de tous les éléments de la vie civile, de la vie agricole, de la vie industrielle » (cité par Choay, 1965). F. Choay (1965) a d'ailleurs bien montré combien ces principes de séparation des fonctions dans l'espace des villes s'inspiraient des positions des utopistes du début du XIX^e siècle, en particulier de Fourier, dont les modèles de cités idéales sont bâtis sur une analyse des fonctions humaines et sur un classement très rigoureux de ces fonctions dans l'espace. Dans les premiers traités de R. Baumeister (1876), considéré comme un des fondateurs de l'urbanisme en Allemagne, l'espace de la ville est ainsi subdivisé en trois « sections » : un quartier commerçant au centre, un quartier industriel, et un quartier résidentiel, devant rester chacun « indépendants dans leur développement ». Dans l'entre-deux-guerres, ces règles sont reprises par le Mouvement moderne architectural qui, du Bauhaus à l'école de Le Corbusier, font de cette séparation des fonctions dans l'espace, ou « zoning », le principe directeur de l'aménagement des villes. Ils poussent cette logique à l'extrême en associant de très fortes densités bâties à une faible emprise au sol : « La notion de système urbain disparaît pour un système circulation-unités bâties verticales dont l'emprise au sol est réduite au maximum » (Choay, 1965), la structure envisagée étant à la fois dense localement et éclatée dans la surface.

Le développement des transports en commun accompagne la dissociation des activités dans l'espace et, de manière plus générale, les questions de l'efficacité de la circulation et de l'accessibilité des espaces urbains jouent un rôle de premier plan dans ces considérations. Les théories sur la circulation des flux d'air et de lumière dans la ville s'appliquent également à la circulation des flux des véhicules, et le remodelage du tissu urbain par grandes percées répond à l'augmentation de la circulation de véhicules dans la ville. Le Plan Cornudet de

1913, qui insiste sur les besoins d'hygiène et de circulation à Paris, souligne que « les rues d'autrefois sont devenues tout à fait insuffisantes. Que serait Paris en particulier, et comment pourrait-on circuler à présent, si Haussmann n'y avait pas tracé, en lignes presque droites, de grands et larges boulevards ? (...) Où passeraient donc les tramways, les autobus, les automobiles et les véhicules de toutes sortes ? Et le plan d'Haussmann correspond-t-il à tous les besoins nouveaux de la circulation ? Qui oserait l'affirmer, même après la construction du métropolitain qui a décongestionné les principales voies publiques ? » (cité par Gaudin, 1991, p. 85).

Dans le modèle de ville digitée proposé par les urbanistes allemands R. Baumeister et H. Stubben, la ville conserve une structure concentrique, mais la préférence pour un développement spatial « en doigts de gant » est justifiée par l'importance des nouveaux axes de transport de direction radiale. Baumeister, dans son traité de 1876, insiste sur les avantages de cette configuration spatiale qui facilite l'accès aux entreprises commerciales et industrielles, améliore la connexion à d'autres villes, tandis qu'elles accompagnent la direction spontanée des échanges entre villes et campagnes. Le plan de Berlin de 1910, tout comme le plan de Copenhague, ou « plan des doigts », s'en inspirent en prévoyant l'implantation d'une série d'unités urbaines en grains de collier le long des axes de communication. Tout en s'écartant d'un modèle radio-concentrique d'extension urbaine, la cité linéaire proposée par A. Soria y Mata en 1886 répond également au souci d'une plus grande efficacité de la circulation intra et inter-urbaine : la ligne ferroviaire qui en est la colonne vertébrale doit permettre de réaliser une connexion entre des centres urbains existants, sous la forme de « couloirs urbains qui relient les villes existantes entre elles ». Selon G. Dupuy (1991), « le principe de base de ce modèle est celui de connexion maximale », et « le parti linéaire vise à rabattre toutes les communications sur un axe où elles se trouveront grandement facilitées ». Parfois même, l'association entre de faibles densités et un réseau de transports performant dépasse cette dimension fonctionnelle : dans le modèle d'« Ensanche » planifié par I. Cerda (1867), la recherche d'une articulation entre bâti et réseaux sur la base d'un plan homogène en damier qui favorise une circulation rapide et directe en tous lieux de la ville puiserait aussi son inspiration dans l'ambition d'une « communication universelle », qui puisse « empêcher le divorce de la ville d'avec la modernité et rendre au citoyen son humanité, son urbanité » (Dupuy, 1991).

1.2.3. Priorités sociales et lutte contre la spéculation foncière

L'aspect le plus connu des arguments sociaux soutenant à l'époque les préférences pour les faibles densités urbaines est sans doute celui qui érige les fortes densités en menace pour l'ordre social et pour l'« hygiène morale » des citoyens. Sans aller plus loin sur cette piste, on peut rappeler la vision de V. Considérant qui, depuis les « hautes tours de Notre-Dame », résume bien à elle seule l'association alors souvent établie entre fortes densités, désordre architectural et désordre social, lorsqu'il déplore « l'anarchie sociale que traduit en relief, avec une hideuse fidélité, cet amas informe, ce fouillis de maisons recouvertes de combles, armées de leurs garnitures métalliques, de leurs girouettes rouillées, de leurs innombrables cheminées, qui dessinent encore mieux l'incohérence sociale, le Morcellement d'où ce chaos architectural est sorti » (Considérant, 1848, cité par Choay, 1965, p.107).

Mais assez tôt, le plaidoyer en faveur des faibles densités est également motivé par un souci d'équité sociale. A la fin du XIX^e siècle et dans les premières décennies du XX^e siècle, la volonté de faire diminuer les densités dans les centres ou d'en prévoir de plus faibles dans les plans d'extension urbains est en effet soutenue par la crainte d'un mouvement de spéculation foncière qui, alimentant la densification d'espaces de plus en plus rares autant qu'il en serait la conséquence, chasserait les mal-lotis vers les périphéries urbaines les plus éloignées. Dans cette perspective, les prescriptions en faveur de faibles densités s'accompagnent souvent de la valorisation de la propriété municipale. Dans le modèle de la cité-jardin proposé par E. Howard (1898), le contrôle collectif que les habitants doivent exercer sur le sol est non seulement envisagé pour préserver l'intégrité de la ceinture verte mais aussi, de manière plus générale, pour lutter contre la spéculation foncière. Architecte et « propagandiste » des cités-jardins, Augustin Rey reviendra longuement, quelques années plus tard, sur l'articulation entre question foncière et faibles densités en se prononçant en faveur de mesures d'expropriation publique et de municipalisation des sols : affirmant que « le nœud de la question des habitations économiques et hygiéniques des grandes villes réside dans la considération du terrain », il montre à partir de l'exemple de la municipalité d'Ulm que « les terrains considérables que possède cette cité lui ont permis d'éviter le renchérissement du sol. Les habitations y ont peu d'étages et sont entourées d'espaces libres très importants ; il en est résulté un abaissement sensible de la mortalité générale » (Congrès International d'Hygiène et de Démographie de Berlin de 1907, cité par Gaudin, 1991).

Ce souci d'équité sociale dans la distribution des habitats justifie parfois, sans recourir directement à la question foncière et à celle de la propriété, la recherche d'alternatives au modèle classique de la ville de forme concentrique, dans laquelle la répartition des densités est fortement contrastée. Pour I. Cerda (1867) et A. Soria y Mata (1886), la lutte contre cette spéculation foncière dans les nouvelles périphéries urbaines est véritablement au cœur de la conception des formes idéales qu'ils proposent. Rompant avec le schéma radio-concentrique usuel, les principes directeurs de ces organisations spatiales sont ainsi guidés par une volonté d'égalitarisme social. Pour Cerda, la trame du plan en damier à base d'îlots carrés est non seulement adaptée à un système de circulation efficace mais aussi favorable à un système égalitaire de distribution de l'habitat : elle favorise selon lui l'homogénéité des faibles densités et, en assurant l'équilibre de toutes les situations spatiales, permet de s'opposer à la spéculation foncière, « facteur de densification et donc de mort » (Clément, Guth, 1995). Dans la cité linéaire de Soria, l'exigence de lutte contre la spéculation foncière est aussi une dimension fondamentale du choix d'une forme urbaine linéaire. Celle-ci doit permettre d'éliminer la forte gradation des densités entre le centre des villes et leurs banlieues, en faisant jouer à la ville le rôle d'un centre s'étendant parallèlement à la ligne de communication, orienté de fait vers l'élargissement de l'espace central considéré « de qualité ».

1.3. Contre la ville étalée

1.3.1. Une opposition aux métamorphoses du tissu urbain existant

Au regard des positions favorables au desserrement des villes, les opposants aux faibles densités semblent nettement minoritaires. Mais les voix qui s'élèvent à l'encontre de l'« éclatement ordonné » des espaces urbains ne critiquent pas tant les arguments favorables à la diminution des densités que le degré de transformation du tissu urbain existant. Le débat se place d'abord sur un plan esthétique : ce sont la régularité et la symétrie des nouveaux plans urbains qui sont avant tout visées à travers la critique de l'architecture contemporaine et les prises de position contre ces « désert de damiers », fustigés par J. Ruskin (cité par Choay, 1965, p.164). Prolongeant parfois l'approche historicisante développée par Viollet-le-Duc, d'aucuns défendent l'idée de la conservation des bâtiments et de leur agencement, en référence à une esthétique médiévale de la ville. L'urbaniste autrichien C. Sitte (1889), en

réaction aux transformations de la ville de Vienne, a été l'un des principaux représentants de ce courant nostalgique de la ville pré-industrielle, qui fait l'apologie de l'irrégularité et de l'asymétrie ; il est d'après lui nécessaire de conserver le tissu urbain des cités anciennes et de résister au principe de régularité des plans géométriques.

Ce débat esthétique a des résonances morales : en tant que forme d'art, la forme des villes est aussi considérée pour son impact sur la cohésion de la société urbaine et l'« éducation de son âme ». Ainsi, ce n'est pas seulement la perte d'une certaine esthétique qui est regrettée, mais aussi celle d'une identité culturelle et d'une mémoire forgée par ce qui est perçu comme l'unité organique des villes. Derrière ce regret, pointe la critique de l'objectif du rendement et des conséquences d'un système industriel qui, « axé sur les notions de profit et de production, a cessé d'être l'accomplissement d'une fonction vitale » (Choay, 1965).

Bien que cette opposition au courant dominant ait pu être assimilée *a posteriori* à une réaction nostalgique, attachée à la culture pré-industrielle des villes européennes, les critiques formulées à l'égard des projets de transformation du cadre bâti ne sont pas pour autant systématiquement empreintes de conservatisme absolu. Lorsque R. De Souza s'oppose à la destruction du « vieux Nice » en 1913, son intervention vise certes à souligner le pittoresque de ce quartier et à plaider pour la conservation de la mémoire du lieu, mais elle témoigne aussi d'une position plus nuancée (cité par Gaudin, 1991, p.45). En soulignant l'importance de conserver un quartier aux voies étroites et sinueuses dans cette région ensoleillée et soumise à des vents violents, elle argumente surtout en faveur d'une prise de recul par rapport aux nécessités « universelles » de l'hygiène et de la circulation, selon la situation relative de chaque ville et de chaque quartier.

1.3.2. Un relatif consensus autour de la question des limites urbaines

Les débats sur les formes urbaines ne se réduisent pas à la question des densités, ni à celle de la forme générale des extensions urbaines. Stimulée par la disparition progressive des enceintes urbaines au XIX^e siècle, qui a altéré la distinction non seulement physique mais aussi juridique et fiscale des villes par rapport à leur environnement immédiat, la question des limites entre les villes et les campagnes est également prégnante, et fait pendant à la progression de l'étalement urbain au-delà des anciens faubourgs. Les oppositions au « risque » d'une extension démesurée des villes expriment tout le rejet d'un désordre urbain

croissant, mais aussi la crainte de perdre une forme d'unité organique : si la cité européenne pré-industrielle a pu être, comme l'analysera M. Weber au début du XX^e siècle, « un lieu et un moment exceptionnels où, grâce au climat particulier de la communauté urbaine, l'individu humain put se réaliser et la culture se développer » (Choay, 1965, p. 45), la perte de la structure externe et formelle de ce lieu marque-t-elle un terme à l'« âge de la cité » ? J.-B. Racine a bien montré combien cette référence récurrente aux limites de la ville trouvait sa source dans une longue histoire de fondation divine des villes et dans l'importance symbolique de la ville bien délimitée (Racine, 1993). Aussi, parfois interprétée comme un signe de déclin de la cité, la ville « sans limites » est-elle plus rarement perçue comme l'expression du progrès des sociétés industrielles. Rares sont ceux qui, tel P. Meuriot, exaltés par cette perspective « qui leur semble procéder du mouvement du progrès » (Gaudin, 1991) et partageant « l'optimisme des statisticiens » (Pinol, 1991), reconnaissent dans cette forme émergente d'« agglomération s'étendant indéfiniment, sans limites précises », le « concept moderne de ville », qui « n'est donc autre chose qu'un dynamisme continu par l'accroissement indéfini de sa population, l'extension également indéfinie de son aire » (Meuriot, 1919).

Alors que la nécessité de délimiter précisément les villes suscite un relatif consensus, la signification et le statut de ces limites reste ambigu. Défendues par les auteurs nostalgiques de la ville pré-industrielle, ces limites reflètent avant tout le souci de maintenir une distinction entre la ville, lieu de culture et de civilisation, et son environnement immédiat. Elles matérialisent ainsi la volonté de conserver une unité organique que la dynamique d'étalement urbain semble mettre en péril. D'un autre côté, les partisans d'un « éclatement ordonné » des villes insistent tout autant sur l'importance d'une identification nette des limites urbaines, comme autant de barrières contre un développement continu de la ville. A travers le modèle de la cité-jardin, de taille réduite, dont les limites sont matérialisées par une ceinture d'espaces verts, E. Howard s'oppose à l'extension continue des grandes villes et à l'affirmation de concentrations urbaines de plus en plus massives. Au tout début du XX^e, R. Unwin, autre fervent partisan des cités-jardins, estimait que « tout en laissant les villes s'étendre librement, il est important de leur donner d'une façon quelconque des limites, et de préciser, en le séparant des parties voisines, l'espace dévolu aux nouveaux quartiers et aux faubourgs (...). En tout cas, il faudrait établir une ligne de part et d'autre de laquelle la ville et la campagne pourraient, chacune de leur côté, s'étendre et s'arrêter nettement ; on éviterait

ainsi cette marge irrégulière d'amas, de décombres et de masures qui déshonorent les banlieues de presque toutes les villes modernes. Les ceintures d'espaces libres plantés aideront à faire saisir comme une unité locale le terrain qu'elles entoureront » (Unwin, 1909, cité par Choay, 1965, p.290).

S'il est donc possible, dès le XIX^e siècle, de relever les termes d'un débat aussi bien théorique que pragmatique sur le devenir des formes urbaines, attisé par les transformations brutales de la ville industrielle, un courant dominant se prononce très nettement en faveur d'un mouvement de « désentassement » qui doit nourrir l'extension horizontale des villes. L'étalement urbain est ainsi perçu comme « un palliatif, sinon comme un remède, aux maladies urbaines » (Pinol, 1991). En réaction à l'image de la Grande ville industrielle, appelée à marquer durablement les esprits, la plupart des observateurs considèrent, à l'instar d'A. Rey, que « pour améliorer les conditions d'existence des citadins, il faut pousser les villes à s'étendre en surface et non en hauteur » (cité par Gaudin, 1991). On ne peut pas affirmer, de plus, que les débats sur les formes urbaines opposent, dès cette époque, un modèle de ville dense et contenue à un modèle de ville étalée dont les limites resteraient moins définies. Même si par certains aspects, l'alternative entre les deux modèles pourrait être rattachée à l'opposition – elle-même schématique – entre deux grands courants de pensée parfois identifiés comme « progressiste » et « culturaliste » (Choay, 1965), la netteté de cette ligne de partage souffre de nombreux chevauchements, les faibles densités étant par exemple très souvent conjuguées à la volonté de fixer très précisément les limites des villes. Sans doute ne retrouve-t-on pas alors d'opposition nette car le véritable point de dissension réside bien davantage dans la question de la conservation ou de la métamorphose du tissu urbain existant.

Il n'en reste pas moins que l'ensemble de ces réflexions et des controverses qui les opposent sont tout à fait fondatrices pour la période plus contemporaine. Au niveau du débat d'idées tout d'abord, dans la mesure où les arguments échangés s'appuient sur des modèles qui constituent toujours, on le verra, des référentiels majeurs dans la manière dont sont envisagées les extensions urbaines. Mais aussi au niveau des premières politiques mises en œuvre pour maîtriser l'évolution spontanée des formes urbaines. C'est en effet à partir de cette époque que plusieurs mesures d'intervention publique témoignent, en multipliant les plans d'extension urbains, d'une certaine prise de conscience quant à la nécessité de contrôler

l'étalement des villes. Même si dans les premiers temps, « la lutte des pouvoirs publics pour réguler les phases d'étalement urbain a été spasmodique et s'en est souvent tenue au plan théorique » (Kostov, 1992), ces mesures ont pu, selon l'avis de certains, imprimer durablement leur marque sur la genèse des politiques de contrôle de l'affectation des sols urbains et de la maîtrise de l'étalement urbain (Sellers, 2002).

2. DE LA « DECONCENTRATION » ORGANISEE DES VILLES AU MODELE DE LA VILLE COMPACTE (2nde MOITIE DU XX^e SIECLE)

La seconde moitié du XX^e siècle connaît, à l'échelle de temps de la période considérée dans ce chapitre, la phase d'étalement urbain la plus vigoureuse et la plus intense qu'aient connu tous les pays d'Europe occidentale – à quelques décalages chronologiques près –, sous l'effet de la révolution de la mobilité individuelle qui ouvre un vaste marché foncier dans les périphéries urbaines et accompagne un ensemble d'évolutions sociales (diminution de la taille des ménages, augmentation de la surface habitable par habitant). Elle correspond aussi à la période qui voit émerger un retournement de tendance dans les systèmes de valeurs associés aux différents modèles de formes urbaines. Après l'affirmation individuelle et collective des préférences pour l'habitat individuel en périphérie des villes, s'amorce assez vite la dénonciation du « mitage » des campagnes puis la remise en cause des avantages des formes de ville « aérées », aux faibles densités, ainsi que la valorisation d'un modèle de ville compacte et dense. Cela dit, il serait difficile de chercher à établir une relation directe entre les deux phénomènes. La question des formes spatiales des villes proprement dite n'est-elle d'ailleurs pas un temps mise en sourdine – si l'on fait abstraction, bien entendu, des formes architecturales comme celles des grands ensembles –, tandis que la priorité va à l'urgence du logement de la population, à l'équilibre territorial des réseaux urbains, bref, à l'organisation d'une croissance de la population urbaine à son paroxysme dans les années 1960 ? Dans quelle mesure peut-on parler d'un retournement de paradigme dans les arguments et les systèmes de valeurs qui soutiennent différents modèles de formes urbaines, et dans quel contexte la valorisation du modèle de ville compacte s'inscrit-elle ? Comment la comprendre, dans l'apparente contradiction de l'appel à une « concentrated deconcentration » ?

2.1. Les variantes d'une politique de « déconcentration groupée » des plus grandes villes

La manière dont la question de la forme des villes est abordée entre les années 1950 et les années 1970 n'est pas indépendante d'une nouvelle donne démographique et politique. La croissance sans précédent des populations urbaines en Europe, nourrie par la vigueur de la croissance démographique et par la dynamique de l'exode rural, favorise d'abord les plus grandes villes et accentue le poids relatif de ces concentrations urbaines dominantes, avant d'être distribuée de manière plus homogène, à partir de la fin des années 1960, aux différents échelons de la hiérarchie urbaine (Cattan *et al.*, 1999). Dans ce contexte, la priorité va à l'organisation de cette croissance et à la réduction des déséquilibres territoriaux qu'elle peut conduire à accentuer. Dans certains pays, l'accroissement du rôle de l'Etat et l'importance accordée à l'aménagement du territoire soutiennent en effet la crainte d'une croissance et d'une expansion démesurées des plus grandes villes, aux dépens de l'équilibre de l'armature urbaine dans son ensemble. Aussi les stratégies de planification des formes urbaines se trouvent-elles souvent à la croisée de débats d'urbanisme et de débats sur l'aménagement du territoire, même si ces préoccupations ne s'expriment pas toujours aux mêmes échelons. Le modèle de déconcentration volontaire des plus grandes villes montre ainsi d'importantes modulations d'un pays à l'autre.

2.1.1. Deux exemples d'envergure nationale

L'émergence de stratégies d'« équilibre territorial » d'ampleur nationale caractérise en premier lieu la Grande-Bretagne et les Pays-Bas. C'est dans ces pays, dominés par de fortes concentrations urbaines, très densément peuplés, dont le sol peut être considéré comme une ressource rare, que les politiques de déconcentration planifiée des plus grandes villes, mises en œuvre pour parer à la diffusion généralisée de l'urbanisation dans ces régions, ont trouvé leur forme la plus aboutie. S'appuyant sur une politique volontaire et intégrée de déconcentration des plus grandes villes ou régions urbaines autour de pôles secondaires, ces stratégies ont ceci de particulier qu'elles s'inscrivent directement dans des politiques nationales d'aménagement du territoire.

- *Les pionniers : « Urban containment » britannique et ceintures vertes*

La politique de l'« Urban containment » menée en Grande-Bretagne occupe une place particulière parmi les options de déconcentration urbaine mises en œuvre dans l'après-guerre pour organiser l'étalement urbain : la plus précoce, elle fut sans doute aussi la plus radicale,

s'inscrivant dans une tentative de maîtrise totale de l'espace par l'Etat, qui n'était jusqu'alors intervenu que de manière limitée dans le domaine urbain (Hall *et al.*, 1973 ; Chaline, 1991 ; Champion, 2002), et a offert un modèle influent pour d'autres pays européens. En cherchant à restreindre la croissance physique des espaces urbains, afin d'éviter leur coalescence en de vastes conurbations, cette politique a eu un impact majeur sur la planification des formes urbaines. Matérialisée par la création de ceintures vertes autour des plus grandes villes, la limitation de l'étalement urbain devait en même temps permettre la déconcentration des agglomérations nées de l'industrialisation, grâce au redéploiement de la croissance urbaine au-delà des ceintures vertes, dans des villes nouvelles et des villes existantes plus lointaines (les « expanded towns »), selon un modèle de développement que l'on qualifierait maintenant de « polycentrique », déjà esquissé dans les plans d'Howard au tout début du XX^e siècle. Mis en place en une dizaine d'années, le dispositif de restriction de l'étalement urbain s'est d'abord appliqué à l'échelle de la capitale, à partir du Plan Abercrombie (1944) : une part substantielle de la croissance de Londres devait être redirigée vers un certain nombre de villes nouvelles ou de villes existantes, à environ 100 km du centre, au-delà d'une ceinture verte de 20 à 30 km de large, dont la création était décidée en 1946 par le « New Towns Act » – traité qui banalisait le concept énoncé dans le « London and Home Counties Green Belt Act » de 1938. Dix ans plus tard, alors que le gouvernement encourageait la généralisation des ceintures vertes en dehors de Londres pour toute la Grande-Bretagne, cette politique prenait une envergure nationale.

- « Déconcentration groupée » et « pôles de croissance » néerlandais, pour délester la Randstadt et protéger le « Cœur vert »

C'est également pour lutter contre l'étalement urbain et contre la coalescence de villes étalées qu'une politique de « déconcentration groupée » fut décidée aux Pays-Bas dans les années 1960, et appliquée des années 1970 au début des années 1980 (Dieleman *et al.*, 1999). Alors que dans l'immédiat après-guerre, la priorité était toute entière à la reconstruction et aux mesures d'aménagement centrées sur la Randstad Holland, cœur démographique et économique du pays, s'est exprimée la crainte, à partir des années 1960, que l'urbanisation ne devienne généralisée dans une région qui concentrait toujours plus de population. En 1966, le deuxième plan d'aménagement du territoire revoyait l'organisation de la croissance urbaine en se fixant comme double objectif le contrôle de l'étalement urbain et la protection du « Cœur vert » de la Randstad. Cette politique a été réalisée à travers le desserrement de la population issue de la croissance de la Randstad, qu'il était prévu de redistribuer à l'échelle

nationale dans un nombre limité de « pôles de croissance » (par exemple Almere, Nieuwegein, à l'échelle nationale, et dans le Cœur vert, Woerden et Gouda), grâce à la constitution d'importantes réserves foncières municipales et à la construction de grands programmes de logements collectifs. Cette volonté explicite de lutter contre l'étalement urbain a eu dans un premier temps des résultats certains puisque 500 000 personnes ont été réorientées vers des pôles de croissance, tandis que la croissance des villages dans le cœur vert était mieux contrôlée.

2.1.2. Ailleurs, organiser plus que limiter l'étalement urbain

Les politiques menées dans ces deux pays font dans un certain sens figure d'exception ; l'articulation entre la volonté de limiter l'étalement urbain et les stratégies nationales d'aménagement du territoire ne s'est pas reproduite de manière aussi systématique dans les autres pays européens. En règle générale, la volonté de redistribuer la croissance urbaine à l'échelle nationale a porté en priorité sur la question de la masse démographique des villes, à l'image des travaux sur la taille optimale des villes qui constituaient le principal cadre d'interrogation théorique du moment (Derycke, 1979, t.1, p.207, et Bairoch, 1977). La question de la planification des formes urbaines s'est donc surtout appliquée à l'échelle métropolitaine et s'est focalisée sur des plans régulateurs qui visaient plus à organiser qu'à limiter cette croissance dans l'espace.

- *Les schémas de « déconcentration concentrée » à l'échelle métropolitaine*

Les plans d'extension conçus pour quelques grandes villes dans l'immédiat après-guerre montrent bien que la prise en compte des nouvelles dynamiques de la croissance urbaine s'est d'abord traduite par la reconnaissance du caractère structurant des axes de communication et par la volonté d'organiser l'expansion spatiale de cette croissance de manière rationnelle. On peut citer l'exemple de Stockholm, dont le développement spatial a été réorienté en fonction du nouveau réseau métropolitain à partir des années 1940, dans un contexte de municipalisation des sols ancienne et très poussée, une vingtaine de lotissements de forte densité ont été construits en périphérie de la capitale jusqu'en 1970, autour des stations des lignes de métro (White, 1984). Dans le même esprit, le « Fingerplan » de Copenhague (1947) a réorienté le développement concentrique spontané des extensions urbaines en les organisant le long de radiales suburbaines desservies par des lignes de chemin de fer et en encourageant l'augmentation des densités de population le long de ces radiales (Vandermotten, 1999).

D'autres pays ont expérimenté une politique explicite de « déconcentration concentrée » à l'échelle des métropoles, avec des variantes importantes par rapport au modèle anglais. A partir des années 1960, la politique des villes nouvelles appliquée à la région parisienne témoigne bien d'une volonté de contrôler l'étalement urbain, ou du moins d'en encadrer la distribution spatiale. Cela dit, si l'aménagement cette région s'inscrivait dans le cadre d'une politique concernant l'ensemble du territoire, cette stratégie a été plus soucieuse, à l'échelle nationale, de réduire les inégalités de population et d'emploi, à l'aide de mesures de décentralisation économique mises en place à partir de 1955 et renforcées par la politique des métropoles d'équilibre, que de limiter l'étalement urbain et la consommation des sols. Ainsi le Schéma directeur d'aménagement de la région parisienne, établi en 1965 et ratifié en 1976, incite-t-il avant tout à la « gestion rationnelle d'une croissance urbaine que les prévisions donnent toujours à la hausse » (Saint-Julien, 2001). Ce plan encourage un développement structuré autour des centres secondaires que sont les villes nouvelles, officiellement « pour contrer toute extension spontanée radio-concentrique », mais plus vraisemblablement, dans les faits, pour accompagner l'étalement urbain. La trame verte et les zones naturelles d'équilibre créées en 1977, censées jouer le rôle de « zones tampons disposées dans l'intervalle des cinq villes nouvelles pour protéger l'agriculture et les forêts », ont eu un impact beaucoup plus limité que les ceintures vertes anglaises, faute de directives juridiques et réglementaires précises. De même, les schémas directeurs mis en place pour les métropoles de province, par exemple dans le cadre des OREAM², se sont davantage préoccupés d'organiser l'extension de ces villes que de la limiter.

- *Le renforcement du contrôle de l'affectation des sols*

D'autres exemples montrent que la tendance de la planification urbaine à cette époque vise davantage à organiser qu'à limiter l'étalement urbain, et cela en dépit d'un discours qui insiste sur la maîtrise de l'étalement, mais qui a surtout pour but d'organiser la croissance. Ainsi, en Grande-Bretagne, parallèlement aux mesures sur les ceintures vertes, le « Town and Country Planning Act » de 1947 définit à l'échelon local des règles tout aussi strictes de l'occupation du sol. Favorable au « statu quo », il s'appuie sur les autorités locales d'aménagement pour définir des plans de développement contrôlés par le gouvernement central, en identifiant des zones ouvertes à l'urbanisation pour une période de 20 ans (« White lands »). Ce système est

² Organismes Régionaux d'Etude et d'Aménagement des Aires Métropolitaines.

toujours en place, mais a reçu des assouplissements en termes d'échéance et de concertation entre autorités locales et promoteurs. Ces derniers ont par ailleurs plus de marge de manœuvre pour faire construire, parfois contre la volonté des autorités locales. Du fait de l'impossibilité de geler l'évolution foncière, les plans locaux ont été lentement érodés par les progrès de l'urbanisation, qui n'auraient cependant pas consommé plus d'un dixième de la surface totale en 40 ans (Champion, 2002).

En Allemagne, alors que peu de plans ont été élaborés pendant la période de croissance urbaine qu'a connu la RFA depuis 1945, de nouveaux besoins se font sentir à partir des années 1960. La loi fédérale sur la construction de 1960 qui unifie le droit de l'urbanisme, oblige les communes, au-delà d'une certaine taille, à établir des plans d'aménagement (Heymann-Doat, 1983) et soumet ainsi la planification locale, à travers les plans d'utilisation du sol et les plans de construction, à des règles plus générales.

D'une façon générale, les plans d'aménagement peuvent témoigner d'une prise de conscience et d'une volonté d'agir, tout en ne s'appliquant pas concrètement. Ainsi, selon C. Vandermotten, (1993, p.129) : « La Belgique, tardivement après la loi organique de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire en 1962, a été couverte de plans d'affectation potentielle des sols, dont on peut aujourd'hui montrer qu'ils n'ont pas pu contrôler le gaspillage de l'espace et la périurbanisation sauvage en l'absence d'une politique foncière simultanée ».

Malgré la diversité des attitudes, il est important de souligner le lien entre les stratégies de la planification urbaine et les formes des villes, car ces réflexions sur l'application, entre les années 1930 et les années 1970, des politiques de « déconcentration groupée » à quelques grandes villes d'Europe occidentale, inspire sans doute pour une bonne part les débats actuels sur le « développement polycentrique » des grandes métropoles. En organisant la croissance des villes autour de pôles urbains secondaires, ces politiques posent les principes d'une réflexion sur la maîtrise de l'étalement urbain et sur les alternatives à un étalement urbain « en tache d'huile » ; en cela, elles annoncent les débats des années 1990.

2.2. L'émergence de la ville compacte, dans le sillage des politiques de réhabilitation urbaine

L'émergence du concept de ville compacte est contemporaine des premières politiques menées à partir de la fin des années 1970 afin d'enrayer les effets du desserrement de la population et des activités dans les zones centrales de plusieurs grandes villes européennes (Choay, Merlin, 2000). Au sens strict, ce concept renvoie à l'expérience néerlandaise de la politique du même nom, élaborée dans les années 1970, et souvent citée comme référence. Parfois assimilé à la seule reconversion des friches urbaines en centre ville, ce concept participe plus largement des opérations de réhabilitation urbaine et de « régénération/renouveau urbain » dont l'origine remonte à la même période, même si l'on n'observe pas de stricte équivalence entre les opérations de réhabilitation et une exigence explicite de densification urbaine.

2.2.1. Une réaction au desserrement des populations et des activités

Les années 1970 et 1980 voient émerger une attitude plus soucieuse de la maîtrise de l'étalement urbain. Cette période s'inscrit en effet au terme de la phase la plus intense de l'étalement spatial des villes européennes, même si ces transformations morphologiques ne se sont pas faites sentir partout et simultanément avec la même ampleur : si dans les années 1950, les villes européennes connaissent encore un afflux de population et une densification des villes-centres, elles traversent dans les décennies suivantes la phase maximale du cycle de desserrement du tissu résidentiel urbain amorcé au XIX^e siècle (Cattan *et al.*, 1999) : « sous l'effet de la généralisation de l'automobile et de l'élévation des niveaux de vie, les densités résidentielles diminuent dans les centres, augmentent dans les banlieues et les zones en cours d'urbanisation s'étendent à un rythme inédit ». C'est dans ce contexte qu'émergent le concept de ville compacte et les premières politiques qui en portent le nom. Les interrogations sur la consommation de l'espace et sur les dynamiques de déconcentration urbaine peuvent ainsi être perçues en grande partie comme une réaction à cette phase d'étalement urbain.

La progression de l'urbanisation dans les périphéries, sous la forme discontinue et dispersée, « éparpillée » (Bauer et Roux, 1976), de ce qui est alors souvent perçu comme un « mitage » de l'espace rural (Mayoux, 1979), a suscité dès les années 1970 un certain nombre d'études préoccupées par l'intensité de la consommation des sols, des terres agricoles et rurales en particulier, sous l'effet de l'augmentation des prix fonciers et de la spéculation gagnant les

marges urbaines. Le rythme soutenu de la croissance urbaine dans les périphéries s'est ainsi accompagné de craintes quant aux réserves d'espaces disponibles et a suscité nombre d'études quantifiées pour prévoir les besoins en surface et organiser la croissance urbaine. Outre la multiplication des études locales, les questions de la consommation des sols liée à la croissance urbaine et de la rareté de l'espace destiné à l'urbanisation ont été à l'honneur par exemple au congrès de Tokyo de l'Union Géographique Internationale en 1980, et se sont retrouvées au premier plan de la Conférence Européenne des Ministres responsables de l'aménagement du territoire à Bari, en 1976, qui ont tenté de relativiser le degré de gravité du recul de l'espace rural en comparant le niveau des taux d'emprise urbaine d'un pays à l'autre (Barbier, 1979). Ainsi, dans les années 1970, l'estimation de la consommation d'espaces « naturels » ou agricoles par les villes françaises oscille entre 30000 et 80000 hectares par an. Ces chiffres peuvent sembler importants par comparaison avec d'autres pays, par exemple la Belgique, où l'on estimait pour la même période qu'environ 12000 hectares/an avaient été gagnés par les villes (Mérenne-Schoumaker, 1979), mais la France est plutôt considérée comme un pays où l'espace n'est pas rare. En France, la question de la consommation des sols suscite par ailleurs des discussions animées sur la comparaison des consommations d'espace par habitant caractéristiques de chaque type d'habitat, collectif ou individuel : elles insistent sur le « gaspillage » d'espace engendré par l'habitat périurbain ou le relativisent en soulignant davantage le rôle déterminant de l'aménagement global de l'habitat et des zones d'activité dans les banlieues (Coulaud, 1981).

Mais si l'on s'attache, dans les périphéries, à la question de la consommation des sols, l'attention portée à l'évolution des formes urbaines se focalise avant tout sur l'évolution des centres des grandes villes et sur la crainte de voir ces centres se « dévitaliser » en perdant de leur substance démographique et économique. Le spectre de la crise urbaine qui a affecté les villes des Etats-Unis à partir des années 1960 et qui s'est traduite par le déclin de la population dans les centres et par l'abandon de quartiers entiers aux populations les plus défavorisées n'est en effet pas loin. La question de la responsabilité du processus d'étalement urbain dans cette crise est d'ailleurs tôt débattue aux Etats-Unis. Les avantages d'une ville de forme compacte, susceptible de réduire le rythme de l'expansion urbaine et de faciliter la préservation des espaces libres, sont explicitement défendus, dès le début des années 1970, par l'ouvrage *Compact City : a Plan for a Liveable Urban Environment* (Dantzig et Saaty, 1973), devenu l'une des références majeures des défenseurs de la politique de la « smart

growth » (ou « croissance intelligente »), en opposition aux partisans de l' « urban sprawl » (De Roo, Miller, 2000).

Le débat s'inscrit dans la formulation de théories de la « contre-urbanisation » (Berry, 1976) qui touchent plus généralement au devenir des formes du peuplement urbain, dans des pays ayant achevé leur « transition urbaine », puisque les taux d'urbanisation y plafonnent aux alentours de 80%. L'hypothèse du déclin des métropoles s'appuie sur l'observation de leur desserrement, mais aussi d'une reprise d'attraction des petites villes, voire de certaines zones rurales, sur les migrations de population (Champion, 1989). La théorie du « cycle urbain » (Van den Berg *et al.*, 1987) décrit toutefois une phase de « ré-urbanisation » qui ferait suite aux phases précédentes de « dés-urbanisation », à l'échelle des régions métropolitaines, accompagnant le renouvellement du centre des villes et des mouvements de gentrification. Plusieurs auteurs ont toutefois émis des doutes quant au nécessaire parallélisme des évolutions observées outre-atlantique et en Europe, à partir de modèles urbains très différents, et ont souligné la persistance, à l'échelle des systèmes de villes, de tendances au renforcement des hiérarchies urbaines, allant à l'encontre d'un modèle général de contre-urbanisation qui serait valable à toutes les échelles (Cattan *et al.*, 1999, Petsimeris, 2003). Il reste que les tendances à l'étalement urbain et les risques de dévitalisation des centres des villes ont suscité en Europe des réactions tendant à faire rejouer les formes spécifiques de la vie urbaine et de la centralité, alors que certains chantres des nouvelles technologies prédisaient parfois un retournement de tendance, vers une redispersion de la population, un véritable « exode urbain » (Virilio, 1984).

Le retournement des politiques urbaines en faveur des opérations d'amélioration du bâti existant est certes motivé par la crise économique et le coût des opérations de démolition-reconstruction, mais aussi par la volonté de conserver la structure organique de la ville et de lutter contre le dépeuplement des grandes villes (Laborde, 2001). Dans les pays où les mesures de « déconcentration concentrée » ont été appliquées à une échelle nationale, les politiques de réhabilitation urbaine encouragées à la fin des années 1970 et surtout à partir des années 1980 révèlent donc un retournement des priorités dans l'appréhension du développement spatial des villes, en critiquant l'impact de cette stratégie de déconcentration urbaine. Dans plusieurs pays, mais dans des contextes différents, ces politiques sont conçues

en réaction aux politiques de déconcentration planifiée, perçues comme responsables du desserrement de la population des centres-villes.

2.2.2. Réhabilitation urbaine et densification des centres

- *Des mesures favorables à la revitalisation des « inner cities » en Grande-Bretagne*

En Europe, c'est la Grande-Bretagne qui, avec la politique des « Inner Cities », affirme le plus clairement le retournement des politiques de planification de la croissance urbaine en faveur de centres-villes soumis au desserrement de la population et des activités. C'est là que la déconcentration de la population s'est conjuguée à la récession économique la plus aiguë, avec pour conséquences, dans certains quartiers centraux des grandes villes, l'extension des friches industrielles, le délabrement des infrastructures et équipements, et la concentration de problèmes sociaux. Ce « basculement des priorités de l'Etat des villes nouvelles vers les quartiers anciens » exprime par ailleurs le rejet des opérations de rénovation intégrale, en faveur de la réhabilitation, plus soucieuse de préservation du patrimoine. A l'étude des zones d'exclusion sociale, menée à la fin des années 1960, succède au milieu des années 1970 « la rupture entre une politique de déconcentration fondée sur le couple « new towns » et rénovation urbaine et une politique de régénération des « Inner cities » fondée sur la réhabilitation et l'intervention sociale » (Chaline, 1991). La politique des villes nouvelles, suspendue en 1976, cède la place à une « seconde politique urbaine britannique », définie pour l'essentiel dans l'« Inner Urban Areas Act » de 1978. Cela dit, cette politique ne comporte pas de volet spatial à proprement parler, dans lequel serait programmée la densification de la soixantaine de quartiers centraux ou péri-centraux concernés. Le « recyclage » des quartiers est envisagé en priorité au moyen d'un traitement économique et environnemental des problèmes sociaux. L'impact spatial va néanmoins, indirectement, dans le sens d'une densification des centres, du fait de la mobilisation des terrains vacants en agglomération et de la volonté de « reconstruire la ville sur la ville ». La régénération du quartier des Tower Hamlets près du quartier des docks de Londres est un bon exemple de cette densification. Parallèlement, cette tendance est renforcée par une politique de conservation des héritages urbains, définie dans le « Civic Amenities Acts » de 1967, qui est associée à une réorganisation de la circulation et destinée avant tout aux villes moyennes (exemples de Edinburg ou Bath).

- *Des orientations variées*

Partout ailleurs, la volonté de maintenir sinon d'augmenter les densités dans les centres urbains n'est pas liée à une crise économique de même ampleur. La nécessité absolue de revitaliser les centres est au cœur de la problématique britannique, alors qu'en France, on ne trouve cette préoccupation que dans les villes des régions industrielles en mutation, notamment dans le Nord-Pas-De-Calais. Plusieurs cas de figure peuvent être distingués dans les ordres de priorité. La vaste opération de réhabilitation lancée par la municipalité de Bologne à la fin des années 1970 est un cas emblématique de limitation de l'étalement urbain opposée à la spéculation foncière dans les périphéries et destinée au maintien des populations modestes dans les vieux quartiers, grâce à un contrôle très strict de la municipalité sur le prix des terrains (c'est un peu, selon White (1984), l'exception qui confirme une règle plus libérale). L'orientation est d'ores et déjà plus « écologique » dans les villes d'Allemagne de l'Ouest. Au-delà de l'intérêt renouvelé pour le patrimoine historique des centres, qui, à partir des années 1960, succède à la phase de reconstruction et de rénovation de l'après-guerre, la politique de reconquête des centres-villes s'inscrit dans le cadre plus général de préoccupations écologiques, qui combinent des mesures autoritaires de freinage de la périurbanisation (loi sur l'urbanisme de 1986) et une politique massive de réaménagement et de revitalisation des villes, aidée en cela par la forte intervention des municipalités sur le contrôle des prix du foncier urbain (Heymann-Doat, 1983).

Selon J.E. Roullier (1994), « Sans doute ce thème est-il moins sensible en France, soit provisoirement, du fait de la décentralisation et de l'émiettement communal, soit que l'espace disponible et la fuite des « grands ensembles » favorisent la poursuite d'une évolution « à l'américaine » ». Il faut citer cependant la création du Fonds National pour l'Amélioration de l'Habitat (1967), dont l'action regroupe des opérations de Rénovation urbaine, lancées en 1958, et bénéficiaires de subventions publiques jusqu'en 1975-76, mais est restée quantitativement limitée. La France a pris conscience de la valeur patrimoniale de ces quartiers anciens qui deviendront « historiques », et inventé en 1962 un outil d'urbanisme spécifique pour les protéger, mais aussi pour permettre leur restauration et leur adaptation aux besoins de la vie contemporaine : le Secteur sauvegardé, avec son Plan permanent de sauvegarde et de mise en valeur (loi Malraux). En même temps, la paupérisation des tissus anciens, leur dépeuplement en centre ville font réagir les responsables publics, qui lancent une politique expérimentale de reconquête des centres dans les villes moyennes : entre 1974

et 1976, 90 contrats sont signés entre l'Etat et des villes. Cette politique contractuelle, radicalement nouvelle par l'approche de l'intervention urbaine dont elle témoigne, sera un creuset de nouvelles conceptions de l'urbanisme, de l'habitat, du patrimoine, monumental ou quotidien, et le lieu de formation de nouvelles équipes politiques et professionnelles (CDU, 1998). L'attachement aux centres historiques et la volonté de revitaliser, sous la pression politique des communes centrales en particulier, conduisent à développer des stratégies de densification urbaine, à travers la reconversion de friches et la construction de nouveaux logements dans le centre.

2.2.3. La politique de la ville compacte aux Pays-Bas

La politique de la ville compacte proprement dite a été élaborée aux Pays-Bas, en réaction à la stratégie de « déconcentration concentrée » appliquée des années 1970 au début des années 1980. Cette stratégie a été en effet jugée responsable à la fois du desserrement démographique du centre d'Amsterdam, qui aurait perdu 150 000 habitants entre 1965 et 1982 (Fouchier, 1999) et, malgré les objectifs initiaux, de la mise en péril de la protection du Cœur vert et de l'environnement, dans un contexte de rareté de l'espace disponible et de fortes densités humaines. Si ce cas mérite d'être traité à part, c'est qu'il correspond à une véritable politique intégrée, dont le volet spatial est déterminant, contrairement aux opérations plus courantes et plus décentralisées de réhabilitation urbaine. Lancée dans un premier temps par la municipalité d'Amsterdam qui l'a inscrite en 1985 dans son schéma directeur, la politique de la ville compacte est devenue par la suite le mot d'ordre de la politique urbaine du gouvernement, qui, à l'initiative des municipalités d'Amsterdam et de Rotterdam, a mis un terme à la politique de réduction du poids de la Randstat dans le pays (modification du 3^e plan en 1983-85 et du 4^e plan en 1988-90) (Stuben, 1983 ; Fouchier, 1999).

Parfois assimilée, étant donné le contexte de son émergence, aux opérations de réhabilitation urbaine et de « reconstruction de la ville sur la ville », la politique néerlandaise de la ville compacte s'en distingue néanmoins en renvoyant à des domaines d'application à la fois plus larges et plus intégrés. Ses principes reposent certes sur un usage plus intensif du sol déjà urbanisé, donc sur de plus fortes densités bâties : à Amsterdam, l'utilisation plus parcimonieuse de l'espace, par recyclage et densification des terrains existants, et le refus du mitage, ont été encouragés par la construction de 5000 logements par an dans le centre. Au début des années 1990, la zone maraîchère de Sloten et les friches portuaires accueillent la

construction de nouvelles zones résidentielles, tandis que le remblaiement d'une partie du lac d'Ijssel doit permettre de construire 20 000 logements. En 10 ans, plus de 200 000 logements ont été construits (Dieleman, 1997 ; Choay, Merlin, 2000). Mais dès la fin des années 1980, ces mesures ont été renforcées dans le 4^e plan par la recherche d'une plus grande mixité des fonctions urbaines, destinée à réduire les déplacements motorisés, et par la promotion des modes de transport « doux » au sein des villes : « the *compact city* is not only about compactness or concentration as such, it is primarily about the functioning of the urban space and the quality of that space » (Dieleman *et al.*, 1999). Le caractère intégré de ces politiques et l'importance des préoccupations environnementales impliquées dans la régulation des formes urbaines font de ces opérations un cas tout à fait particulier de réhabilitation, dont plusieurs auteurs ont d'ailleurs souligné le caractère peu reproductible dans d'autres contextes nationaux. Elles se sont en effet inscrites dans le cadre déterminant d'un contrôle très poussé des pouvoirs publics sur les formes du bâti, soutenu par la forte tradition d'aménagement du territoire, le financement des municipalités principalement alimenté par l'Etat – d'où la cohérence des politiques de développement spatial –, le contrôle étendu du gouvernement sur l'acquisition des terres et les développements résidentiels – avec une politique du logement unique en Europe avec des années 50 aux 80, un ample programme de logements sociaux qui représentent une part très importante du parc de logements, et à travers lequel l'Etat contrôle la localisation des nouvelles résidences, influence renforcée par le contrôle qu'exercent les municipalités sur l'affectation des sols urbains (Dieleman *et al.*, 1999).

De manière générale, on n'observe pas d'équivalence stricte entre la rénovation et la diminution des densités d'un côté, et la réhabilitation et la densification de l'autre. La réhabilitation n'est pas explicitement synonyme de densification et a pu d'ailleurs avoir des effets pervers sur la dynamique de périurbanisation en repoussant certaines couches sociales hors du centre « gentrifié ». Les préoccupations pour l'environnement, de même que pour l'allongement des mobilités, ne sont pas aussi explicites, dès les années 1980, dans les pays autres que Pays-Bas. Si cette politique s'inscrit en faux face au desserrement des populations et des activités, c'est plus par crainte pour la dévitalisation des centres urbains que par crainte des conséquences de l'étalement urbain sur ses marges. Toutefois, la volonté de revitaliser les centres villes est une des raisons essentielles de la préférence de plus en plus prononcée pour la densification du bâti. Cette préférence se conjugue à la convergence, en Europe, des politiques du logement qui, après avoir favorisé une politique du logement neuf sans véritablement se soucier de ses répercussions spatiales, tendent à organiser une réduction de

la construction neuve et surtout à orienter l'effort public vers la réhabilitation du parc existant et vers le financement de projets intégrés de réaménagement urbain (Roullier, 1994).

2.3. La ville compacte, réinvestie dans le champ conceptuel du développement durable

Paradoxalement, c'est à partir des années 1990, alors que l'étalement urbain ne progresse plus qu'à un rythme ralenti dans la plupart des pays d'Europe occidentale, que la question de sa gestion et de sa maîtrise est revenue avec force sur le devant de la scène politique et scientifique. L'originalité de ce regain d'intérêt pour le devenir des formes urbaines repose certes sur la promotion d'un modèle de ville de forme compacte et dense, confirmant en cela un retournement de tendance qui s'était déjà annoncé dans la décennie précédente. Mais elle réside aussi dans la manière dont cette préférence s'est diffusée et affichée à différents échelons territoriaux, y compris à l'échelon supranational d'institutions mondiales et européennes. Une des références les plus souvent citées en la matière est celle du *Livre vert³ sur l'environnement urbain* (CE, 1990), à travers lequel la Commission européenne s'est nettement prononcée en faveur d'un modèle de ville compacte et qui, en dénonçant les conséquences néfastes de l'étalement urbain sur le devenir des villes, a accéléré la diffusion de ce modèle.

Quelle signification doit-on donner à la diffusion très large du modèle de ville compacte, qui s'est vite affirmé comme une référence incontournable des débats sur le devenir des formes urbaines ? Bien qu'ayant émergé dès les années 1970 dans le sillage des politiques de régénération urbaine, et s'inscrivant de toute évidence dans une période de questionnements très généraux quant au devenir des formes urbaines européennes, ce modèle semble avant tout porté, à partir des années 1990, par la diffusion des principes du développement durable ; l'orientation vers des formes urbaines compactes et denses est dès lors perçue comme une des conditions *sine qua non* de l'existence de « villes durables ». Aussi, pour éclairer les raisons de la valorisation de la compacité urbaine, faut-il comprendre en quoi les villes sont considérées comme une pièce stratégique de l'application des principes du développement durable et en quoi la maîtrise des formes urbaines participe de la définition du caractère

³ Les « livres verts » publiés par la Commission européenne sont des documents dont le but est de stimuler une réflexion et de lancer une consultation au niveau européen sur un sujet particulier. Les consultations suscitées par un livre vert peuvent ensuite être à l'origine de la publication d'un livre blanc qui traduit la réflexion en mesures concrètes d'actions communautaires (Site internet de la Commission européenne, <http://europa.eu.int/>).

durable de ces villes. On s'interroge dans cette perspective sur la manière dont le modèle de ville compacte a été réinvesti dans le champ conceptuel du développement durable, en revisitant brièvement les arguments favorables à sa diffusion dans l'Europe des années 1990, et en tentant d'en restituer le contenu.

2.3.1. Un modèle porté par le succès de la notion de développement durable

Plus de vingt ans après la première occurrence officielle du terme de développement durable (« sustainable development ») lors d'une réunion de l'Union Internationale de la Conservation de la Nature (1980), et plus de dix ans après le rapport Brundtland qui l'a rendu célèbre dans le cadre d'une conférence de l'ONU (1987), plusieurs publications ont contribué à alimenter l'analyse critique d'une notion qui reste difficile à cerner tant elle est englobante, omniprésente et multiforme (Godard, 1996 ; Brunet, 1997 ; Theys, Emelianoff, 2001). On s'interroge de plus en plus sur le sens à donner à la notion de développement durable, ses contradictions, ses limites opérationnelles, en repartant le plus souvent de la définition qu'en a donné le rapport Brundtland (1989) : « un développement qui permet de répondre aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins ». Au sens strict, cette notion trouve ses racines dans l'intérêt croissant, dans les années 1980, pour les questions écologiques de portée mondiale. Cela dit, elle a très vite recouvert une ambition plus intégratrice, qui décline la définition du rapport Brundtland en trois grandes approches devant être conciliées : une approche écologique fondée sur le maintien de la biodiversité et la protection des systèmes biologiques et physiques actuels, mais aussi une approche économique, selon laquelle l'optimisation de la production des richesses doit respecter le capital « naturel », et une approche socio-culturelle, qui vise à promouvoir l'équité et la justice sociale entre et à l'intérieur des générations. Ces exigences, tout en alliant les dimensions temporelles du court et du long terme, les échelles locales aux échelles globales, incitent donc à une intégration des politiques sectorielles. Dans ce cadre complexe et encore en bonne partie indéterminé, perçu comme « un champ variable de réflexions, de pratiques et de prises de conscience, bien davantage qu'une réalité univoque » ou qu'une notion scientifique (Lévy, Lussault, 2003), la vision systémique qui prévaut confère une place toute particulière aux organismes urbains, hautement représentatifs des tensions qui opposent le développement économique des sociétés et la recherche d'un équilibre écologique ou social.

Le transfert de la notion de développement durable au milieu urbain a ainsi émergé dans les années qui ont précédé la Conférence de Rio de 1992, sous l'impulsion des Nations Unies, la transposition ayant été explicitée lors des Grandes Conférences Habitat de l'ONU (Nairobi en 1994 et Istanbul en 1996). Ce mouvement mondial a été relayé en Europe par le mot d'ordre de la Commission européenne, à travers la publication du *Livre vert sur l'environnement urbain* en 1990. A un échelon local, le relais a pu être pris par la création d'organismes comme l'ICLEI (International Council for Local and Environmental Initiatives), chargés par l'ONU de diffuser et de soutenir le projet de ville durable dans les collectivités territoriales, ou encore par des initiatives telle que de la « Campagne européenne des villes durables », fondée par la DG XI lors de la conférence d'Aalborg (1994), et qui a accompagné l'adoption par les villes des Agendas 21 lancés par la conférence de Rio (CDU, 1998).

Ces préoccupations ont également pu être intégrées dans les législations nationales, avec des lois allant dans le sens d'une volonté de maîtrise plus soutenue de l'étalement urbain : pour certains pays, comme les Pays-Bas ou la Grande-Bretagne, il s'agit plus d'une mise à jour de politiques antérieures, sous un nouvel habillage : les exigences nationales sont devenues plus consciemment influencées par les orientations suggérées au niveau international. L'intégration des plans d'occupation des sols et des plans de transport, par exemple, y fait explicitement référence dans le « Livre blanc » (« This common inheritance ») publié en 1994 en Grande-Bretagne, directement inspiré des principes de Rio. Aux Pays-Bas, le « 5th Environmental Action Programme » (1995-1998) prolonge le 4^e rapport de 1991, qui intègre les principes du développement durable (Fouchier, 1999). D'autres pays n'ont pas défini de politique d'ensemble, comme en Italie, où on ne notait dans les mêmes années aucune réflexion globale en faveur du développement durable (Camagni, Gibelli, 1997). En France, cette volonté s'est affirmée plus tard, avec le vote de la loi « Solidarité et Renouvellement Urbain » (2000) qui, érigeant la maîtrise de l'urbanisation périphérique en objectif majeur du « renouvellement » urbain, s'inscrivait dans une problématique générale de lutte contre l'étalement urbain (Besson, 2000 ; Wiel, 2000). Les politiques urbaines devaient d'après cette loi se montrer plus cohérentes entre elles et faciliter la construction d'une approche transversale. Cette recherche de cohérence favorable à la maîtrise de l'étalement urbain

prolongeait l'esprit d'un dispositif législatif incitant à une meilleure coordination intercommunale⁴.

Certains auteurs ont bien montré, dans ce sens, que la diffusion de la notion de ville compacte avait pu être portée par la convergence entre plusieurs échelles de réflexion et d'acteurs : au Royaume-Uni, par exemple, les communes centres anglaises auraient été d'autant plus réceptives aux notions de ville durable et de ville compacte diffusées à l'échelle internationale, que ces dernières correspondaient à leur propre demande d'aide pour le développement d'une politique de « renaissance urbaine », liée à des préoccupations d'urbanisme et à la crainte d'une dévitalisation des centres (Williams, 2002).

2.3.2. De la ville compacte à la ville durable : des priorités environnementales

La priorité accordée aux préoccupations environnementales enrichit d'une dimension supplémentaire la notion de ville compacte qui avait émergé avec les politiques de renouveau urbain : l'étalement urbain est jugé nocif pour le développement durable des villes dans la mesure où il porte atteinte à l'environnement urbain : très consommateur d'espace, il encourage de plus un usage excessif de l'automobile, responsable d'une importante consommation énergétique, de nuisances sonores et de pollution atmosphérique. On oublie souvent que cette association entre ville compacte et priorités environnementales ne va pas forcément de soi. Certains auteurs estiment qu'elle dénote même une rupture avec les conceptions jusqu'alors dominantes de l'écologie urbaine, puisque « au nom d'une certaine conception de l'environnement, les urbanistes soucieux d'écologie auront (...), paradoxalement, favorisé une dédensification des villes qui apparaît aujourd'hui comme un des problèmes écologiques majeurs » (Theys, Emelianoff, 2001). Dès les années 1990, la valorisation d'un modèle de ville compacte fait écho au mouvement mondial contre les « Consuming cities », fustigées dans les conférences Habitat succédant à celle de Rio (Low *et al.*, 2000). La même priorité apparaît à l'échelon européen : la publication du *Livre vert sur l'environnement urbain*, qui correspond dans l'histoire de la Communauté Européenne au développement de la politique environnementale, est la première manifestation de l'engagement de la Commission pour intégrer la dimension urbaine à cette

⁴ Les lois dites Voynet (Loi d'Orientation sur l'Aménagement et le Développement Durable du Territoire) et Chevènement (Loi de simplification et de modernisation administrative du territoire français), toutes deux votées en 1999.

politique (CDU, 1998). C'est la même institution qui a lancé et soutenu la « Campagne des villes durables européennes »⁵. L'origine de ces initiatives, lancées ou centralisées par la direction générale chargée de l'environnement (DG XI), souligne le primat des préoccupations environnementales dans les problématiques du développement durable, même si d'autres préoccupations, économiques et sociales, ont été de plus en plus intégrées à ces principes.

L'argumentaire opposé au processus d'étalement urbain se développe également autour de problématiques plus larges en se situant dans l'horizon des politiques de régénération urbaine : les aspects économiques sont soulevés pour la gestion des infrastructures et des services urbains, plus coûteuse et plus difficile d'un point de vue technique dans des zones de faibles densités, et par ailleurs, certaines conséquences sociales de l'étalement urbain sont abordées à travers la question d'un renforcement de la fragmentation sociale. Plus largement, ces questions sont posées dans un contexte d'incertitude sur le devenir des formes urbaines européennes, renforcé par le développement des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication : la vitesse et l'accessibilité accrue des moyens de communications vont-elle permettre une diffusion généralisée de l'urbanisation ? La prolifération des « Edge cities » aux Etats-Unis préfigure-t-elle ce mouvement ? Va-t-on vers une mutation quantitative et qualitative des formes urbaines ? Différents programmes de la Commission Européenne sont visiblement inspirés par ces interrogations (exemple du programme Interreg III sur les métropoles du Nord-ouest).

2.3.3. Les formes de la ville durable : mots d'ordre et modèles

« L'une des principales réflexions concernant le développement durable urbain a trait (...) aux formes urbaines, c'est-à-dire à la morphologie des villes et aux densités d'agglomérations » (CDU, 1998). L'idée selon laquelle les formes urbaines sont une condition essentielle d'un développement urbain durable a été soulignée dans plusieurs documents émanant d'institutions mondiales, européennes ou nationales (Emélianoff, 1999). La description des composantes de la ville compacte a été développée dans certains documents européens, tout en restant assez abstraite et en laissant persister de nombreuses ambiguïtés quant à l'échelle et

⁵ Le Livre vert sur l'environnement urbain de 1990 s'inscrit au tout début de ce processus tandis que le rapport sur les villes durables européennes fait le bilan, en 1996, d'une « campagne » qui a réuni plusieurs collectivités locales pour échanger les expériences en matière de développement durable et réfléchir aux modalités de son application.

aux modalités d'application de ces principes. Le *Livre vert sur l'environnement urbain* et, à moindre titre, les rapports de la « Campagne européenne des villes durables », sont, parmi ces documents, ceux qui insistent le plus sur le rôle de levier que doit jouer la planification spatiale pour favoriser le développement durable des villes européennes. La notion de compacité urbaine s'y enrichit en s'inspirant sans pourtant les nommer de certains des principes de la politique de la ville compacte pratiquée aux Pays-Bas et ce faisant, semble d'abord témoigner de l'influence des pays de l'Europe du Nord-ouest dans la définition de telles politiques (Hancock, 1993).

- *Compacité morphologique, compacité fonctionnelle*

La question des formes urbaines et de l'impact de la planification sur ces formes fait ressortir une double dimension de la ville compacte, à la fois morphologique et fonctionnelle. Ainsi, la compacité morphologique des villes est aussi bien abordée sous l'angle absolu de la taille des établissements urbains, dont l'extension doit être maîtrisée et le périmètre contenu, que sous l'angle de l'intensité d'occupation du sol, à travers le niveau des densités de population. Ces principes reposent à la fois, d'un point de vue morphologique, sur la densification du bâti existant et la limitation de l'éparpillement résidentiel. Ils reprennent en partie certaines mesures privilégiées par les politiques de « régénération urbaine » mises en œuvre dès les années 1980, en les orientant davantage vers des préoccupations environnementales. Les collectivités locales sont en effet invitées à « assurer la réutilisation des terrains désaffectés » et la reconversion des terrains qui « offre la possibilité (...) de protéger la campagne, les espaces ouverts et naturels » (CE, 1996).

L'impact de la planification spatiale sur les formes urbaines est par ailleurs envisagé à travers une dimension plus fonctionnelle de la compacité urbaine, qui rejoint les questions de la mobilité dans la ville et celles de l'accessibilité urbaine, avec pour objectif la réduction du nombre et de la portée des déplacements automobiles, responsables d'une consommation d'énergie et d'une émission de polluants croissantes. Deux aspects de cette dimension fonctionnelle peuvent être distingués : un traitement direct, qui recommande de renforcer l'urbanisation autour des points de forte accessibilité, afin d'augmenter les densités au plus près des réseaux de transports en commun. Par ailleurs, un traitement indirect, via la localisation de l'habitat et des activités, qui doit également participer du contrôle de l'étalement. L'agencement spatial des zones urbanisées est présenté comme devant intervenir

dans la défense d'une plus grande mixité fonctionnelle, en réaction à la division fonctionnelle de l'espace qui a été un grand principe d'organisation des espaces urbains au XX^e siècle.

Notons que la synthèse du rapport final sur les villes durables européennes (1996), tout en réaffirmant le caractère multidimensionnel des conséquences de l'étalement urbain (« L'éco-développement est un concept beaucoup plus vaste que la protection de l'environnement. Il possède une dimension économique et sociale et comporte une notion d'équité entre les générations »), ne reprend pas explicitement le concept de ville compacte, et s'appuie davantage sur la notion de « régénération urbaine ». Il y est néanmoins question d'influencer la morphologie urbaine à l'aide de mesures fiscales et restrictives et cet objectif traverse plusieurs des principes de planification spatiale.

- *Modèle(s) de forme urbaine durable : le glissement vers un modèle polycentrique*

Les principes énoncés ci-dessus, qui dessinent les contours d'une forme urbaine « idéale », restent non seulement très généraux, mais aussi ambigus quant à l'échelle d'application dont on ne sait pas toujours si elle concerne l'agglomération ou un périmètre urbain élargi. Il serait tentant de mettre un contenu derrière ces formes « idéales » et abstraites en relevant, dans la littérature sur les villes durables, les exemples les plus fréquemment cités en tant que modèle ou contre-modèle de formes urbaines, ne serait-ce que pour avoir une idée des représentations que l'on s'en fait ; mais bien souvent, les « palmarès » de villes durables (d'après les réseaux de villes durables, les villes ayant adopté un agenda 21, entre autres) se rapportent davantage aux performances écologiques des villes qu'à leurs caractéristiques morphologiques. De plus, la référence au modèle juge plus des orientations stratégiques que de l'état présent des formes urbaines. On en reste donc à des exemples très généraux, parmi lesquels l'incontournable référence à Amsterdam, qui fait parfois même figure d'idéal-type de l'« urbanité » parmi les modèles de l'urbanisation mondiale (Lévy, 1999). D'un autre côté, on retrouve parfois implicitement les villes françaises au rang de contre-modèles, lorsque comparées aux politiques urbaines et aux orientations stratégiques d'autres pays européens tels que les Pays-Bas, l'Allemagne, ou la Grande-Bretagne (CERTU, 2000). Dans une étude menée sur quatre métropoles européennes, de plus, R. Camagni et M.C. Gibelli (1997) ont donné quelques illustrations supplémentaires du contrôle des limites urbaines et des rapports entre espaces urbains et espaces ouverts, soulignant la spécificité de la Randstad Holland pour le rapport particulier qu'elle entretient entre espaces ouverts et espaces bâtis, la référence de Londres en

tant qu'exemple le plus abouti de d'aménagement de ceintures vertes, ou encore Munich pour l'importance accordée au développement non plus radial mais en réseau des transports ferroviaires.

En revanche, on observe assez nettement, à travers l'évolution des formes urbaines citées en référence, un glissement progressif du modèle « idéal » vers une structure urbaine de type polycentrique. C'est cette référence qui, de plus en plus, est associée aux formes spatiales les plus « durables », avec un centre dense au périmètre délimité, et des centres secondaires en périphérie. On parle à cette occasion du « modèle rhénan » d'un polycentrisme urbain en réseau, qui se serait imposé dans certaines villes d'Allemagne et des Pays-Bas (CDU, 1998). R. Camagni et M. C. Gibelli (1997), qui soulignent également l'existence d'un consensus autour de ces formes, les rapprochent des modes de planification danoise et hollandaise qui préconisent les structures polycentriques et le « renforcement de l' « effet urbain » incluant à l'intérieur des aires métropolitaines de vastes zones vertes ». Ce glissement est certes influencé par la diffusion du concept de polycentrisme dans les documents de réflexion sur un aménagement européen (SPESP, 2001), mais il est intéressant de noter qu'il renvoie également, pour certains de ses éléments, à la politique de « déconcentration groupée » développée plus de trente ans auparavant.

3. ENJEUX DES DEBATS SUR LA QUESTION DE LA VILLE COMPACTE

L'incidence de la transformation du cadre morphologique des villes sur leur organisation et leur fonctionnement s'est affirmée, avec le succès de la notion de développement durable urbain, comme une question stratégique d'aménagement du territoire. Dans le même temps, en valorisant le modèle de la ville compacte et en l'offrant de manière assez tranchée comme seule alternative au phénomène d'étalement urbain, les institutions de l'Union Européenne ont fortement contribué à raviver les débats récurrents sur le devenir des formes urbaines. Les premières consultations des Etats européens, en réaction à la publication du Livre vert sur l'environnement urbain, ont en effet révélé le sentiment d'insuffisante prise en compte de la diversité des formes de périurbanisation en Europe, et ont exprimé le besoin d'assouplir la référence à un modèle unique de forme urbaine optimale (Hancock, 1993). Par ailleurs, du fait de la volonté très intégratrice des objectifs qui le supportent, ce modèle semble reposer sur un certain nombre de contradictions, très tôt relevées en réaction au Livre vert, par la suite plus

longuement approfondies et discutées (Breheny, 1992 ; Jenks *et al.*, 1996 ; De Roo, Miller, 2000 ; Theys, Emelianoff, 2001).

Après avoir fait état du contexte dans lequel s'inscrit la référence contemporaine au modèle de la ville compacte, nous nous attachons ici à cerner les enjeux des débats qui discutent des bien-fondés de ce modèle et plus largement, de l'évaluation des conséquences de l'étalement urbain. L'objectif n'est pas tant d'entrer dans le détail des arguments que de mettre en lumière, à partir de quelques exemples représentatifs, la diversité et le caractère transversal des questions soulevées. Aussi, en raison de l'ampleur des débats engagés, l'éclairage que nous proposons s'appuie-t-il en priorité sur un ensemble de références françaises, dont nous avons eu l'occasion de faire état pour un colloque consacré à la comparaison internationale de la maîtrise de l'étalement urbain, « della città diffusa all città diramata » (Detragiache, 2003, Guérois, Pumain, 2002). En France, certaines publications se sont, dès les années 1970, interrogées sur les voies d'une meilleure organisation et d'une meilleure gestion de la ville « émergente » (Bauer et Roux, 1976 ; Mayoux, 1979), mais le débat sur le caractère durable de l'étalement urbain a été introduit relativement tard (Theys, Emelianoff, 2001). Il s'est radicalisé autour de quelques géographes, sociologues, urbanistes et architectes qui ont fait entendre leurs critiques à propos de la référence à la ville compacte.

3.1. Formes urbaines, coûts écologiques et accessibilité aux espaces verts

Le *Livre vert sur l'environnement urbain* publié par la Commission européenne met en priorité l'accent sur la contradiction, à long terme, entre les logiques de l'étalement urbain et les enjeux écologiques du développement durable, depuis l'utilisation plus parcimonieuse du sol urbain, jusqu'à la réduction de la pollution atmosphérique et de la consommation énergétique. Mais nombreux sont les auteurs qui s'appuient sur ces mêmes arguments pour souligner l'existence d'importantes contradictions internes au modèle de la ville compacte, et rappellent ainsi combien l'équation entre forme urbaine et exigences environnementales est plus complexe à poser et à résoudre qu'il n'y paraît.

3.1.1. Étalement urbain et consommation des sols

Jusqu'aux années 1980, les conséquences environnementales de l'étalement urbain ont été surtout abordées à travers la question vive de la quantité d'espace consommée par les villes, la ville compacte, ville circulaire, présentant dans ce cadre la forme la plus économe en termes de consommation des sols. Exigence première de la maîtrise de l'étalement urbain dans les pays dont l'espace est rare et compté, comme en Grande-Bretagne et aux Pays-Bas, cette question a pu être ailleurs très sérieusement prise en compte, en regard des prévisions sur les besoins d'espace de populations urbaines alors en forte croissance.

On a pu estimer récemment que, dans la plupart des villes françaises, la consommation d'espace par habitant avait été multipliée par deux ou trois en trente ans (cité par Orfeuil, 2000). La question de la consommation des espaces « naturels » et agricoles par les villes n'est cependant plus aussi prégnante dans les débats sur la forme des villes, en France tout du moins. Alors que le rapport Mayoux (1979) cherchait déjà à relativiser cette question en montrant que l'extension des villes consommait chaque année moins d'espace que les terres agricoles mises en friche, cet argument est parfois repris dans les débats sur le « gaspillage » d'espace entraîné par les formes d'habitat pavillonnaire. On considère alors qu'« il est faux de présenter le problème de la préservation de l'espace naturel comme un problème de préservation des terres agricoles, puisqu'on subventionne par ailleurs la non-utilisation des terres. C'est donc uniquement un problème qualitatif de préservation du cadre de vie. Force est de constater que ce ne sont pas principalement les maisons d'habitation qui détériorent les paysages, mais d'abord les activités commerciales et ensuite les constructions industrielles et agricoles » (Comby dans Fouchier, 2001). Le problème de la concurrence entre agriculture et urbanisation se pose surtout à une échelle locale, par exemple en région parisienne, dans la vallée du Rhône, dans les vallées des Alpes et sur les littoraux, recherchés à la fois par l'agriculture, le tourisme, l'industrie, les voies de communication et les villes. Dans ces zones en particulier, la mobilisation pour la défense de l'espace rural face à la croissance urbaine est vive, mais reste cependant modérée par rapport à ce qui a pu être observé dans d'autres pays comme l'Allemagne, les Pays-Bas ou la Grande-Bretagne. On doit en effet avoir conscience que ce problème ne se pose pas avec la même acuité en France et dans les pays où l'espace est plus rare et l'occupation générale de l'espace beaucoup plus dense. La densité moyenne française, de l'ordre de 100 habitants au km², est trois fois moindre que celle de la Belgique.

La France connaît une situation relativement favorisée au sein de l'Europe occidentale du point de vue de l'espace disponible, le taux d'emprise urbaine y restant relativement faible (entre 20 et 30% de la superficie est occupée par les communes urbanisées en 1999, selon que l'on prend en compte la définition de l'agglomération ou de l'aire urbaine) et les densités rurales assez basses.

3.1.2. Les coûts écologiques des faibles densités : l'inévitable association avec la question de la « dépendance automobile »

De plus en plus, dans les années 1980 et 1990, la discussion se reporte sur le lien entre l'étalement urbain et l'augmentation des pollutions automobiles d'origine atmosphérique (en France, la loi sur l'air de 1996 pour la limitation de la voiture en milieu urbain a marqué ce tournant). L'introduction d'un lien de cause à effet entre le processus d'étalement urbain et les problèmes environnementaux liés à une pollution atmosphérique ou une consommation énergétique accrues recoupe très largement la question de la mobilité automobile et la manière dont cette mobilité est entretenue par les faibles densités urbaines. Certes, l'association entre les faibles densités et la notion de coût écologique ne se réduit pas entièrement à cette question, certaines études ayant pu envisager ce lien à travers l'examen d'autres coûts énergétiques comme les dépenses de chauffage (Merlin, Traisnel, 1996). Cela dit, la question des coûts écologiques de l'étalement urbain reste indissociable de celle de la croissance du trafic automobile dans la ville, tant dans l'allongement que dans l'intensification des déplacements, celui-ci étant à la fois perçu comme le support et le produit de la ville étalée.

Les études qui se sont attachées à démontrer le lien entre les faibles densités et ce type de nuisance écologique affichent une convergence remarquable, en dépit des difficultés relatives aux mesures synthétiques de pollution ou de consommation d'énergie dans les villes. L'idée selon laquelle l'étalement urbain alimenterait la pollution atmosphérique et entraînerait une augmentation de la consommation d'énergie a ainsi suscité peu de controverses, même si dans le détail, le lien entre densités et dépendance automobile est plus compliqué (Dupuy, 2002). A l'échelon international, plusieurs études sont venues soutenir cette thèse. Les travaux très célèbres des australiens Newman et Kenworthy (1989) ont notamment inspiré la position de l'ONU et de l'Union européenne en faveur de la ville compacte. Partant de l'étude d'une trentaine de grandes agglomérations dans le monde « développé », ils ont montré que la

consommation d'énergie relative au transport des habitants était fortement corrélée aux densités urbaines, et que cette consommation augmentait lorsque les densités urbaines diminuaient. La mise en valeur d'un seuil de 30 à 40 habitants à l'hectare, au-dessus duquel la consommation énergétique apparaît très faible, classe les villes américaines au rang des villes les plus « coûteuses » en énergie tandis que les villes européennes se retrouvent dans une position intermédiaire. La même corrélation a pu être établie pour les communes d'Ile-de-France, en faisant un lien supplémentaire entre les faibles densités, la pollution atmosphérique et le taux de motorisation des ménages, et en confortant cette observation par l'étude de son évolution entre 1982 et 1990 (Fouchier, 1998), tandis qu'une étude de budget énergie-environnement (Gallez, Orfeuil, 1996) a montré que les niveaux d'émission liés aux déplacements quotidiens étaient fortement dépendants des localisations des ménages dans l'espace urbain, les émissions de dioxyde de carbone étant multipliées par un facteur deux à trois au passage des zones denses aux zones peu denses.

L'articulation entre les fortes densités et le niveau de pollution ou de consommation énergétique devient plus complexe et s'expose davantage aux critiques lorsque ces arguments sont utilisés, par extrapolation, pour établir un lien de cause à effet entre des mesures de densification et la réduction des trafics automobile. Selon V. Fouchier (1996), l'ONU, OCDE et UE s'appuient sur les travaux de Newman pour encourager la densification comme voie de réduction des trafics automobiles. Si l'existence d'un lien entre la compacité des formes urbaines et la limitation du nombre et de la longueur des déplacements en automobile a pu être soulignée (Merlin, Traisnel, 1996), si les faibles densités urbaines sont corrélées à des niveaux de pollution plus élevés que pour les parties plus denses de la ville, peut-on considérer pour autant que la densité est un facteur suffisant pour expliquer le degré de pollution automobile ? L'idée selon laquelle plus la ville est dense, moins le trafic automobile est intense, doit être nuancée (Fouchier, 1996) : la seule augmentation des densités peut-elle avoir un impact décisif sur l'usage de l'automobile ? Les économies d'énergie et les pollutions évitées seraient-elles suffisantes pour justifier l'augmentation des densités ?

Une première série d'arguments amène à relativiser les conséquences d'une densification sur le moindre usage de l'automobile et l'importance accordée au seul critère de la densité en considérant davantage les actions correctrices liées aux modes d'occupation du sol : certaines occupations du sol, peu intensives en population ou en emplois (enseignement, commerces,

bureaux) étant génératrices de déplacements, il serait peut-être plus efficace de densifier avec des équipements générateurs de déplacements qu'avec de l'habitat. L'éclatement des fonctions à l'intérieur de l'agglomération, caractéristique plus qualitative que la seule appréciation des niveaux de densités, a aussi de lourdes conséquences sur les déplacements. « On ne peut pas attendre trop d'une politique de densification et de blocage des urbanisations futures si rien n'est fait pour répartir différemment les hommes et les activités ». C'est dans ce sens que sont souvent associées les notions de mixité à celle de densité, à l'image des règles d'occupation du sol établies dans certains pays (Plan ABC).

Par ailleurs, quant à la décroissance de la densité de voitures en fonction de la distance au centre, elle risque, si la densification n'est pas organisée, de se traduire par une congestion routière accrue. Pour Breheny (1992), un modèle de ville compacte n'est pas nécessairement plus adapté à la protection de l'environnement, la densification peut être aussi nocive à l'environnement. Il serait donc avant tout nécessaire de coordonner politiques d'urbanisme et politiques de transport afin d'accompagner les éventuelles options de densification par un renforcement du réseau de transports en commun.

De multiples solutions alternatives ont été proposées et expérimentées. Pour n'en donner que quelques exemples, on peut rappeler la réduction de l'offre de stationnement dans les villes suisses, l'interdiction de circuler certains jours pour certains véhicules à Bologne et Milan, l'interdiction de circuler dans le centre pour les non-résidents (entraînant parfois des effets pervers à proximité des zones concernées, Bonnel, 1998), ou les péages à l'entrée des centres urbains mis en place à Oslo puis récemment à Londres. Si les politiques destinées à limiter la place de l'automobile dans la ville sont en France moins répressives que dans d'autres pays, par exemple en Italie ou en Suisse (Fouchier, 1996 ; Bonnel, 1998), la France reste le pays de l'Union Européenne qui, à court et à moyen terme, attend le plus de retombées structurantes de l'investissement dans une politique des transports collectifs. La relance des Plans de Déplacements Urbains (PDU) apparaît ainsi comme l'élément moteur de la politique de limitation de l'automobile dans les villes.

3.1.3. Les formes urbaines et l'accessibilité aux espaces verts

La question de l'impact du cadre bâti sur l'environnement des populations urbaines n'est pas perçue que du seul point de vue des nuisances écologiques même si cet aspect se présente, à

terme, comme l'une des pierres d'achoppement du caractère « durable » des villes. Il est encore une contradiction souvent relevée par rapport aux exigences environnementales de la ville compacte. Il est également question, de manière plus générale, de cadre de vie, et à travers cette expression, de l'accessibilité et de la proximité des populations aux espaces verts. Breheny (1992) a surtout souligné la difficulté de maintenir l'accessibilité aux espaces verts dans la ville dense, alors que cette dernière exigence relèverait des principales aspirations contemporaines des populations urbaines. La densification, qui implique une moindre consommation d'espace, va à l'encontre des aspirations individuelles à vivre plus près de la nature.

Cette question, qui oppose en partie protection des espaces naturels et place des espaces verts dans la ville, est parfois interprétée comme une manifestation de la tension sous-jacente à l'exigence conjointe d'accessibilité collective et individuelle des populations à la nature. J. Theys et C. Emelianoff (2001) vont dans ce sens en soulignant que le modèle de ville étalée, « incriminé au nom de la protection de l'environnement dans les années 1990, présente pourtant une morphologie qui répond aux aspirations des écologistes dans les années 1970 pour échapper à l'« enfer urbain » et développer « la ville à la campagne » ». Cet apparent paradoxe tient selon eux aux tensions internes au projet écologiste, partagé entre un hédonisme individualiste et une défense plus collective de la cité.

3.2. Forme urbaine et « efficacité économique »

Associé aux formes urbaines, le terme d'« efficacité économique » renvoie aussi bien à la question du coût de l'équipement en réseaux et en services des périphéries urbaines faiblement peuplées qu'à celle de l'incidence de l'agglomération plus ou moins forte des populations et des activités sur la production des richesses dans la ville – on parle parfois à ce sujet de « productivité urbaine » (Rousseau, 1998). L'analyse des conséquences économiques de l'étalement urbain est particulièrement complexe et suscite des hypothèses contradictoires. Si à l'échelon individuel, on reconnaît que l'étalement urbain induit pour les ménages résidant en périphérie des coûts de transport croissants qui peuvent aller pour les ménages les plus modestes jusqu'à léser leur mode de vie, on est loin d'avoir établi une relation claire entre la forme des villes et leur « efficacité » économique à l'échelon macro-économique.

3.2.1. Les coûts publics de l'équipement des périphéries de faible densité

Les discours sur les conséquences économiques de l'étalement urbain renvoient pour une grande part à l'impact des formes urbaines, des densités et du type d'habitat sur les budgets publics locaux. On sait combien la répartition des zones bâties est étroitement articulée à l'architecture des réseaux (Dupuy, 1991). L'étalement urbain est associé à des coûts publics d'équipement élevés dans la mesure où il entraîne une extension des réseaux d'assainissement, de transport, d'approvisionnement en eau, en électricité, et que l'extension de la ville vers ses périphéries peut remettre en cause les économies d'échelle réalisées pour de nombreux services collectifs. La mise en œuvre d'options de planification urbaine telles que l'organisation des transports collectifs, qui nécessitent, pour être rentables, un niveau minimal de densité de population, en est par exemple rendue d'autant plus difficile. Dans le même temps, il existe une tension forte entre la prise en compte du coût de ces équipements et de ces services d'une part, et la nécessité d'autre part que chaque citoyen y ait égal accès, sachant que les zones périphériques sont en général moins bien desservies que les agglomérations centrales.

Cet aspect du coût des densités a été partiellement traité dès les années 1960 ; les recherches pionnières en ce domaine ont été entreprises en Amérique du Nord (Real Estate Research Corporation – RERC, 1974) alors qu'elles restaient beaucoup moins engagées au niveau européen. D'après Camagni *et al.* (2001), la plupart de ces travaux ont convergé pour reconnaître que la densité du bâti était un déterminant fondamental des coûts généraux des collectivités, et que, de tous les modèles de périurbanisation évalués, c'est celui de l'étalement discontinu et de faible densité qui était le plus coûteux en termes de coûts publics et environnementaux.

Si elle réapparaît dans les préoccupations actuelles autour de la problématique du renouvellement urbain et des économies réalisées lorsque les densités sont plus fortes, la question des coûts de la croissance périurbaine et de l'influence des densités de population sur ces coûts reste particulièrement ardue à quantifier. La collecte des sources, la multiplicité de facteurs à prendre en compte, la complexité de la notion de coût en aménagement (en raison d'effets d'échelle spatiale et temporelle), le calcul de l'imputation des charges pour des usagers n'étant pas forcément résidents, participent de la complexité des études empiriques

qui ont tenté de modéliser ces coûts (Fouchier, 2001). Sans compter que si la croissance périurbaine des villes est porteuse de coûts importants, elle représente aussi à court terme la source principale de développement des budgets locaux, à travers la perception de la taxe foncière et de la taxe professionnelle (Guengant, 1996). La difficulté et les limites d'une telle démarche ont été bien illustrées à partir de l'exemple de Rennes (Guengant, 1992) : le coût de l'aménagement des nouvelles zones constructibles, en dehors des équipements collectifs d'accompagnement, décroît sensiblement lorsque les densités augmentent, mais le coût global de l'urbanisation n'est pas lié de manière univoque aux caractéristiques de densité des communes. Et si relation il y a, elle va plutôt à contre-courant des idées admises sur le coût de l'étalement urbain : « la production des services publics locaux, d'infrastructure et de superstructure, connaîtrait apparemment des rendements d'échelle décroissants avec l'augmentation de la densité urbaine », la concentration urbaine accroissant en permanence les charges marginales d'aménagement des voies et réseaux structurant la ville. L'un des résultats les mieux établis concerne paradoxalement les centres, en montrant que le départ de ménages de l'agglomération vers les communes périurbaines a engendré « une forte régression de la fréquentation des équipements communaux spécialisés dans les zones de départ », la ville de Rennes ayant perdu entre 1975 et 1992 le quart des élèves scolarisés dans les écoles primaires.

L'analyse des coûts de la croissance périurbaine offre de fait un très bon exemple de la difficulté d'argumenter objectivement en faveur d'une forme de périurbanisation plutôt qu'une autre. De plus, les polémiques soulevées, encore récemment, par les conclusions retenues par les constructeurs de maisons individuelles sur les « coûts-avantages des basses densités résidentielles » illustrent bien la manière dont les enjeux de la question des formes urbaines et des faibles densités peuvent mettre « face à face des idéologies et des groupes de pression » (Fouchier, 2001).

3.2.2. Formes urbaines et performances économiques : économies d'agglomération, coûts de congestion

On entend souvent dire, de la part des défenseurs de la ville compacte, que l'étalement urbain entre en contradiction avec l'« efficacité » économique des villes. Cependant, il n'existe pas *a priori* de forme de ville optimale qui ait été scientifiquement validée par des études économiques (Davezies, 2000). S'il est en effet difficile d'établir un lien entre la taille des

villes et leur efficacité économique, il est encore plus incertain de relier celle-ci à sa forme ou à ses densités : on a du mal à comprendre la nature et le fonctionnement des économies externes d'agglomération et à les mesurer. Or la notion d'économie d'agglomération est très importante dans la théorie économique lorsqu'il s'agit de justifier en théorie de l'existence des villes et du bénéfice qu'elles apportent aux entreprises, du fait d'une part des économies d'échelle, d'autre part des économies d'agglomération, elles-mêmes différenciées entre des économies liées au rapprochement de firmes différentes et des économies résultant des équipements collectifs urbains (Catin, 1994). Ces économies d'agglomération sont supposées équilibrées, à partir d'une certaine taille, par des coûts de congestion qui croissent aussi avec la taille des villes. Dans la pratique, l'application de ces concepts est si difficile à mettre en œuvre que les évaluations de seuils de taille significatifs peuvent différer de plusieurs ordres de grandeur. Comparer les efficacités économiques de deux villes reviendrait en fait moins à comparer ces caractéristiques que les politiques publiques dont elles sont l'objet. Jusqu'aux années 1970, un certain consensus était établi selon lequel la concentration urbaine apporterait un surcroît d'efficacité économique. Mais les résultats des recherches sur les formes urbaines, monocentriques ou polycentriques, moins fondées sur l'observation empirique que sur la construction de modèles théoriques complexes, et intégrant une très grande quantité de variables, n'ont pas véritablement apporté un nouvel éclairage utile aux politiques urbaines. Ces modèles, nombreux entre 1960 et 1975, sont aujourd'hui en grande partie abandonnés. Au final, le débat demeure donc encore très largement théorique. Les derniers travaux de R. Prud'homme (2000) et de M.P. Rousseau (1998) sur la productivité économique des villes semblent indiquer toutefois que les avantages d'agglomération persistent pour des tailles très élevées et que diverses innovations permettent de lever progressivement les obstacles à la croissance liés aux problèmes de nuisance et de congestion.

Dans la mesure où il ne s'accompagne pas d'un desserrement des emplois aussi marqué que celui de la population résidente, dans la mesure aussi où la recherche d'une proximité entre le lieu du domicile et celui du travail se réalise avec difficulté pour les ménages qui rencontrent le problème des emplois de conjoints, d'une mobilité professionnelle parfois plus rapide que la mobilité résidentielle, l'étalement urbain, en alimentant le trafic automobile vers le centre des villes, est parfois jugé responsable d'un accroissement des coûts de congestion. Là encore, il reste difficile de tirer des conclusions définitives sur la mesure des coûts de congestion et donc leur articulation aux différents types de formes urbaines (Prud'homme,

2000). C'est en raison des effets pervers induits par la politique du « tout automobile », consistant à faire réaliser des gains de temps par l'amélioration des infrastructures de circulation, que ce type de solution n'est plus envisagée sans un développement parallèle des transports collectifs. Pour autant, pour certains, la plus grande mobilité caractéristique de certaines villes – qui induit donc des coûts de transports supplémentaires – peut au contraire refléter un meilleur fonctionnement des différents marchés. D'aucuns soutiennent, suivant ce raisonnement, que le modèle de ville diffuse deviendrait de nos jours beaucoup plus « efficace » qu'un modèle aggloméré, compte tenu du déploiement des mobilités et de la place croissante dévolue aux organisations réticulaires (Ascher et Beaucire, 2000). A la seule condition néanmoins que « le système sur lequel [ce modèle] est fondé, c'est-à-dire la vitesse et la disponibilité du temps, soit garanti » (Beaucire, 2000) : le « Talon d'Achille » de la ville étalée, l'élément sur lequel tout ce système repose, est la voiture. Or le coût de l'énergie et les niveaux de ressources ne sont pas stables. Toutefois, il faut noter que le mouvement s'est amorcé à une période de faible coût de l'énergie, et s'est poursuivi malgré le renchérissement de ce coût. Cela induit une plus grande vulnérabilité fonctionnelle des organismes urbains, liée à l'absence d'alternative à l'automobile dans la plus grande partie de l'espace urbain et pour une fraction importante de la population, 30 à 40%.

3.3. Etalement urbain, ségrégation spatiale et cohésion sociale

Dans la ville produite par la dynamique d'étalement urbain, le processus de valorisation de l'espace par la rente foncière et par les surfaces disponibles opère en général un « tri générationnel » : les populations sont redistribuées selon leur classe d'âge, leur situation familiale et leur position dans le cycle de vie. Les périphéries urbaines deviennent le lieu d'accueil de familles déjà constituées, tandis que les villes centres accueillent relativement plus de jeunes sans enfants et de personnes âgées (Le Jeannic, 1997). Un modèle concentrique de répartition des populations en fonction de l'âge moyen des personnes et de la taille des ménages a pu être ainsi repéré dans toutes les agglomérations françaises de plus de 100 000 habitants (Pumain, Saint-Julien, 1995). De façon moins nette, la dynamique de l'étalement urbain opère un « tri social » qui dessine une nouvelle géographie des catégories socio-professionnelles. Voit-on émerger une expression renouvelée de la ségrégation spatiale dans un cadre morphologique transformé ? Celle-ci peut-elle, comme certains le suggèrent parfois, nourrir un risque d'éclatement social ?

3.3.1. L'impact de l'étalement urbain sur la géographie des catégories sociales

Les phénomènes de ségrégation spatiale induits ou amplifiés par l'étalement urbain sont souvent perçus à travers l'opposition entre un centre abandonné aux pauvres et aux classes très riches et des périphéries qui accueillent les classes moyennes : « les classes moyennes quittent la ville, et l'on retrouve à l'intérieur de la ville à la fois des classes supérieures et des classes marginalisées qui se concentrent dans certains quartiers » (Emangard, 1998). Cette analyse, directement inspirée de constats effectués sur les villes américaines, n'est généralement pas confirmée par les travaux empiriques sur les villes françaises (Lajoie, 1998) et la plupart des villes européennes : il existe bien une tendance générale, dans la ville, à la ségrégation spatiale accrue des catégories de revenus les plus pauvres et les plus riches, mais pas à l'augmentation de la ségrégation entre l'ensemble des classes sociales. Les cas de figure sont variés et ne présentent pas d'évolution systématique : si à Nice, par exemple, la ségrégation spatiale augmentait entre 1975 et 1990, une tendance à davantage de mixité sociale était observée à Nantes.

De plus en plus, néanmoins, on s'interroge à plus petite échelle sur le renforcement d'un gradient de la ségrégation urbaine dans les aires urbanisées, des périphéries les plus proches aux périphéries les plus excentrées, où serait reléguée une forme de pauvreté. La « ville émergente » amplifierait sur son territoire les inégalités qui se creusent au sein même des couches moyennes. Le processus d'une ségrégation spatiale périurbaine entretenue par la dynamique d'étalement urbain a ainsi pu être étudié de près en Ile-de-France (Berger, 1999). Cette étude a montré qu'un ouvrier sur trois résidait à plus de 20 km de Paris, contre seulement un cadre supérieur sur cinq, et qu'au-delà de 30 km du centre, les ouvriers étaient deux fois plus nombreux que les cadres. La géographie des catégories sociales rejoint celle de la taille des foyers familiaux : alors qu'en moyenne 28% des actifs habitent à plus de 20 km du centre de Paris, c'est le cas de 37% des ménages ayant trois enfants et plus. L'étendue de la zone d'influence parisienne et les fortes variations spatiales des prix fonciers et immobiliers expliquent en grande partie l'ampleur des écarts de résidence des ménages selon le niveau de leurs revenus. Néanmoins, le même type d'observation a pu être conduit dans certaines villes moyennes de province, par exemple à Dijon, Niort, Angers et Nîmes (Wiel, 1999). La distribution des classes sociales dans les périphéries urbaines y fait ressortir la prépondérance des ouvriers parmi les ménages périurbains, alors que les enseignants, les

professions libérales et les employés du public constituent les catégories les moins périurbaines.

Les logiques d'un tel « tri social » sont certes complexes. Mais si la localisation plus excentrée des ouvriers peut être liée à la localisation de l'emploi industriel, si une explication d'ordre sociologique, selon laquelle les catégories diplômées présenteraient un caractère plus « urbanophile », n'est pas à exclure, c'est le fonctionnement même du marché du logement périurbain qui semble prédominant dans l'alimentation d'un processus de ségrégation spatiale à cette échelle (Wiel, 1999). Avec la hausse des coûts fonciers, les pavillons accessibles aux revenus modestes seraient repoussés toujours plus loin, le niveau des prix conduisant à un classement très fin des accédants. Si les aides à la personne ont pu permettre aux classes défavorisées d'accéder à la propriété, les prix plafonds des terrains fixés pour bénéficier d'un prêt d'accession à la propriété ont conduit les ménages modestes soit à acheter un appartement dans les secteurs de banlieue les moins favorisés, soit à acquérir un pavillon en périphérie lointaine. Ainsi, les actifs les moins qualifiés, qui habitaient auparavant plus souvent à côté de leur lieu d'emploi, sont aujourd'hui ceux qui se déplacent le plus, leurs stratégies résidentielles ne pouvant correspondre qu'aux zones les moins denses et les moins bien desservies. « Les cadres et les professions intermédiaires réussissent mieux à assurer leur implantation à proximité des pôles d'emploi, alors qu'employés et ouvriers sont de plus en plus contraints à s'éloigner s'ils souhaitent disposer de logements plus vastes ou plus confortables » (Berger, 1999). Les Enquêtes-Logement de l'INSEE ont par ailleurs confirmé le rôle secondaire de la localisation des emplois dans les choix résidentiels des ménages migrants (Orfeuil, 2000). Ainsi, l'« extension très rapide des bassins d'habitat autour de toutes les villes a entraîné un retournement des marchés fonciers et immobiliers. Toute demande solvable trouve désormais devant elle une offre abondante et variée (...). Il en résulte une accélération spectaculaire de la ségrégation socio-spatiale par le logement. Habitants et activités économiques disposent de réelles possibilités de choix et se regroupent par affinités dans certains quartiers » (Lacaze, 2000). Dans ce contexte, la ségrégation sociale est parfois vue comme « la pure conséquence, dans le contexte de mobilité facilitée, de la dépendance automobile et du fonctionnement normal du marché » (Wiel, 1999).

Allant plus loin dans les conséquences de l'étalement urbain sur la ségrégation spatiale, Polacchini et Orfeuil (1999) ont montré, pour l'Ile-de-France, que l'éloignement des ménages

par rapport au centre pouvait se faire au détriment de leur mode de vie. Plus les ménages habitent loin des centres, plus la part de leur budget consacrée aux déplacements est importante. Les coûts de déplacement passent, pour les accédants aux logements disposant de revenus moyens ou modestes, de 10% en zone centrale à 30% dans les périphéries les plus éloignées des agglomérations – équivalent des coûts de logement – (CERTU, 2000). Dans le même registre, des recherches ont pu montrer l'impact d'une localisation éloignée du centre sur la précarité des ménages les plus modestes, en termes notamment d'accessibilité aux emplois (1999 Prédit-PUCA, cité par Orfeuil, 2000). A long terme, cet impact ne risque-t-il pas de se renforcer dans l'hypothèse d'une augmentation des prix sur les carburants et de la taxe de l'Etat sur les carburants ? La croissance des revenus des ménages serait-elle suffisante pour compenser ces hausses (Orfeuil, 2000) ?

Mais à l'inverse, l'argument selon lequel le renforcement de la compacité des villes irait dans le sens d'une plus grande mixité sociale est aussi remis en question. De nombreux auteurs ont fait remarquer que la « reconstruction de la ville sur la ville » favorisait rarement la mixité sociale. La référence à la ville compacte peut être source d'inégalités dans la mesure où, d'expérience, la réhabilitation des quartiers non loin des centres villes s'est souvent faite aux dépens des anciens résidents et au profit de couches sociales beaucoup plus favorisées, selon un processus bien connu de « gentrification » (Theys, Emelianoff, 2001).

A mettre l'accent sur les formes de ségrégation associées à l'étalement urbain selon un gradient centre-périphérie, la lecture de plus en plus complexe de la qualification sociale des espaces périurbains risque sans doute d'être trop simplifiée. On sous-estime en particulier l'importance de formes de ségrégations sectorielles ou de ségrégations axiales, qui font que les courbes d'égale valeur foncière se calquent sur les isochrones et les axes stratégiques de transports urbains. Néanmoins, la place réservée à ce type d'approche dans les travaux les plus récents introduit la question essentielle du changement d'échelle induit par la dynamique de l'étalement urbain : « lorsque l'on pose la question de la mixité et de la ségrégation, [le] changement d'échelle et de vitesse impose de nouvelles démarches, car ce ne sont plus seulement des immeubles, des îlots, voire des quartiers qui sont concernés. A 60 km/heure, ce sont des villes entières (...). Il faut prendre en compte cette dimension de la vitesse quand nous raisonnons en termes de zonage, de mixité, d'inégalités sociales. Car ce n'est plus au niveau du quartier, mais bien à l'échelle métropolitaine que ces logiques se développent »

(Ascher, 1999). De la même façon, on ne sait encore que peu de choses sur les effets de la transformation du cadre morphologique urbain sur les interactions sociales qui s'y déroulent.

3.3.2. Une cohésion sociale menacée ?

Dans le volet social des critiques qui lui sont adressées, la ville étalée entretiendrait un individualisme exacerbé en substituant le principe de mobilité à celui d'urbanité. Du déficit d'urbanité caractérisant certaines zones périurbaines dépendrait le risque d'une fracture sociale. De là à évoquer une figure de la sécession urbaine, de désolidarisation sociale, fiscale et institutionnelle des individus au sein de la ville, il n'y a qu'un pas, parfois franchi (Donzelot, 1999). Le processus de l'étalement urbain peut-il être responsable, en Europe, d'une perte de cohésion sociale, porteuse à terme de sécessions urbaines ? Sur le long terme, en effet, ne risque-t-il pas d'alimenter d'un côté des formes de regroupement des classes moyennes et des classes favorisées dans les périphéries de la première couronne, aux franges des agglomérations, et de l'autre, la mise à l'écart des populations péri-urbaines les plus éloignées du centre ? La manière dont les formes de la ségrégation spatiale péri-urbaine pourraient conduire à un sentiment de mise à l'écart et de relégation de certaines populations a par exemple été interrogée à travers le prisme de la géographie électorale. L'analyse de la distribution spatiale du vote d'extrême-droite dans les grandes aires urbaines françaises a mis en évidence l'existence d'un gradient centre-périphérie de cette expression politique en fonction de la distance au centre (Grésillon, 1998) : ce sont, à Bordeaux comme à Montpellier, à Paris comme à Lyon, et à quelques exceptions près (Provence et Côte d'Azur) les circonscriptions les plus excentrées qui enregistrent les scores les plus élevés pour le Front National. Ces scores sont d'ailleurs bien plus élevés que dans certaines banlieues populaires des agglomérations, répertoriées habituellement comme les plus réceptives au Front National. Ce phénomène qui atteint « les périphéries les plus détachées, spatialement, socialement et psychologiquement d'une quelconque urbanité », dans des lotissements dépourvus de sociabilité, serait-il « la transcription électorale à retardement d'un phénomène d'urbanisation pauvre et d'éloignement que la France a connu depuis les années 1970-1990 », expression du « ressentiment face aux phénomènes de rejet et d'exclusion engendrés par une urbanisation « au rabais » » ?

Même si l'accentuation de la polarisation sociale dans les grandes villes est à prendre en compte, plusieurs auteurs considèrent qu'on ne peut pas vraiment envisager de scénario de

sécession urbaine dans les villes européennes (Jaillet, 1999) : les sociétés du Vieux Continent seraient jusqu'à présent protégées de tels mouvements par leur attachement très fort à la ville. « Si l'Angleterre échappe pour partie à ce terreau commun et pourrait partager avec l'Amérique le rejet de la ville, les pays latins comme ceux du Nord adhèrent à une même tradition qui valorise la ville et ses espaces publics. » La ville européenne serait « civilisatrice » et « émancipatrice ». La tradition urbaine, le patrimoine culturel et politique de la vieille Europe, la densité et la force des administrations territoriales, ainsi que l'importance des Etats-providence protégeraient les villes européennes de telles « régressions ». Par ailleurs, l'association entre étalement urbain, perte d'urbanité (qui reste à définir !) et perte de lien social est loin de faire l'unanimité. Plusieurs sociologues et urbanistes (Dubois-Taine, Chalas, 1997) estiment qu'en ce moment charnière de l'histoire urbaine, « la fin de la ville ne signifie pas la mort de l'urbain, mais sa renaissance sous une forme plus adaptée à la vie contemporaine et future ». Loin de composer une « ville du chaos », les espaces périurbains seraient le lieu d'une recomposition territoriale et sociologique, où des formes et des organisations nouvelles seraient susceptibles de faire sens dans cette « ville émergente » : à partir d'enquêtes sur l'avis des usagers des périphéries et de l'observation du patrimoine architectural, d'autres auteurs insistent par exemple sur l'importance de quelques « valeurs » partagées (la mobilité, le choix, le transitoire, l'éphémère) et de lieux de « rassemblement » (les centres commerciaux) qui sont les repères de la « ville au choix » composée par la « ville émergente ».

3.4. Au cœur du débat sur les formes urbaines : interventionnisme ou laisser-faire ?

Quelle que soit l'entrée privilégiée, au final, les justifications avancées par différents auteurs pour discuter ou soutenir des options distinctes de formes urbaines se réfèrent implicitement à l'importance accordée aux acteurs individuels ou collectifs du façonnement, du maintien ou de l'évolution, des formes urbaines par rapport aux stratégies des acteurs. A la lecture des arguments du débat, il devient évident qu'une des clés de lecture majeure réside dans la question du degré d'intervention des pouvoirs publics, tout comme dans celle, plus pragmatique, de la prise en compte des tendances lourdes composées par les comportements individuels de stratégie résidentielle ou de mobilité.

La politique de la ville compacte sous-entend toujours l'affirmation d'une pratique interventionniste des pouvoirs publics pour réguler les formes urbaines et orienter le

développement spatial des villes. C'est un point de désaccord, souvent relevé mais peut-être beaucoup plus explicitement débattu dans les échanges nord-américains sur l'« urban sprawl ». L'opposition des points de vue entre Ewing (1997) d'une part, Gordon et Richardson (1997) d'autre part, est à ce titre presque caricaturale, en se cristallisant sur ce choix de gouvernement urbain. Le débat sur les coûts de l'urbanisation en témoigne de la même façon. La ville compacte serait-elle un objectif irréaliste ? Abstraction faite du choix de « gouvernement urbain », cette lecture soulève également la question de la possibilité d'envisager une politique encourageant à la compacité urbaine, des moyens dont elle peut disposer, et interroge la viabilité d'une telle option dans un contexte de désengagement croissant des pouvoirs publics. Une politique intégrée de densification des villes, d'articulation entre politiques foncières et politiques des transports est-elle de toutes façons concevable sans un pouvoir fort et disposant de moyens à l'amont ? On a pu noter combien les contraintes économiques pesaient sur les options envisagées en matière de planification des formes urbaines. De manière plus emblématique, à propos des conditions d'application de la politique de la ville compacte, on a pu montrer combien aux Pays-Bas, cette politique était articulée à la tradition d'Etat-Providence, maintenant fragilisée, et donc remise en cause (Dieleman *et al.*, 1999). Alors que dans les années 1970 et 1980, cette politique avait bénéficié d'excellentes conditions d'application, du fait de l'existence de leviers financiers puissants et de la cohérence donnée à la planification aux différents échelons administratifs, et malgré un large consensus sur les avantages d'une politique de ville compacte, ce modèle a rencontré ses limites avec la fragilisation de l'Etat. Cela dit, il serait également limité d'opposer strictement les points de vue des acteurs publics et des acteurs privés en matière de forme urbaine. A la réflexion sur des formes urbaines offrant une meilleure qualité de vie s'ajoutent des observations sur le rôle possible d'une amélioration de l'environnement dans l'accroissement de compétitivité du système productif...

L'une des grandes inconnues réside finalement, d'un point de vue plus pragmatique, sur le degré d'inflexion qu'il est possible de donner à des tendances lourdes des comportements individuels qui alimentent les dynamiques d'étalement urbain. Faut-il intervenir contre les aspirations profondes de la population ? Fouchier (2000) évoque le problème à propos de la ville nouvelle d'Evry : architectes et urbanistes auraient renoncé à appliquer projets de fortes densités urbaines, face à la résistance des habitants. L'hypothèse des préférences individuelles est parfois avancée pour expliquer les limites des politiques de lutte contre l'étalement urbain

pourtant mises en place de longue date : on pense ainsi à l'échec des politiques de « renaissance urbaine » en Grande-Bretagne, imputées à la persistance de représentations favorables à un peuplement dispersé dans la populations dont les comportements, les stratégies résidentielles sont déterminants (Williams, 2002). Des enquêtes sont à conduire, parallèlement à l'analyse des tendances lourdes à partir de données de migration et de mobilité de population, par exemple pour juger de l'affirmation prolongée ou non des tendances au retour vers le centre des villes. Comment modifier les représentations ? Peut-on sensibiliser les populations aux conséquences à long terme de leurs stratégies résidentielles ?

Dans ces débats, se profile certes la crainte d'une « américanisation » des formes urbaines européennes. Le *Livre vert sur l'environnement urbain* y fait d'ailleurs explicitement référence, tout en reprenant le débat qui a eu lieu aux Etats-Unis sur l'interventionnisme ou le laisser-faire, dans les années 1980. Plus profondément, l'enjeu, qui passe par les modes de transport et l'aspiration individuelle à utiliser la voiture, est celui du projet de société souhaité. Il est alors important de faire remarquer que ces débats, loin de se crispier sur des oppositions frontales entre les deux modèles, s'interrogent en général sur des solutions intermédiaires.

CONCLUSION

Cette « revue » nécessairement trop brève des questions associées à la compacité des formes urbaines nous a permis d'éviter un premier écueil, qui serait de considérer que le débat sur la forme des villes est apparu *ex-nihilo* dans les dernières décennies, en réaction au phénomène périurbain. Situé à la convergence des politiques de renouveau urbain et des préoccupations environnementales reprises dans le cadre du développement durable, le modèle de la ville compacte a certes été porté par la diffusion de ces nouveaux principes, mais doit bien être remplacé, pour en saisir toute la portée, dans la longue durée des réflexions sur les relations entre les sociétés et la matérialité des villes. Ce faisant, cette analyse nous a amenés à souligner le caractère changeant des formes urbaines les plus valorisées en fonction des préoccupations dominantes de l'époque, de même qu'elle nous a sensibilisé à la difficulté de démêler les arguments scientifiques des prises de position affectives ou idéologiques. L'engagement en faveur d'un modèle de ville plutôt dense ou compacte ou plutôt éparpillée et éclatée s'appuie parfois tout autant sur des considérations « objectives » (mais bien souvent encore mal mesurées) que sur des systèmes de valeur distincts (libéralisme ou interventionnisme, anti-urbains ou pas, ...).

Un second écueil serait de considérer qu'il s'agit tout au long de cette histoire du même débat, de la même opposition entre villes compactes et villes étalées, reprise avec des inspirations différentes. On ne peut pas dire en effet que les débats se perpétuent à l'identique sous des habits différents depuis le XIX^e siècle, ni que les débats se soient simplement transférés, comme le suggère F. Beaucire (2000), de l'hygiène à la mobilité (« La mobilité individuelle apparaît finalement (...) comme l'auxiliaire contemporaine de l'urbanisme d'hygiène, succédant en cela à l'aménagement de la densité »). On peut discuter cette hypothèse, selon laquelle « les deux grands courants de pensée urbanistique promoteurs de la ville dense et de la ville étalée se [seraient] donc constitués en partie autour de la résolution de l'antinomie supposée entre la densité et la qualité environnementale. Le développement durable recycle cette longue histoire et, une fois de plus, débouche sur le débat de la forme de la ville. » Au vu des débats que nous avons évoqués, nous ne partageons pas l'idée de l'auteur, pour qui « il ne s'agit que de la formulation contemporaine d'une question déjà ancienne, récurrente, aux fondements culturels, que relance le problème de la circulation

perçu comme un problème écologique, et que ravivent les fondements écologiques de la démarche de développement durable ». Il nous semble en effet que, même sans trancher sur l'idée que les débats soient ou non directement issus des tensions causées par l'expansion des villes, il est toujours nécessaire de faire intervenir le contexte dans leur interprétation, qui renvoie aux grands enjeux de société du moment. Si des arguments ressurgissent, en particulier à des moments réflexifs, après des périodes de forte mutation urbaine, la question de la forme est plus complexe qu'une simple opposition entre deux modèles, et sa réinterprétation est indissociable du contexte dans lequel sont posés les enjeux de l'étalement ou de la compacité. Même les mots employés ne sont jamais complètement exempts de jugements de valeur, comme l'illustre cette perplexité de A. Champion (2002) : « at what point does « urban spread » become « urban sprawl » ? ».

Les analyses développées dans ce chapitre semblent nous avoir éloignés de notre projet initial de mesure des formes urbaines, mais trois enseignements nous y ramènent cependant très nettement. Tout d'abord, la nécessité de mener des comparaisons sur la forme des villes européennes est justifiée par cette convergence d'intérêts récurrents, que manifestent des débats pas toujours bien documentés. Pour une grande part, cette préoccupation est liée aux systèmes de valeur, à la force des oppositions idéologiques, par exemple entre critique libérale ou critique pragmatique et critique culturelle. Mais la vigueur des oppositions idéologiques tient aussi pour une part à la faiblesse de l'argumentation qui viendrait éclairer le débat. En même temps, les termes de ces débats révèlent combien il reste difficile de prouver l'incidence de la forme des villes sur leur organisation économique, sociale, ou même sur leur environnement. Une réponse cohérente est de chercher à apporter une documentation plus précise sur le sujet. Avant de pouvoir faire le lien entre les formes urbaines et des mesures d'efficacité de tous ordres, il serait bon de pouvoir simplement mesurer et comparer la forme des villes, en développant des mesures comparatives.

Par rapport aux notions de morphologie urbaine dont traite l'urbanisme, notre source ne nous permet d'aborder que celles qui correspondent à la compacité morphologique, telle qu'elle peut se déduire de la forme globale de la tache urbaine. Certes, celle-ci est liée à la forme des réseaux de transport, mais seule la morphologie de la surface bâtie nous sera accessible. Enfin, par rapport à cette analyse bibliographique qui abordait largement différents niveaux d'échelles, nous choisirons de privilégier un niveau d'observation, qui est celui du système

des villes européennes, en vue de la comparaison interurbaine. La mesure comparée des formes urbaines en Europe, ainsi conçue, en dépit de son caractère très réducteur, représente cependant un exercice difficile, compte tenu des multiples obstacles qui s'opposent encore à l'harmonisation des conceptions et des définitions. La mise en évidence et le respect de la diversité géographique sont cependant des étapes nécessaires, tant pour la compréhension de formes urbaines élaborées au cours d'histoires longues et très diversement contraintes, que pour l'élaboration de politiques adaptées aux conditions locales à partir de normes et de processus qui paraissent aujourd'hui gagner en généralité.

CHAPITRE 2

LES BASES D'UNE COMPARAISON A L'ECHELLE EUROPEENNE

Plusieurs programmes de recherche et appels d'offre récents expriment une forte demande pour la production de données comparables sur les morphologies urbaines, aussi bien de la part de responsables territoriaux désirant examiner les solutions apportées à différents problèmes urbains et étudier leur faisabilité par rapport à des contextes variables, que de la part des institutions européennes qui ont besoin d'un appareil statistique pour étayer les analyses de très nombreux dossiers, dans le cadre de différentes politiques. A cet égard, ces demandes rejoignent l'exigence plus large et l'entreprise plus systématique de construction d'un système d'information géographique harmonisé européen, où l'on disposerait aussi bien de données administratives, topographiques, morphologiques que socio-démographiques. Le contenu de l'ambitieux projet INSPIRE¹ témoigne ainsi de la progressive mais lente affirmation d'une nécessaire harmonisation de l'information au niveau européen, qui se substituerait au rassemblement des informations collectées par les instituts nationaux de statistiques. C'est aussi dans cette perspective plus large que s'inscrit notre contribution à cette recherche.

On sait en effet que dans la perspective de ces projets, la construction d'une information harmonisée sur les villes reste un des aspects les plus délicats à traiter, en partie à cause de la complexité de la définition des villes, mais aussi en partie parce que les indicateurs doivent être mobilisés aux échelons territoriaux les plus fins. Nous posons donc la question des sources disponibles, et concernant les formes, cela peut aller, selon les échelles et selon les

objectifs de l'étude, d'indicateurs très simples sur la population et les superficies, jusqu'à des données plus complexes sur les modes d'occupation des sols à des indicateurs plus difficiles et plus coûteux à mobiliser et à harmoniser de manière systématique, comme ceux relatifs à la mobilité urbaine. Dans ce contexte, l'apport potentiel d'une source comme l'image CORINE Land cover semble immense : en représentant pour la première fois les modes d'occupation du sol de manière harmonisée, elle offre un support inédit à la comparaison des formes de l'urbanisation d'un pays à l'autre. Il est à la fois nécessaire, dans cette perspective, de tester la pertinence de ce nouveau support pour l'étude des morphologies urbaines à l'échelle qui nous intéresse, et de voir comment cette information peut être combinée avec les bases de données administratives et statistiques à cet échelon.

Cependant, la question de l'accès à l'information et aux sources n'est pas la seule difficulté rencontrée quand on se propose de comparer les extensions géographiques des villes et leur configuration spatiale, car il faut également définir dans quel cadre ces formes urbaines doivent être comparées. Cette question est difficile parce qu'elle recoupe inévitablement les questionnements sur la distinction entre espaces urbains et espaces ruraux, qui sont déjà complexes à aborder dans les limites d'un seul pays, mais aussi celle des cadres territoriaux au sein desquels cette comparaison doit être menée. Indépendamment du contexte de comparaison internationale, en effet, l'analyse des formes urbaines soulève deux questions : dans quels cadres territoriaux souhaite-t-on étudier ces formes ? Faut-il de toutes façons fixer un cadre territorial *a priori* ? On peut ainsi considérer deux grands types d'approches des morphologies urbaines, qui sont complémentaires : la première pourrait être qualifiée d'approche territoriale dans la mesure où elle circonscrit l'étude des formes dans des limites posées *a priori*. Ces études peuvent être menées dans le cadre pertinent d'entités territoriales telles que les agglomérations urbaines ou les régions urbaines fonctionnelles, délimitations ajustées aux contours des maillages statistiques élémentaires. Plusieurs travaux ont ainsi cherché à caractériser l'étalement urbain ou les densités urbaines dans ces limites. Les instances qui ont la charge de réfléchir et de faire des propositions sur l'aménagement du territoire européen (par exemple le programme EPSO¹, en français ORATE²) expriment en particulier une forte demande pour une définition « opérationnelle » de la ville. Toutefois, on doit insister sur le décalage important qui est souvent souligné entre cette demande pour le

¹ Infrastructure for SPatial InfoRmation in Europe : ce programme est une initiative récente, lancée par la Commission européenne, et destinée à créer une vaste base de données harmonisée sur le territoire européen.

² Observatoire en Réseau pour l'Aménagement du Territoire Européen

développement d’études à l’échelle européenne et les difficultés propres créées par cette échelle, même pour des indicateurs *a priori* élémentaires. Une seconde approche des morphologies urbaines consiste à s’affranchir de ces limites posées *a priori*, suivant une conception qui considère l’espace dans sa continuité : soit parce que l’on cherche précisément à mettre en valeur les formes d’une transition entre ville et campagne, d’un continuum urbain-rural, soit parce que l’on cherche à s’appuyer seulement sur la distribution morphologique des espaces urbanisés à différentes échelles pour délimiter les formes urbaines. Cette dernière approche sera celle que nous retiendrons dans le chapitre 5 pour des études exploratoires (par gradients et lissages) de la morphologie du peuplement, sans délimitation *a priori* d’entités urbaines.

La question des sources et des cadres territoriaux à partir desquels nous avons choisi de comparer les morphologies urbaines occupe donc une place tout à fait centrale dans notre travail : d’abord parce qu’elle recoupe le problème des cadres au sein desquels ces formes doivent être comparées et que par conséquent, on ne peut pas faire l’économie d’une réflexion sur la question complexe de la comparabilité des définitions et des délimitations de la ville en Europe. D’autre part parce que notre travail repose sur un choix méthodologique fort, qui est d’étudier l’étalement urbain à partir de ses aspects morphologiques, et de fonder cette étude sur l’image CORINE Land cover. L’emploi encore relativement inédit de cette source justifie que l’on consacre plusieurs pages à sa présentation et que l’on montre quel éclairage complémentaire elle est susceptible d’apporter à la comparaison des formes urbaines. Enfin, parce que d’un point de vue plus pragmatique, le croisement d’informations statistiques, administratives et morphologiques à l’échelle européenne est loin d’être immédiat, et qu’il est par conséquent important d’exposer la démarche et les choix sur lesquels a reposé la constitution d’un tel système d’information géographique, avant de présenter plus précisément l’échantillon de villes sur lequel nous avons choisi de travailler.

1. LE CHOIX DE CADRES TERRITORIAUX POUR COMPARER LES FORMES URBAINES

1.1. Délimiter les villes ?

Indépendamment de toute perspective internationale, la définition de cadres territoriaux pour étudier la forme des villes se heurte à une forte contradiction interne, qui rejoint la question plus générale de la délimitation des villes (Le Gléau *et al.*, 1996). Il est en effet nécessaire, d'une part, d'opérer une distinction objective et précise entre ce qui est urbain et ce qui est rural, si l'on veut pouvoir produire des statistiques aussi élémentaires et essentielles que celles sur l'évolution de la population urbaine ou sur les concentrations d'équipements et d'activités dans les villes. Cette distinction doit reposer sur des critères reproductibles, donc relativement simples, pour des entités bien individualisées dans l'espace. Mais, d'autre part, on sait que le bien-fondé de la distinction entre espaces urbains et ruraux est de plus en plus difficile à justifier. La dilution et la fragmentation du cadre bâti des villes, qui accompagnent le mouvement de desserrement des populations et des activités vers les périphéries, ont fortement brouillé la lecture des limites de la ville dans le paysage. L'évolution de ces formes reflète en outre l'élargissement d'une zone d'influence directe des villes qu'il est bien difficile de délimiter avec précision, et dont l'appréhension s'accommoderait mieux d'une approche « floue » et variable. Cette contradiction est soulevée à l'occasion de chaque constitution de bases de données sur les villes, et explique que personne ne prétende proposer de solution totalement optimale à ce problème.

Au sein d'un même pays, on rencontre ainsi des difficultés croissantes face à la nécessité de définir l'urbain et de le délimiter, difficultés liées à la complexité du concept même de ville et à la variété des approches statistiques que l'on peut en faire. Plusieurs auteurs s'accordent sur la coexistence, à présent, de trois grands types de définitions statistiques de la ville. Une première approche définit la ville en tant qu'entité juridique et administrative, renvoyant ainsi au territoire placé sous l'autorité d'un gouvernement municipal. La ville est dans ce cas circonscrite dans les limites de la commune centrale de la zone urbanisée. Une deuxième définition de la ville peut être qualifiée de définition morphologique dans la mesure où elle associe au concept de ville l'agglomération continue de peuplement constituée autour de son centre. Plusieurs critères contribuent à définir les limites de cet espace des fortes densités

dans l'espace urbanisé. De manière générale, les contours de l'agglomération de peuplement (ou unité urbaine) sont d'abord fixés à partir de l'extension de la zone de bâti continu, délimitée à l'aide de photographies aériennes et de cartes topographiques, puis ajustée aux limites administratives des communes qui la recouvrent. Pour déterminer l'extension du bâti continu, la continuité des constructions est appréciée à partir d'un seuil de distance en général fixé à 200 m. Cette opération est souvent assortie d'un seuil de population minimal. Enfin, une définition fonctionnelle qualifie les villes en considérant leur sphère d'influence immédiate, et s'appuie, en fait sur le concept de bassin d'emploi (on pourrait cependant imaginer d'autres critères que celui de l'attraction exercée par les emplois et de la portée des navettes domicile-travail en élargissant la définition à d'autres types de déplacements).

Ces trois définitions ne présentent pas le même intérêt pour l'étude des formes urbaines. La définition juridique et administrative est peu pertinente dans la perspective comparative que nous nous sommes fixée. Elle dépend très étroitement de la taille de la commune centrale, qui peut varier fortement d'un pays à l'autre. Mais surtout, elle apparaît trop restrictive pour cerner, à l'échelle que nous privilégions, les caractéristiques morphologiques de territoires urbains qui se sont depuis longtemps étalés bien au-delà de ses limites. Toutefois, cette acception juridique et administrative de la ville est de plus en plus associée, à une autre échelle, au territoire d'exercice des « gouvernements urbains » intercommunaux, lorsque ceux-ci existent (Jouve, Lefèvre, 1999). On pourrait considérer alors que cette délimitation est pertinente pour traiter de politiques qui dépendent étroitement de la configuration du bâti (gestion de réseaux de transport ou d'équipement urbain), mais ce n'est pas sous cet angle que nous avons choisi de traiter de la question des formes urbaines.

Le concept d'agglomération urbaine est souvent privilégié dans le cadre de comparaisons internationales, en raison de l'application assez simple de ses critères de délimitation. Mais ce n'est pas le seul intérêt qu'elle présente pour une étude des formes urbaines. Bien que l'urbanisation s'étende depuis plusieurs décennies sur des territoires plus vastes que ceux de la continuité morphologique, c'est encore dans ce périmètre des agglomérations que se concentrent la majorité de la population et des emplois urbains en Europe (Cattan *et al.*, 1999). De plus, l'agglomération représente une entité cohérente pour la gestion des villes, du fait de la continuité des réseaux et de la nécessaire co-évolution des systèmes techniques dans un espace bâti continu. On a pu constater par ailleurs, à partir des agglomérations françaises,

que les marges des agglomérations, qui enregistrent de forts accroissements de population, reflètent pour une part les dynamiques de l'étalement urbain (Paulus, 2003). Enfin, on peut considérer qu'il est important de qualifier et de caractériser les formes dans ce périmètre dans la mesure où, bien souvent, on repart de ces noyaux de peuplement et de leur sphère d'influence pour délimiter des aires urbaines fonctionnelles. Seul le périmètre d'aires urbaines fonctionnelles permet cependant de saisir pleinement les dimensions de l'étalement urbain ainsi que les formes émergentes des zones périurbaines. C'est ainsi dans ce cadre qu'ont le plus souvent été proposées les études nationales des dynamiques d'étalement urbain. Bien qu'elles aient été créées à différentes étapes du processus d'étalement urbain, pour s'adapter à l'évolution des formes et de l'organisation des villes, ces deux dernières définitions doivent donc être considérées dans leur complémentarité.

1.2. La diversité des définitions et des délimitations de la ville en Europe

Les difficultés relatives au choix de cadres territoriaux sont amplifiées lorsque cette comparaison s'élargit à un échelon international. De nombreux travaux ont déjà minutieusement recensé et exposé les raisons de ces obstacles, qui renvoient tant à la diversité du concept statistique de la ville en Europe, qu'à la difficulté de produire des délimitations internationales comparables pour un même concept (Pumain *et al.*, 1992 ; Poulain, 1997). Sans entrer dans le détail de ces analyses, il est essentiel d'en rappeler certains traits principaux, afin, entre autres, de mieux apprécier la portée et les limites des tentatives d'harmonisation que nous aurons par la suite à considérer.

1.2.1. Une diffusion des concepts statistiques de la ville en Europe ?

Le fait que tous les pays ne reprennent pas toujours ces trois approches statistiques de la ville est souvent reconnu comme un des obstacles à la comparaison des villes européennes (Cattan *et al.*, 1999). Plusieurs de ces pays ont continué à privilégier une définition administrative et juridique de la ville, aux dépens des concepts d'agglomération et de région urbaine fonctionnelle, qui se prêtent mieux à la comparaison. Ces définitions ne sont pas toujours prises en compte par les instituts statistiques nationaux. Il n'existe pas, par exemple, de définition officielle de l'agglomération morphologique de bâti en Espagne, au Portugal, en Italie ou encore en Allemagne. Quant aux définitions fonctionnelles, *a priori* plus complexes à mettre en œuvre, seuls la France, la Belgique, les Pays-Bas et le Luxembourg disposent d'une définition émanant de leur institut statistique national.

On peut constater cependant qu’au fil des années, le problème de la diversité des concepts statistiques et de leur inégale représentation n’est plus aussi aigu, soit parce que certains instituts nationaux se sont progressivement alignés sur ces définitions, soit parce que de plus en plus fréquemment, ces lacunes sont comblées par l’élaboration de définitions non officielles, émanant de travaux de chercheurs et d’universitaires. On peut citer, récemment, la création d’agglomérations et d’aires urbaines italiennes qui s’inspirent des critères statistiques retenus par l’INSEE (Madella, 1999). Des définitions non officielles des régions urbaines fonctionnelles ont par ailleurs été créées en Espagne, en Italie, en Allemagne, au Royaume-Uni et en Irlande. Au final, en tenant compte de ces travaux, on assisterait plutôt à une représentation de plus en plus homogène des différents concepts statistiques de la ville en Europe (Tableau 2.1).

Tableau 2.1. Les agglomérations et les régions urbaines dans des contextes nationaux

Pays	Agglomération	Région urbaine fonctionnelle
Allemagne	Verdichtungs und Ordnungsräume	<i>Bassins locaux d’emploi***</i> Régions de planification spatiale***
Autriche	Unités urbaines	<i>Districts de bassins d’emploi***</i>
Belgique	Agglomération morphologique Agglomération opérationnelle	Région urbaine
Danemark	Urban area	Non définie
Espagne	Non définie	Area metropolitana***
Finlande	?	Bassins locaux d’emploi
France	Unité urbaine	Aire urbaine Zone d’emploi
Grèce	Agglomération	Non définie
Irlande	Aggregated town	<i>Standard Metropolitan Labour Area***</i>
Italie	<i>Unità urbane***</i>	<i>Sistemi Locali del Lavoro***</i>
Luxembourg	Agglomération urbaine	Région urbaine
Pays-Bas	Agglomeratie	Stedelijke agglomeratie
Portugal	Lugar pour aggro de population Non-officielle ?(cf. Madella)***	Unidades geograficas de emprego
Royaume-Uni :	Urban area	<i>STANDARD METROOPOLITAN LABOUR AREA***</i> Metropolitan Economic Labour Area***
Suède	?	Bassins locaux d’emploi

*** Délimitations non officielles

Sources : d’après Le Gléau et al. (1996), Cattán et al.(1999) et OCDE (2002).

1.2.2. *A concepts semblables, délimitations variables*

- *La variabilité des critères de délimitation*

Cela dit, même lorsque les définitions s'appuient sur des concepts identiques et que leur délimitation suit une logique semblable, les critères précisément retenus pour cette délimitation varient fréquemment d'un pays à l'autre, pour des raisons qui tiennent tant à la variété des contextes de peuplement locaux - des densités de population notamment -, qu'aux objectifs poursuivis à travers ces travaux –par exemple dans le cas des régions urbaines fonctionnelles, selon que l'on souhaite identifier des sphères d'influence urbaine ou réaliser un découpage régional exhaustif du territoire (Pumain *et al.*, 1992). Plusieurs critères sont ainsi susceptibles de varier pour la délimitation des agglomérations : le seuil de discontinuité du bâti, par exemple, au-delà duquel on considère qu'une construction doit faire ou non partie de l'agglomération morphologique, est en général fixé à 200 m, mais peut être inférieur dans des contextes de forte densité du peuplement : il est de 50 m en Angleterre et au Pays de Galles et varie entre 50 et 100 m en Belgique, selon l'appréciation des experts. De plus, l'agrégat bâti élémentaire n'est pas toujours ajusté aux contours des subdivisions territoriales selon les mêmes règles : il peut être ajusté aux contours de maillages infra-communaux plus fins (les « Enumeration Districts » anglais, par exemple) tout comme aux limites des maillages communaux (c'est par exemple le cas de la France).

La variabilité des critères de délimitation a sans doute un impact plus important dans le cas des régions urbaines fonctionnelles. On notera d'emblée qu'il existe deux grandes acceptions des régions fonctionnelles qui, si elles reposent toutes deux sur la portée et l'intensité des navettes domicile-travail, ne peuvent être confondues : les aires urbaines sont définies à partir d'un noyau central dont on cherche à délimiter la sphère d'influence immédiate, comme en France (avec un seuil de 40% de population active résidente d'une commune allant travailler dans le noyau central), tandis que les « Functional Urban Regions » élaborées en Grande-Bretagne ont été conçues comme devant réaliser une partition complète du territoire (donc sans seuil limitant l'intensité de l'influence). Des régions dites non polarisées sont en outre constituées à partir de l'« agrégation successive d'entités territoriales contiguës », grâce à des classifications combinant distance, contiguïté, seuils d'intensité des navettes, indépendamment d'un centre donné *a priori* (par exemple les « sistemi locali del lavoro » en Italie, OCDE, 2002). De plus, pour une même notion de région urbaine « polarisée », les

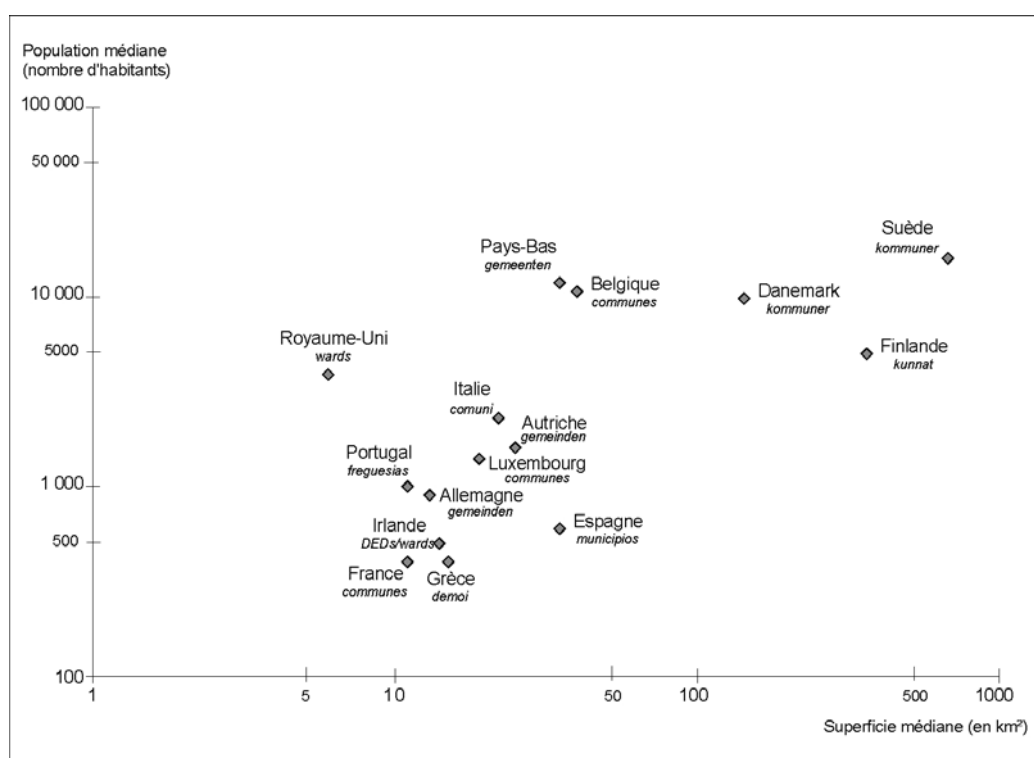
pôles urbains centraux ne sont pas partout définis de la même façon : parfois à partir d’un seuil de population –rarement le même, par exemple en France, 5000 emplois dans l’unité urbaine ; en Belgique, au moins 50 000 habitants dans l’unité urbaine-, d’autres fois à partir de la direction et de l’intensité des navettes domicile-travail. De même, ce ne sont pas, en général, les mêmes seuils de navetteurs ni les mêmes seuils de populations actives qui sont fixés pour déterminer la portée de la sphère d’influence des pôles et l’appartenance des communes périphériques à ces bassins d’emploi. De plus, ces régions urbaines ne sont pas définies à partir du même seuil minimal de population : ce seuil est de 100 000 habitants aux Pays-Bas, de 80 000 habitants en Belgique, tandis qu’aucun seuil minimal de population n’a été fixé pour identifier les aires urbaines en France dès lors que leur centre comportait plus de 500 emplois (on dénombre ainsi plus de 200 aires urbaines de moins de 50 000 habitants en 1999).

- *La mosaïque des NUTS 5³, un biais inhérent à la comparaison*

Un dernier obstacle à la portée comparative des mesures doit être mentionné. Quand bien même les définitions et les critères de délimitation des entités urbaines seraient accordés, on sait bien que la forte hétérogénéité de taille des unités locales d’un pays à l’autre –et secondairement d’une commune à l’autre dans un même pays-, peut introduire des biais dont il est nécessaire de tenir compte dans une perspective d’harmonisation des mesures (Le Gléau *et al.*, 1996). La taille moyenne des subdivisions territoriales élémentaires peut varier très fortement d’un pays à l’autre : la superficie médiane⁴ de ces unités s’étire ainsi entre 6 km² pour les wards du Royaume-Uni, et 676 km² dans le cas au demeurant exceptionnel des « kommuner » suédoises. Moins contrastées que les valeurs moyennes, ces variations n’en témoignent pas moins de différences importantes entre la taille médiane des communes françaises (11 km²), celle des comuni italiennes (22 km²), ou encore celle des communes belges (40 km²). Les mêmes contrastes ont déjà été relevés pour la mesure médiane des populations contenues dans ces mailles (**Figure 2.1**).

³ La Nomenclature des Unités Territoriales Statistiques, créée par l’Office européen des statistiques Eurostat, est composée de six niveaux territoriaux allant de 0 (le pays dans son entier) à 5 (le plus petit territoire administratif du pays, par exemple la commune en France). Chacun de ces niveaux correspondent aux zonages administratifs en vigueur dans chaque Etat.

⁴ La médiane peut être ici préférée à la moyenne dans la mesure où les deux distributions de population et de superficie sont en général très dissymétriques au sein d’un même pays (voir les différences introduites par cette nuance dans Le Gléau *et al.*, 1996).

Figure 2.1. Inégalités de taille des unités locales dans l'Europe des Quinze (vers 1990)

Sources : Eurostat 1991, d'après Le Gléau, Pumain, Saint-Julien (1996)

L'influence de l'hétérogénéité des mailles statistiques sur le caractère comparable des délimitations urbaines a déjà été soulignée avec force à plusieurs reprises. La définition de seuils de taille ou de densité comme ceux distinguant les communes de plus de 2000 habitants, ou encore les communes de plus de 1000 emplois au km², n'a pas le même sens pour des unités de tailles aussi contrastées. De même, la diversité des tailles communales peut introduire des biais sensibles dans la délimitation des régions urbaines fonctionnelles, lorsqu'il est question de leur rattacher des communes en fonction du taux de navetteurs allant travailler dans l'agglomération centrale. En outre, on peut aisément montrer en quoi, dans le cas des agglomérations, l'ajustement de la zone de bâti continu au contour des subdivisions territoriales peut conduire à surestimer l'extension de l'agglomération de peuplement et sa population lorsque les unités statistiques élémentaires sont plus vastes (même si dans la plupart des pays où ces mailles sont relativement larges, l'ajustement est précisément réalisé sur les contours de maillages infra-communaux).

A l'examen de cette diversité, on s'interrogera surtout sur la question de l'intérêt du lissage des critères et de la pertinence de leur alignement sur les mêmes « normes », qui mérite en

retour d'être soulevée. L'application de critères identiques fait-elle sens dans des contextes de peuplement parfois sensiblement différents ? On s'appuie souvent sur l'exemple de la Belgique pour suggérer que la stricte application du seuil de 200 m de discontinuité du bâti, retenu dans la plupart des pays européens, conduirait à l'identification d'une seule et même agglomération couvrant l'ensemble du territoire. Localement, l'application des mêmes règles peut aussi amener à négliger certaines spécificités liées au site ou à l'histoire des politiques urbaines, comme à Londres où la présence de la ceinture verte interrompt de fait la délimitation statistique de l'agglomération (Cicille, Rozenblat, 2003). La force d'un modèle commun d'organisation spatiale des villes et la diffusion de pratiques sociales liées par exemple aux comportements de mobilité semblent néanmoins limiter les biais introduits par une telle harmonisation en Europe. Cela dit, la prise en compte de la variété des contextes de peuplement incite parfois à introduire davantage de souplesse dans la définition de critères communs (ainsi, selon D. Pumain et T. Saint-Julien (1992), p.11) : « cette situation ne doit pas laisser présumer que toute harmonisation soit impossible, notamment si l'on admet qu'« harmonisé » veut dire répondant à une définition bien identifiée et ayant la même signification, et n'implique pas nécessairement l'identité totale des critères qui, adaptés aux réalités locales, soient susceptibles de produire des résultats hautement comparables ». Une telle position a été reprise, recommandant la souplesse dans l'application des critères de délimitation d'aires urbaines fonctionnelles en Europe (EFUA), dans le rapport d'étude pour le Schéma du Développement Spatial Européen (SPESP, 2000).

1.3. Le recours aux bases de données harmonisées

La prise de conscience de la nécessité de comparer les villes européennes à travers des définitions autres qu'administratives et juridiques et à partir de critères comparables est déjà ancienne. Ainsi, dès 1897, P. Meuriot montrait l'intérêt d'observer les grandes capitales européennes dans un cadre élargi à celui de l'agglomération de peuplement. Cette étude pionnière fut suivie de beaucoup d'autres, y compris de tentatives de constructions de définitions harmonisées, comme par exemple celle proposée par l'Institut International de Statistiques de La Haye, dans les années 1930. Nous n'évoquons ici que les tentatives les plus récentes, qui souffrent encore de l'ampleur et des difficultés de la tâche, en montrant pourquoi nous avons finalement privilégié le cadre territorial des agglomérations.

1.3.1. Des tentatives d'harmonisation inégalement abouties

- *Deux orientations pour une délimitation comparable des agglomérations*

La constitution d'agglomérations comparables à l'échelle européenne s'est orientée dans deux directions principales. La première de ces voies s'inspire des critères de délimitation recommandés par l'ONU et des démarches suivies par les différents instituts statistiques nationaux. Deux bases de données sur les agglomérations européennes ont ainsi été créées au début des années 1990 et ont recensé un certain nombre d'indicateurs dans des limites comparables. Bien que construites à partir de critères identiques de délimitation, allant du seuil de 200 m de discontinuité du bâti aux clauses restrictives s'appliquant à ce seuil, ces bases se distinguent par les objectifs poursuivis et par l'étendue de la couverture spatiale et temporelle du fait urbain. Dans le cadre de la base de données Geopolis (1994), qui offre une couverture mondiale du fait urbain à partir d'informations statistiques délivrées par les Etats, F. Moriconi-Ebrard a défini des agglomérations européennes comparables de plus de 10 000 habitants (en 1990). En plus de la couverture assez vaste du fait urbain que permet le seuil de population adopté, cette base se caractérise par sa dimension temporelle, puisque les données sont délivrées depuis 1950, avec une fréquence décennale. La base de données NUREC⁵ (NUREC, 1994), fondée *a priori* sur les mêmes critères de délimitation, a été réalisée par un réseau de chercheurs et de municipalités réunis depuis 1989 dans un projet d'atlas des villes européennes. Plus restrictive que la base Geopolis, puisqu'elle recouvre les quinze Etats de l'Union européenne et ne compte « que » les 330 agglomérations de plus de 100 000 habitants en 1990, cette base se distingue par l'existence d'un « atlas » des agglomérations européennes, qui détaille et affiche la composition communale de chaque agglomération. Chaque planche de cet atlas présente en réalité deux délimitations de l'agglomération : la première suit au sens strict les critères de l'ONU, et la seconde, dite « élargie », intègre en plus toutes les communes contiguës à la première délimitation. La base de données NUREC a par ailleurs été intégrée au système d'information européen GISCO⁶ créé par Eurostat⁷.

Dans un ouvrage théorique, H. Béguin (1996) proposait de ne pas définir la ville, mais de considérer l'urbain à partir de simples variations de densité, en accord avec une conception

⁵ Network on Urban Research in the European Community

⁶ Geographic Information System for the Commission of the European Communities

⁷ Office européen des statistiques

fondée sur les avantages économiques des relations de proximité dans l'espace géographique. C'est par un autre argument que C. Vandermotten et P. Marissal (1993) justifient de délimiter les agglomérations à partir d'un même seuil de densité de population communale : « la ville morphologique est valablement rendue par l'ensemble des unités statistiques de densité de population supérieure à 650 hab./km², auxquelles il faut joindre les grands espaces verts intra ou périurbains, les grandes zones industrielles ou aéroports qui en font intrinsèquement partie (...). La validité de ce seuil de densité de 650 hab./km² est confirmée par l'analyse des images satellites, par la comparaison avec des monographies spécifiques et par la présence systématique, dans différents pays, d'un seuil statistique aux alentours de ce niveau de densité dans la série ordonnée des densités de population des communes urbaines et périurbaines » (Vandermotten, 1999). Ces remarques ont été reprises, de manière plus extensive, par Eurostat (1999) dans la définition de « zones densément peuplées », considérées comme des équivalents d'agglomérations urbaines. Ces zones correspondent à des ensembles d'unités territoriales de niveau NUTS 5 comptant plus de 50 000 habitants et composés d'unités territoriales contiguës ayant chacune une densité de population supérieure à plus de 500 hab./km². Rappelons cependant que toutes ces délimitations fondées sur la densité sont particulièrement sensibles à l'hétérogénéité de la taille des maillages communaux d'un pays à l'autre. En outre, il est bien connu que, même si la corrélation n'est pas parfaite, il existe une tendance à l'élévation de la densité avec la taille des villes. Considérer un seuil de densité revient donc à exclure, avec une assez grande probabilité, les plus petites villes de l'échantillon de « villes » ainsi constitué.

- *La difficile harmonisation des régions urbaines fonctionnelles*

On évoque de plus en plus la nécessité d'élargir ces travaux d'harmonisation au périmètre des régions fonctionnelles, afin de prendre pleinement en compte les nouvelles dimensions de l'étalement urbain. La constitution de telles bases de données a pourtant été antérieure à celles qui se sont attachées aux agglomérations. Seulement, ce concept, plus complexe que les agglomérations, engendre de plus grandes difficultés de délimitation et de mesure. Il renvoie de plus à des périmètres qui s'avèrent plus mouvants dans le temps : tandis que la surface des agglomérations ne varie en général que dans le sens d'une extension périphérique, les seuils définis pour des proportions de navetteurs sont susceptibles d'engendrer des recompositions et des basculements divers de la délimitation des entités fonctionnelles entre deux dates d'observation.

Bien avant les années 1990, des études comparatives ont ainsi proposé de délimiter des régions fonctionnelles européennes en s’appuyant sur le concept de bassin d’emploi, lui-même inspiré de l’approche adoptée aux Etats-Unis à partir des années 1950. L’étude de Dickinson (1967) est considérée comme fondatrice dans le sens où elle a été la première à s’inspirer des travaux menés sur les Metropolitan Areas américaines, ouvrant ainsi la voie à plusieurs études d’envergure européenne (Hall et Hay, 1980 ; Van den Berg, 1982 et Cheshire, 1988). Ces travaux se caractérisent ainsi avant tout par l’emprunt direct des principes de délimitation adoptés aux Etats-Unis pour définir les aires métropolitaines. D’une part parce qu’ils en reprennent le concept : un centre défini par une concentration d’emplois, et une périphérie correspondant à une sphère d’influence économique, définie par l’intensité et la portée des navettes domicile-travail dépendant du centre. D’autre part parce qu’à partir de l’étude de Hall et Hay (1980) qui a élargi les travaux pionniers sur la Grande-Bretagne aux autres pays européens, ils en retiennent les indicateurs et les critères précis, en intégrant les données des déplacements domicile-travail. Les « Fonctional Urban Regions » (FUR) ainsi définies sont des ensembles d’unités statistiques limitrophes dont plus de 10% de la population active travaille dans l’agglomération économique principale.

Sans entrer davantage dans le détail des critères retenus par ces différents travaux, on retiendra plusieurs idées fortes de la confrontation qui en a déjà été faite de manière très précise (Pumain, 1992). L’examen critique de ces travaux soulève plusieurs problèmes : en s’attellant à cette tâche ardue et en ouvrant ce vaste chantier, l’étude de Hall et Hay (1980) a notamment mis en lumière toute la difficulté d’une transposition de cette définition à un nombre élargi de pays européens, du fait non seulement de l’accès aux données (il n’y avait pas à l’époque de données sur les navettes en Espagne, par exemple) mais aussi de l’hétérogénéité du maillage élémentaire (par exemple à propos de la RFA, entre les « Kreis » urbains et les autres). Si le problème essentiel demeure donc celui de « la faible comparabilité des régions urbaines identifiées », les autres critiques émises soulignent le fait que ces régions fonctionnelles ne s’appliquent qu’à l’échelon supérieur de la hiérarchie urbaine, que la transposition « brute » des critères utilisés aux Etats-Unis n’a guère été discutée alors que les systèmes de peuplement diffèrent en Europe, et que les délimitations réemployées à plusieurs reprises n’ont pas été mises à jour régulièrement.

L'objectif d'une délimitation comparable des régions urbaines fonctionnelles reste donc une priorité, et est à ce titre souvent relancée. D'un côté, des travaux poursuivent les recherches sur les « FUR » telles qu'elles ont été définies dans les années 1970, mais en révisant certains critères, à partir d'un échantillon restreint de villes (par exemple les grandes métropoles du Nord-Ouest européen, dans le cadre du projet GEMACA⁸) (Cheshire et Gornostaeva, 2002). De l'autre, des propositions soumises à l'échelon européen, notamment dans le cadre du Schéma d'aménagement du territoire européen, cherchent une solution sensiblement différente à celle des « FUR » : on pense aux « European Functional Urban Areas » (EFUA) (SPESP, 2001), qui se présentent comme une alternative au concept des régions métropolitaines transposé des Etats-Unis. La définition proposée est *a priori* plus restrictive, puisque le seuil des navetteurs est fixé à 40% de la population active des unités locales (NUTS 5). Le centre de ces entités urbaines serait défini comme l'agglomération, tandis que la périphérie y serait rattachée en utilisant le critère de 40% de la population active réalisant des navettes, sans contrainte de contiguïté, selon une définition itérative. Dans l'ensemble, la définition s'inspire fortement des aires urbaines françaises, avec une certaine souplesse dans la définition des seuils, adaptés aux particularités des systèmes de peuplement. Cela dit, ces principes n'ont pas été encore appliqués.

1.3.2. Une comparaison des agglomérations Geopolis et NUREC

A l'examen de ces tentatives d'harmonisation, nous nous proposons donc, lorsque nous étudierons les formes urbaines à l'intérieur de cadres territoriaux déterminés *a priori*, d'utiliser en priorité les bases produites pour les agglomérations. On ne doit cependant pas perdre de vue que malgré le choix de critères comparables, la délimitation des villes engage toujours une part non négligeable de subjectivité, tant est complexe l'identification du phénomène urbain et de ses expressions géographiques. On donne ici une illustration de ces difficultés en comparant les délimitations des agglomérations obtenues dans chacune des deux bases Geopolis et NUREC, afin de relativiser la perspective d'une délimitation absolue et objective des villes.

⁸ Le projet GEMACA (Group for European Metropolitan Comparative Analysis), qui étudie les 14 régions métropolitaines de plus d'un million d'habitants dans l'Europe du Nord-ouest en reprenant la définition des « FUR », est piloté par différents instituts universitaires et instituts d'aménagement, dans le cadre du programme européen Interreg.

Bien que la délimitation des agglomérations repose dans ces deux bases sur des critères semblables⁹, plus simples à mobiliser et à mettre en œuvre que ceux qui permettent de définir des régions fonctionnelles, et ait été définie pour la même date (1990), à partir des mêmes recensements nationaux, la confrontation des résultats obtenus pour les plus grandes agglomérations fait ressortir des divergences d'ensemble parfois notables. Nous avons comparé, dans sept pays européens¹⁰, les délimitations des agglomérations de plus de 200 000 habitants proposées par chacune des deux bases, en relevant à chaque fois les écarts de population induits par la variation des périmètres adoptés¹¹. Le **tableau 2.2** présente une synthèse des résultats de cette comparaison en reprenant, pays par pays, la moyenne des écarts de population observés pour chaque agglomération, ainsi que quelques cas d'agglomérations pour lesquelles les écarts observés sont particulièrement frappants.

Les écarts relevés présentent globalement les mêmes tendances au sein de chaque pays, mais ne vont pas toujours dans le même sens d'un pays à l'autre : la délimitation NUREC apparaît en moyenne plus restrictive que celle donnée par Geopolis pour les agglomérations d'Espagne, d'Italie et du Portugal, tandis qu'elle apparaît à l'inverse plus extensive pour les agglomérations de Grande-Bretagne, de Belgique et des Pays-Bas, et à peu près équivalente à celle de Geopolis pour l'Allemagne. Sans chercher à comprendre au cas par cas les raisons de ces divergences, on peut tout d'abord s'en remettre à la question complexe du traitement des conurbations de peuplement, qui comportent beaucoup de formes d'urbanisation linéaire, et multiplient de fait les décisions à prendre en matière de prise en compte ou non des « filaments » d'urbanisation. Cette confrontation fait très nettement ressortir, en effet, une particularité de la base NUREC déjà mentionnée à plusieurs reprises, qui renvoie à la création de vastes conurbations de peuplement : c'est non seulement le cas de la région Rhin-Rhur, mais aussi de l'ensemble qui court de Lille à Anvers en englobant Bruxelles, ou encore de l'entité urbaine issue de la fusion entre Liverpool et Manchester. On notera dans le même sens le traitement particulier des conurbations littorales, comme le montrent les exemples de

⁹ Les critères de délimitation adoptés dans les deux bases se confondent jusque dans les clauses restrictives appliquées à la délimitation du seuil des 200 m de discontinuité (nature des terrains dont on considère qu'ils introduisent des discontinuités dans l'espace) pratiquement, à un « détail près » : les éléments linéaires d'urbanisation reliant deux agrégats de peuplement ont été plus souvent retenus pour définir des zones de bâti continu dans la base NUREC que dans celle de Geopolis.

¹⁰ Le cas de la France n'est pas reporté car les deux bases de données se sont pour l'essentiel appuyées sur les délimitations créées par l'INSEE. Par ailleurs, dans le cas de la Grande-Bretagne, on a seulement pu comparer les populations agrégées des agglomérations sans entrer dans le détail de leur délimitation spatiale, car nous ne disposons pas de la composition communale.

¹¹ Ce travail de comparaison a été mené en collaboration avec Anne Bretagnolle.

Malaga, Massa, ou Gênes. La logique de la base Geopolis est dans ce cas différente, favorisant l’identification de plusieurs noyaux historiques -trois agglomérations sont par exemple distinguées dans la région du Rhin et de la Rhur autour de Cologne, Dusseldorf et Essen-Duisbourg.

**Tableau 2.2. Les agglomérations de plus de 200 000 habitants
dans les bases Geopolis et NUREC (1994)**

	Pays	Effectifs		Ecart moyen de population	Exemples d'agglomérations montrant des écarts significatifs
		GEOP.	NUR.		
Délimitation NUREC plus restrictive que celle de Geopolis	Espagne	22	28	La population des agglomérations Geopolis est en moyenne supérieure de 10%	- Plus grands écarts pour Cadix (+60%), Barcelone (33%, soit 1,3 millions hab), Madrid (+31%, soit 1,4 millions hab.) et Séville (+30%). - Certains écarts sont dus à la fusion dans Geopolis de deux unités urbaines, par exemple Gijon et Oviedo, ou Malaga et Marbella (conurbation littorale). - Exceptionnellement, dans le cas de Murcie, la délimitation NUREC est plus extensive (population supérieure de 18%).
	Italie	20	17	La population des agglomérations Geopolis est en moyenne supérieure de 38%	- Les plus grands écarts observés correspondent aux agglomérations de Milan (+51%), Naples (+58%), Florence (+51%), Bergame (+64%) - Pour Gênes, traitement de la riviéra (qui fonctionnellement n'a pas grand chose à voir avec Gênes, alors que Moriconi-Ebrard l'inclut) - Ex de conurbation pour Massa/Carrare/Viareggio : +45% environ pour Geopolis par rapport aux deux autres bases
	Portugal	2	2	La délimitation Geopolis est plus extensive pour Lisbonne (25%, soit plus de 500 000 habitants), mais équivalente pour Porto	
Délimitations proches	Allemagne (ex-RFA)	25	25	En excluant le cas particulier de la conurbation Rhin-Rhur créée par NUREC, les populations des agglomérations sont à peu près équivalentes	- La conurbation Rhin-Rhur est considérée comme une seule agglomération dans NUREC, alors qu'elle est décomposée en trois agglomérations dans Geopolis - Ailleurs, les délimitations sont assez proches sauf dans les cas de Bielefeld (NUREC plus extensive - 33%) et de Coblenze (Geopolis plus extensive +40%)
Délimitation NUREC extensive que celle de Geopolis	Belgique	8	5	En excluant le cas particulier de la conurbation Anvers-Bruxelles-Lille créée par NUREC, la population des agglomérations NUREC est en moyenne supérieure de 32% (calcul sur 4 entités)	- NUREC regroupe Anvers, Bruxelles et Lille-Courtrai dans une même agglomération de plus de 8 millions d'habitants alors que Geopolis en fait trois agglomérations distinctes. - Fusion de La Louvière et Charleroi dans NUREC
	Grande-Bretagne	34	28	La population des agglomérations NUREC est en moyenne supérieure de 27%	- Fusion des agglomérations de Liverpool et Manchester dans la base de données NUREC - Fusion des agglomérations de Southampton et de Portsmouth dans la base de données NUREC
	Pays-Bas	14	10	En excluant le cas particulier de la conurbation de la Randstadt créée par NUREC, la population des agglomérations NUREC est en moyenne supérieure de 11% (calcul sur 6 entités)	- Forte divergence sur Rotterdam : une seule agglomération pour l'équivalent ou presque de la Randstadt dans NUREC, sauf Amsterdam (La Haye, Utrecht, Haarlem, Amersfoort, Leiden), qui atteint 4 millions et demi d'habitants. - Nurec également plus extensive sur les autres agglomérations (en moyenne 30% d'écart pour Eindhoven, Breda, Nijmegen, Apeldoorn), à l'exception d'Arnhem.

Sources : Eurostat (1990), Moriconi-Ebrard (1994), NUREC (1994)

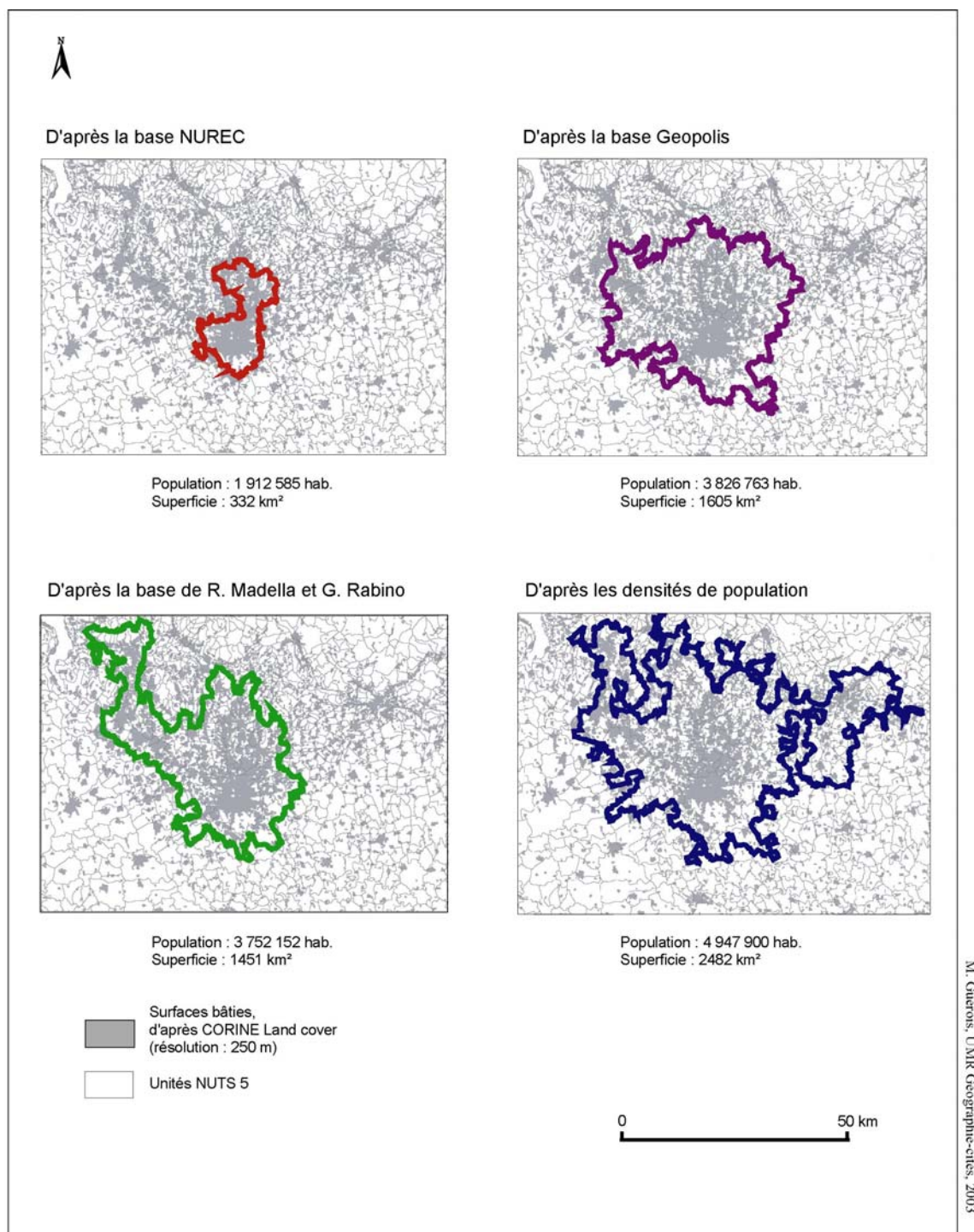
Toutefois, ces écarts ne tiennent pas qu'au traitement complexe des conurbations. On remarque ainsi, de manière plus générale, que les délimitations NUREC sont plus extensives lorsque les densités moyennes de population sont relativement élevées et que, comme en Belgique et en Grande-Bretagne, la continuité des espaces bâtis est très importante (même si en suivant cette logique, le traitement des agglomérations néerlandaises dans la base NUREC est moins compréhensible puisque les discontinuités marquées entre les agglomérations et leur environnement immédiat n'ont pas été prises en compte pour individualiser l'agglomération de Rotterdam, fusionnée aux agglomérations de La Haye et d'Utrecht, entre autres). Ainsi, la délimitation des agglomérations belges dans NUREC, en dehors du vaste ensemble urbain qui va de Lille à Anvers, est systématiquement plus extensive, du fait sans doute des caractéristiques de densité de peuplement déjà mentionnées. Dans le détail, par ailleurs, on relève également des différences importantes « hors conurbation », par exemple pour Séville et Madrid.

Cet aperçu général des décalages observés entre les deux bases de données mérite d'être éclairé par un exemple plus précis. La **figure 2.2** compare ainsi l'étendue et la forme de l'agglomération de Milan en 1990, d'après les périmètres retenus dans les bases NUREC et Geopolis sur des critères *a priori* comparables, en même temps qu'elle étend cette comparaison à deux autres délimitations de l'agglomération : l'une est issue de la base de données des agglomérations italiennes créée par R. Madella¹² en s'inspirant de la démarche adoptée par l'INSEE pour les agglomérations françaises. Elle reprend donc les mêmes critères que les deux délimitations précédentes, à ceci près que la continuité du bâti est identifiée à partir des terrains artificialisés de l'image des modes d'occupation des sols CORINE Land cover, délivrée au niveau national dans sa version la plus précise (*cf.* section 2.2). La quatrième délimitation est donnée à titre indicatif car tout en s'appuyant sur le même concept d'agglomération, elle ne repose pas sur des règles tout à fait comparables. Nous nous sommes en effet appuyés pour la représenter sur le critère de densité de population proposé par C. Vandermotten et P. Marissal (1993) : font donc partie de l'agglomération toutes les

¹² Nous remercions le Professeur G. Rabino, de l'Université de Turin, d'avoir mis à notre disposition le fichier de la composition communale des agglomérations italiennes, réalisé sous sa direction par R. Madella (1999), dans le cadre d'un travail de thèse.

communes contiguës dont la densité de population est supérieure à 650 hab./km², ainsi que les communes de densité inférieure « enclavées » au sein de ce premier ensemble¹³.

Figure 2.2. « Les agglomérations » de Milan, vers 1990



Sources : AEE (1996), Eurostat (1990), Madella (1999), Megrin (1991), Moriconi-Ebrard (1994), NUREC (1994).

¹³ Nous n'avons donc pas tenu compte des critères complémentaires proposés par les deux auteurs pour décider de l'inclusion ou non de certains espaces libres situés aux marges des agglomérations (grands espaces verts, terrains sportifs, etc.)

Une telle représentation met bien en valeur non seulement les écarts de population et de superficie, mais aussi les configurations spatiales décalées des périmètres, qui signalent la variation de la composition communale des agglomérations dans chacun des cas, variation d’autant plus importante que l’on s’appuie sur l’exemple d’une très grande agglomération. Les écarts observés entre la délimitation NUREC, très restrictive, et les deux suivantes, fondées sur des critères semblables, sont particulièrement frappants. Par ailleurs, on doit insister, par rapport à la synthèse précédente, sur le fait que deux populations et deux superficies à peu près équivalentes ne signalent pas forcément l’équivalence des délimitations : en témoigne la confrontation des deuxième et troisième délimitations, qui comptent toutes deux une population totale pour Milan d’environ 3,8 millions d’habitants, mais qui ne correspondent pas aux mêmes périmètres : alors que dans le périmètre défini par R. Madella, l’agglomération s’étend vers l’ouest jusqu’à inclure la commune de Gallarate et sa zone aéroportuaire, elle ne prend pas en compte les communes situées autour de Varese au nord-est, qui elles ont été incluses dans le périmètre défini par la base Geopolis.

Que tirer, au final, de cet ensemble de considérations ? Il est important de préciser à nouveau que notre perspective n’est pas de juger la valeur de l’une ou l’autre de ces délimitations, mais bien plutôt de montrer combien même avec des critères simples, inspirés par les mêmes principes, la délimitation des entités urbaines reste une question délicate et complexe. Cela ne doit pas faire oublier que la définition de cadres harmonisés à l’échelle européenne, sous-entendu pour un large échantillon de villes, reste une entreprise précieuse face à la variété des définitions et des délimitations nationales. On se doit d’insister sur l’existence d’un décalage important entre la complexité de telles entreprises et la nécessité pour la Commission européenne de disposer de délimitations simples et opérationnelles, dans le cadre des programmes de recherche qu’elle est amenée à piloter. La prise en compte, dans ces programmes, d’une approche comparable des délimitations urbaines est rendue d’autant plus difficile que ces derniers sont souvent réalisés sur des périodes trop courtes pour qu’y soit associée une réflexion approfondie sur la dimension comparative des cadres territoriaux étudiés. Le choix des délimitations administratives (NUTS 3 ou communes) est ainsi souvent perçu comme la première étape d’une délimitation qui deviendrait ultérieurement plus sophistiquée.

Ainsi, en dépit des pistes lancées par ces tentatives d'harmonisation, plusieurs études comparatives récentes continuent de privilégier le recours à un concept administratif de la ville. Le premier audit urbain réalisé par la Commission européenne (1997-2000) en est un des exemples les plus éloquents (CE, 2000) : la trentaine d'indicateurs requis pour évaluer la qualité de la vie dans 58 villes européennes a été collectée en priorité à l'échelon des NUTS 5 (« city level »). Pour seulement 27 de ces villes, cette approche a été « complétée » par une collecte de l'information au niveau d'unités territoriales plus larges (« wider territorial units »), qui correspondent parfois aux agglomérations morphologiques, sur la base des « zones densément peuplées » d'Eurostat, mais parfois aussi aux cadres administratifs intercommunaux. D'autres programmes européens s'en remettent directement aux délimitations administratives supérieures pour comparer les villes ou « systèmes urbains européens ». Le programme coordonné par la Commission des Régions Périphériques Maritimes (CRPM) pour étudier la construction d'un modèle de développement polycentrique et équilibré du territoire (CRPM, 2002) a ainsi fondé la collecte des données et leur analyse à l'échelon des unités NUTS 3, soit l'équivalent du niveau départemental en France.

2. L'APPORT DE L'IMAGE CORINE LAND COVER

Compte tenu des difficultés inhérentes à une approche « territoriale » des formes urbaines, nous devons insister sur l'intérêt que présente l'image CORINE¹⁴ Land cover, issue de l'interprétation d'images satellitaires, pour comparer et qualifier le cadre bâti des villes européennes. Si, comme toute source iconographique, ce type de données permet d'observer « directement » la réalité physique des villes, indépendamment des statistiques des unités administratives, elle présente un certain nombre d'avantages supplémentaires relatifs, entre autres, à la maniabilité de l'information extraite des images satellitaires. L'Union Européenne manifeste un intérêt croissant pour le croisement des statistiques et des modes d'occupation du sol, déjà largement entrepris dans le cadre de programmes de recherche sur les images satellitaires pour compléter et enrichir les méthodes de délimitation des agglomérations (Eurostat, 1993). Cette initiative est également soutenue en Europe par un programme plus vaste d'observation de la Terre¹⁵. Alors que l'on s'intéresse de plus en plus, dans ce cadre, à

¹⁴ COORdination of INformation on the Environment.

¹⁵ Le programme GMES (Global Monitoring for Environment and Security) est une autre initiative de la Commission Européenne et des agences et organisations du domaine spatial (par exemple le CNES), dont l'objectif est la surveillance et la protection de la planète. Cette initiative est issue du Manifesto di Baveno de

la production d’images de très haute résolution, l’avantage de image CORINE Land cover, de résolution moyenne, réside à l’opposé dans sa couverture exhaustive des modes d’occupation du sol à l’échelle européenne. Il est d’autant plus important de consacrer quelque temps à la présentation de cette source de production récente que, sa maniabilité et sa pertinence pour l’étude des villes a encore très peu été éprouvée. Nous insistons donc sur la dimension comparative qui fait l’originalité de cette source, en nous interrogeant sur la définition des espaces urbanisés, les critères de leur harmonisation et la qualité de leur représentation.

2.1. Un projet inédit de cartographie des modes d’occupation du sol à l’échelle européenne

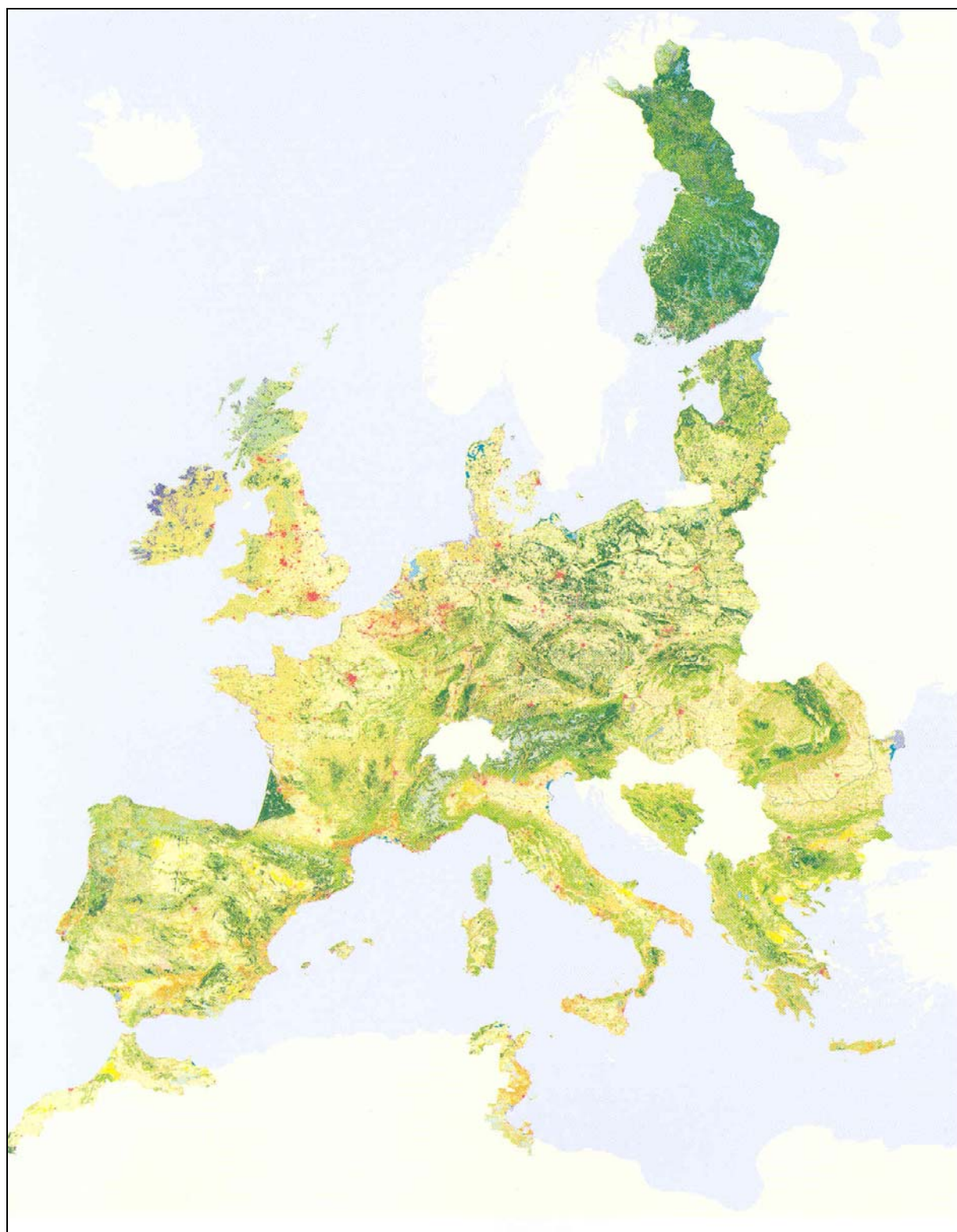
2.1.1. Pour un suivi harmonisé de l’environnement européen

Témoignant d’un intérêt croissant pour le suivi de l’occupation du sol, et s’appuyant sur l’essor des systèmes d’information géographique, de nombreuses bases de données images ont été créées dans les années 1990 pour produire des cartographies numérisées des modes d’occupation du sol, qui s’étendent de plus en plus souvent à des échelles nationales. L’élaboration de bases telles que la « BD Carto » de l’Institut Géographique National pour la France, de la « Land cover map » au Royaume-Uni, du « Digital model landscape » en Allemagne, pour ne citer qu’elles, participe de cet essor. Dans ce contexte, l’image CORINE Land cover présente un caractère tout à fait inédit en offrant, pour la première fois à l’échelle européenne, une cartographie comparable des modes d’occupation du sol en 1990 (**Figure 2.3** et **Figure 2.4**). Cette image, dont le niveau de détail est bien entendu plus faible que celui des bases mentionnées ci-dessus, présente en contrepartie une couverture géographique très vaste¹⁶ et se distingue par un souci d’harmonisation de l’information qui dépasse les frontières nationales. Les modes d’occupation du sol sont en effet représentés à travers une même nomenclature à partir d’une même résolution spatiale.

1998. Organisée à partir de 1999, elle associait à l’origine les grandes agences spatiales, et a été rejointe par la direction de la recherche et celle de l’environnement en Europe. Un des objectifs est d’assurer l’indépendance de l’Europe en moyens d’observation de la Terre, notamment dans le cadre de programmes de recherche liés à l’environnement et au développement durable dans les 5^e et 6^e PCRD.

¹⁶ L’image CORINE Land cover couvre ainsi, pour 1990, 27 Etats européens, dont les 15 Etats actuels de l’Union européenne à l’exception de la Suède, les futurs Etats membres (sauf Malte et Chypre), les Etats candidats (sauf la Turquie), et des Etats non-candidats (dont la Bosnie-Herzégovine, par exemple). Une partie des bandes côtières du Maroc et de la Tunisie sont également représentées.

Figure 2.3. La carte des modes d'occupation du sol en Europe d'après CORINE Land cover (nomenclature de 44 postes, 1990)



Sources : AEE (1996)

Figure 2.4. La légende de la nomenclature CORINE (44 postes)



Source : AEE (1996)

De plus, des comparaisons temporelles seront bientôt permises par l’actualisation de cette base, dont la version correspondant à l’état de l’occupation du sol vers 2000 devrait être diffusée à partir de 2004¹⁷. Tel quel, ce projet, dont la réalisation de la première version s’est étendue sur une dizaine d’années (1986-1996), s’inscrit tout à fait dans le contexte de demande croissante pour la création de bases de données de dimension européenne, et participe des efforts réunis par les institutions européennes et leurs relais nationaux pour parvenir à la production de telles bases.

Mis en œuvre par la Commission européenne en 1985, et pris en charge par l’Agence Européenne de l’Environnement (AEE)¹⁸ de Copenhague en 1990, ce projet rejoint par ailleurs une préoccupation de plus en plus affirmée pour le suivi de l’environnement et pour l’étude des pressions exercées par certains modes d’occupation du sol sur l’environnement. L’image CORINE Land cover est en effet un des volets du programme européen CORINE (COOrdination of INformation on the Environment), lancé par la Direction Générale de l’environnement de la Commission européenne (DG XI) pour créer un système d’information harmonisé, qui devait servir d’aide à la gestion et à la prise de décision de la Commission Européenne en matière d’environnement. Cette base doit par exemple s’accompagner de la mise au point d’indicateurs environnementaux qui en permettent le suivi sur le long terme.

¹⁷ L’image CORINE Land cover doit bénéficier d’une actualisation décennale (CE, 1993).

¹⁸ En anglais, European Environment Agency (EEA).

2.2.2. Une source dérivée de l'interprétation d'images satellitaires

La production de l'image CORINE Land cover témoigne par ailleurs du recours de plus en plus fréquent à l'imagerie satellitaire. L'inventaire cartographique des types d'occupation du sol dans cette source est dérivé de l'interprétation de clichés SPOT et Landsat et de fait, il reprend plusieurs des propriétés de ce support d'information géographique. Bien que d'autres sources spécialisées (le cadastre en France, par exemple) ou plus générales (des cartes topographiques aux photographies aériennes) puissent être mobilisées pour s'informer de l'état de l'occupation du sol, l'emprise des espaces urbanisés est de plus en plus appréciée, depuis la fin des années 1980, à partir d'images satellitaires. Cette source présente en effet plusieurs avantages majeurs, dont il a déjà été fait largement état dans la littérature spécialisée (Weber, 1995) :

- tout d'abord l'importance de l'étendue spatiale représentée, en nombre de pays et en surface, ainsi que son caractère exhaustif ;
- la répétitivité des enregistrements, et donc, la possibilité d'obtenir des séries temporelles ; cet avantage est cela dit moins caractéristique de l'image CORINE dont l'actualisation, étant donnée l'ampleur du travail d'harmonisation, doit être décennale.
- la forme numérique des informations collectées, et donc, l'automatisation de certains traitements,
- l'intégration des informations dérivées dans les Systèmes d'Information Géographique gérant d'autres données spatiales. Ce format de données facilite en effet la production de statistiques sur les modes d'occupation du sol et permet le croisement entre informations morphologiques et démographiques, à partir duquel de nouveaux indicateurs peuvent être créés.

Cette énumération ne doit pas faire oublier cependant que l'identification des espaces urbanisés par télédétection peut difficilement être menée à partir de l'interprétation exclusive des images satellitaires (Donnay, 1994) : « aux difficultés inhérentes aux réponses spectrales des espaces minéralisés, s'ajoute l'impossibilité pour la télédétection d'appréhender l'aspect fonctionnel de l'occupation du sol, alors que c'est précisément selon ce critère que sont établies les nomenclatures propres aux espaces bâtis ». Cette dimension de l'interprétation des images nécessite donc l'intégration de données exogènes comme les cartes topographiques et les photographies aériennes.

On doit par ailleurs différencier l’usage qui peut être fait des images satellitaires et des sources qui en sont dérivées, dont CORINE Land cover fait partie. L’élaboration de cartographies des modes d’occupation du sol à partir d’images satellitaires engendre une simplification et une certaine perte d’information mais elle facilite la production de statistiques et la manipulation de cette information. Elle résulte par conséquent de nombreux choix, qu’il est important de connaître afin de mieux comprendre, en ce qui nous concerne, la manière dont sont définis les espaces urbanisés et dont est construite cette catégorie à partir des images satellitaires. On insistera en particulier sur les critères définis pour représenter cette catégorie d’occupation du sol de manière comparable. Cette dimension fait en effet d’autant plus l’originalité de la source CORINE que l’information mobilisée sur l’extension des surfaces urbanisées est rarement disponible à une échelle supranationale : d’un côté, « la superficie n’est généralement pas calculée par les services statistiques chargés de publier les résultats des recensements, mais par des services administratifs différents – notamment ceux qui s’occupent de l’aménagement du territoire, du cadastre ou du fisc » (Moriconi-Ebrard, 1994). De l’autre, les bases de données sur l’occupation du sol issues de l’interprétation des images satellitaires sont rarement comparables du fait de l’application de nomenclatures et de résolutions variables au cas par cas.

2.2. Les critères d’une représentation comparable des espaces urbanisés

Contrairement à d’autres bases de données harmonisées à l’échelle européenne, telles que la base de données statistiques SIRE¹⁹ créée par Eurostat, l’image CORINE Land cover n’est pas issue de la réunion de bases de données nationales préexistantes. Elle a par conséquent nécessité la création d’une information inédite, élaborée dans le respect d’une procédure commune. Il est essentiel, dans ce cadre, de revenir sur les choix qui ont présidé à l’harmonisation de cette information, et qui tiennent tant à la méthode générale d’interprétation des images satellitaires qu’à la définition d’une nomenclature et d’une résolution communes. S’ils s’avèrent déterminants pour tous les types d’occupation du sol, nous portons ici une attention particulière à la manière dont ces critères définissent les espaces urbanisés et dont ils en orientent la représentation.

¹⁹ Système d’Information infra-Régional Européen.

2.2.1. Une méthode commune d'interprétation semi-automatisée

Pilotée par l'Agence Européenne de l'Environnement, l'entreprise d'interprétation et de classification des images satellitaires a été déléguée à des relais nationaux, ou « points focaux » nationaux²⁰, qui ont dû respecter un même cahier des charges *a priori*. Sans entrer dans le détail de l'élaboration de la base (Commission européenne, 1993), il est important d'en connaître les principales étapes et de saisir ce qui, dans cette démarche commune, a relevé de procédures d'interprétation manuelles ou automatiques.

L'interprétation des images, supervisée par des experts nationaux, a été conduite en plusieurs étapes. Les clichés SPOT et Landsat ont dû d'abord être soumis à un travail de préparation qui correspond pour l'essentiel à la correction géométrique des images et à leur transformation en fausses couleurs, ces deux rectifications étant assistées par ordinateur. En revanche, l'identification des types d'occupation du sol conduite à partir de ces images est restée visuelle : chaque équipe a délimité des unités homogènes d'occupation du sol en fonction d'une nomenclature commune de 44 classes (**Figure 2.4**) et d'une résolution minimale de 25 ha, à l'aide de documents annexes, photos aériennes et de cartes topographiques. La saisie des contours de ces zones, ainsi que la saisie du code en précisant le contenu, s'est effectuée soit directement à l'écran, soit à partir d'un calque superposé à l'agrandissement papier des images, qu'il a fallu par la suite numériser. Au final, l'interprétation des images satellitaires s'est appuyée sur une méthode qualifiée de « semi-automatique », mais qui est restée manuelle pour l'essentiel et a nécessité l'intervention de plusieurs intermédiaires²¹.

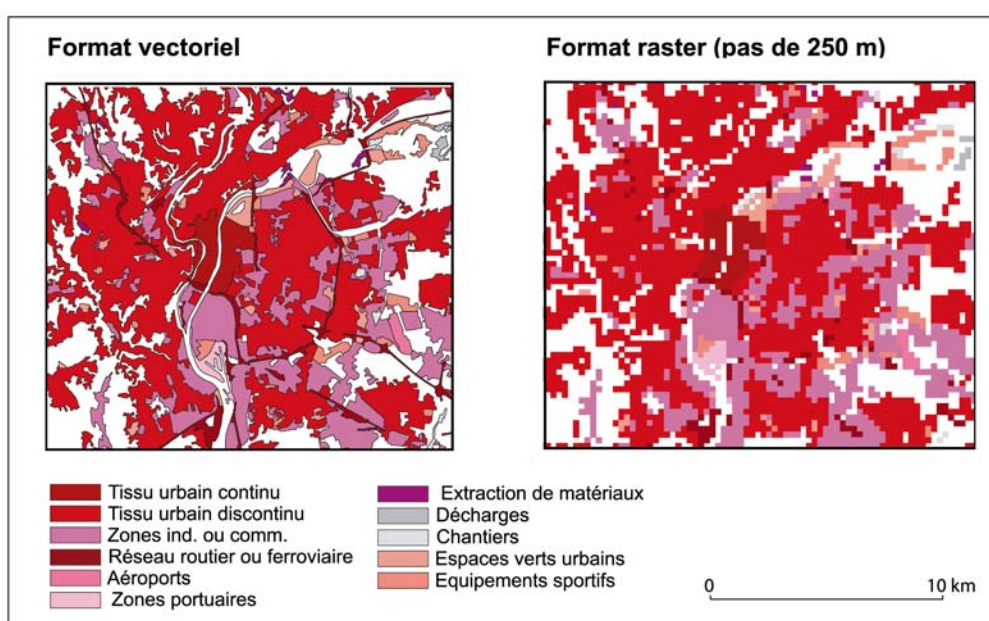
Dans son format d'origine, l'image CORINE Land cover se présente donc comme une image en format vectoriel, ou autrement dit, comme une image composée d'« objets » qui correspondent ici aux polygones associés aux unités homogènes d'occupation du sol. Cette version n'est diffusée que par les points focaux nationaux, dans les limites du pays producteur de la base, à travers des conventions précises et restrictives. A partir de cette image, deux

²⁰ Il s'agit par exemple, pour la France, de l'Institut Français de l'Environnement (IFEN).

²¹ Bien que certaines de ces étapes, comme l'identification des unités homogènes d'occupation du sol, puissent difficilement se passer d'interprétation manuelle, d'autres pourraient éviter la multiplication des intermédiaires. Elles sont révisées dans ce sens en vue de la mise à jour de CORINE Land cover de 2000 (Bossard *et al.*, 2000). Les rapports préparatoires encouragent par exemple la saisie directe des unités sur écran au lieu de passer par les calques et leur numérisation.

autres versions ont été créées dans un format raster ; la transformation du format vectoriel en grilles composées de pixels facilite la manipulation des images dans des systèmes d'information géographique et permet une diffusion plus large à l'échelle européenne (**Figure 2.5**). La résolution de la grille, c'est-à-dire le pas du pixel de base, est selon les versions de 100 m ou de 250 m ; c'est la version de résolution 250 m, diffusée gratuitement par l'Agence Européenne de l'Environnement, que nous serons amenés à utiliser²².

Figure 2.5. Deux formats de l'image CORINE Land cover
(Extraction de « surfaces artificialisées » de l'agglomération lyonnaise, 1990)



Sources : AEE (1996), IFEN (1996).

2.2.2. La définition des espaces bâtis dans une nomenclature « orientée environnement »

La portée comparative de l'image CORINE Land cover réside en grande partie, nous l'avons vu, dans l'application à tous les pays d'une nomenclature homogène pour décrire les modes d'occupation du sol. Cette nomenclature comporte trois niveaux hiérarchiques « emboîtés » : le premier correspond à une classification en cinq grandes catégories (territoires artificialisés, territoires agricoles, forêts et milieux semi-naturels, zones humides, surfaces en eau) et le plus fin à une typologie en 44 postes d'occupation du sol (voir **Figure 2.4** pour le détail complet

²² Dans la suite du texte, on utilisera indifféremment le nom en toutes lettres de la base CORINE Land cover ou l'abréviation correspondante : soit CLC, soit CLC250 lorsqu'il s'agit de l'image diffusée dans le format raster de 250 m de résolution.

de la nomenclature). Bien qu’ « orientée environnement » (CERTU, 1997) et jusqu’à présent principalement exploitée dans cette perspective, l’image CORINE Land cover réserve une place non négligeable à la description des surfaces dites « artificialisées » (**Tableau 2.3**), qui correspondent à l’une des cinq grandes catégories définies au niveau le plus général de la nomenclature. Au niveau le plus fin, ces terrains artificialisés, détaillés en 11 catégories, représentent le quart de toutes les catégories d’occupation du sol. Ces 11 classes se distinguent avant tout par le mode d’occupation du sol, défini à partir des images satellitaires, en fonction de critères biophysiques de différenciation des surfaces. Mais les nuances introduites s’appuient également, comme dans la plupart des nomenclatures appliquées aux images classées, sur le mode d’utilisation du sol, qui, ne pouvant être identifié à partir des images satellitaires, a été défini à partir de cartes topographiques et de photographies aériennes annexes.

Tableau 2.3. Une description multi-niveaux des espaces bâtis dans la nomenclature CORINE Land cover

Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
1. Territoires artificialisés	1.1. Zones urbanisées	1.1.1. Tissu urbain continu 1.1.2. Tissu urbain discontinu
	1.2. Zones industrielles ou commerciales et réseaux de communication	1.2.1. Zones industrielles et commerciales 1.2.2. Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés 1.2.3. Zones portuaires 1.2.4. Aéroports
	1.3. Mines, décharges et chantiers	1.3.1. Extraction de matériaux 1.3.2. Décharges 1.3.3. Chantiers
	1.4. Espaces verts artificialisés, non agricoles	1.4.1. Espaces verts urbains 1.4.2. Equipements sportifs et de loisirs

Source : CE, 1993

On se doit d’apporter quelques précisions sur les critères d’affectation des zones à ces catégories si l’on veut mieux saisir ce que recouvre la notion de « terrain artificialisé » reprise dans la nomenclature CORINE et associée à certains modes d’occupation du sol (CE, 1993).

Les zones « urbanisées », au sens strict de la nomenclature, sont identifiées en fonction de leur aspect physique, puisqu’il s’agit de surfaces artificiellement recouvertes, et en fonction

de leur degré d'emprise au sol. Au niveau le plus fin de la nomenclature, les zones urbanisées sont elles-mêmes subdivisées en tissus urbains continus et discontinus selon le taux de recouvrement des surfaces et selon le caractère plus ou moins homogène de l'occupation du sol. En revanche, les zones résidentielles ne peuvent être distinguées du reste des espaces bâtis pour ce niveau de résolution. Le **tissu urbain continu** correspond aux surfaces artificiellement recouvertes, bâtiments et voirie, qui représentent plus de 80% de la superficie de l'unité spatiale identifiée. Les zones de végétation autres que linéaires y sont très rares. Dans l'image CORINE Land cover, cette classe renvoie généralement aux centres historiques des agglomérations, à quelques exceptions près. Tout le tissu urbain, ou presque, des agglomérations néerlandaises est par exemple associé à cette catégorie. La définition du **tissu urbain discontinu** est plus complexe. Elle correspond aux bâtiments, à la voirie et aux surfaces artificiellement recouvertes qui représentent entre 50 et 80% de la superficie totale de l'unité. A la différence de la catégorie précédente, elle inclut les parcs et les jardins de moins de 25 ha (auquel cas ces zones de végétation sont individualisées dans la catégorie des espaces verts urbains). Cette classe comprend donc à la fois les zones de proche banlieue et l'habitat périurbain plus éloigné, ainsi que la plupart des petites agglomérations en zone rurale. Les structures mixtes mêlant zones bâties et surfaces cultivées ne sont classées dans la catégorie des tissus urbains discontinus que si au moins 30% de la surface de l'unité spatiale identifiée est composée de surfaces bâties. Dans le cas contraire, ces zones sont classées dans la catégorie des « systèmes cultureux et parcellaires complexes ».

En dehors des « zones urbanisées », qui correspondent en grande partie aux zones d'habitat, les autres catégories intègrent tous les types d'équipements urbains, des stades aux aéroports, en passant par les grands échangeurs autoroutiers. On doit porter une attention plus particulière à la classe des **zones industrielles et commerciales**, qui renvoie comme les « zones urbanisées » à des zones où les surfaces minérales sont dominantes, et a été, comme nous l'avons vu, essentiellement identifiée à partir de photographies aériennes et de cartes topographiques. Ces zones sont en effet susceptibles d'occuper d'importantes surfaces en périphérie urbaine, d'autant plus qu'y sont associés les hôpitaux, les bases militaires, et les sites universitaires dont l'emprise spatiale n'est pas négligeable à l'échelle de l'agglomération.

Le terme « artificialisé » est donc ici employé dans un sens bien différent de celui des géographes, qui soulignent à travers lui l'importance de l'action humaine dans la transformation des milieux, qu'il soient urbains ou ruraux. Dans l'image CORINE, la notion d'artificialisation est plus restrictive puisqu'elle s'oppose aux terres agricoles ou forestières où domine l'élément végétal, qu'il soit « naturel » ou cultivé. Cette acception correspondrait assez bien, dans le « système spatial » décrit par P. Pinchemel, à la fonction « d'habitat » au sens large, à laquelle sont associées les voies d'accès et les zones d'entité (Pinchemel, Pincherel, 1988). Ainsi, même si dans le détail, toutes les catégories des « zones artificialisées » de la nomenclature CORINE ne sont pas « artificiellement recouvertes » ou ne correspondent pas à des surfaces minérales, on peut choisir par commodité de les assimiler à la notion d'« espace bâti » au sens large, qui présente l'avantage d'associer dans une même catégorie des zones occupées par différentes activités de type urbain.

2.2.3. Une échelle de pertinence spécifique

Le niveau de détail retenu pour représenter les modes d'occupation du sol traduit bien l'exigence de comparaison à petite échelle qui a été fixée par la Commission européenne lorsqu'elle a engagé ce programme. Il dépend par ailleurs des contraintes matérielles, logistiques et budgétaires engendrées par la couverture d'une vaste zone géographique, dont une mise à jour décennale est envisagée (CE, 1993). Nous avons déjà eu l'occasion de souligner que la résolution de l'image CORINE dépendait de la taille minimale des unités spatiales identifiées. Ce critère ne doit toutefois pas être seul pris en compte car de manière plus générale, le niveau de détail de la représentation du bâti est lié à une série de choix méthodologiques et techniques qui interviennent à différents moments de la production de l'image (**Tableau 2.4**) :

- L'échelle cartographique à partir de laquelle les images satellitaires ont été interprétées et les zones d'occupation du sol identifiées est le 1/100 000^e, cette échelle étant considérée par l'Agence Européenne de l'Environnement comme celle de la gestion nationale et de l'identification des principales zones à problèmes (CE, 1993). Elle autorise une marge de précision de l'ordre de 100 m dans la localisation des phénomènes.
- Cette échelle est cohérente avec la précision des capteurs des satellites qui sont à l'origine des images. Ces dernières ont en effet été produites à partir de capteurs Spot XS et Landsat

MSS de première génération, dotés de résolutions de respectivement 20 m x 20 m et 60 m x 80 m. Cet ordre de grandeur permet de distinguer la localisation et la géométrie des grandes infrastructures (aéroports, centres villes, banlieues, complexes commerciaux, sportifs et industriels, perceptibles pour des capteurs de 20 à 30 m de résolution), sans que les rues ni les bâtiments, visibles pour des capteurs de 10 à 20 m de résolution, ne puissent être différenciés.

La taille minimale des zones homogènes d’occupation du sol individualisées au moment de l’interprétation a été fixée à 25 ha, soit la surface réelle d’une zone carrée de 500 m de côté ou bien, sur une carte au 1/100 000^e, un carré de 5 mm de côté²³. En théorie donc, lorsque l’étendue d’une zone homogène de bâti est inférieure à 25 ha, cette zone est associée à une autre classe, définie dans la nomenclature comme mixte ou composite. Ce critère a toutefois été appliqué avec une certaine souplesse puisque pour le bâti, des zones de moins de 25 ha ont pu être saisies ; en France, par exemple, la résolution minimale des espaces artificialisés a varié entre 15 et 25 ha (CERTU, 1997). Elle aurait par ailleurs été réduite à 15 ha en Belgique.

Au cours de la même phase d’interprétation, ce seuil de 25 ha a été assorti d’autres critères qui prennent en compte la largeur minimale des objets identifiés : les formes d’urbanisation linéaire classées dans la catégorie des tissus urbains continus n’ont été représentées que si la largeur des constructions de part et d’autre de la route était supérieure ou égale à 75m. Les réseaux routiers et ferroviaires n’ont été individualisés que si, en plus d’occuper une superficie supérieure à 25 ha, ils faisaient plus de 100 m de large. Dans ces conditions, seuls apparaissent à l’image les grands échangeurs autoroutiers et les grandes gares de triage.

²³ A titre de comparaison, on peut faire référence au programme MOLAND (MONitoring LAnd-cover use Dynamics) de la Commission européenne, qui a représenté l’occupation du sol d’une vingtaine de villes européennes à partir d’images satellitaires de haute résolution, en reprenant la nomenclature de CORINE Land cover : cette base s’oriente plus précisément vers une étude d’échelle intra-urbaine en représentant les surfaces artificialisées à partir d’une résolution minimale de 1 ha (AEE, 2001).

**Tableau 2.4. Les déterminants de la résolution spatiale
de l'image CORINE Land cover**

Etapes de l'élaboration de l'image CORINE	Paramètres	Résolution correspondante
Production des images satellitaires	Résolution minimale des capteurs des satellites	20 m x 20 m pour Spot XS 60 m x 80 m pour Landsat MSS
Interprétation des images satellitaires	Echelle de représentation des images satellitaires soumises à l'interprétation Taille minimale des zones homogènes d'occupation du sol identifiées (polygones) Largeur minimale des éléments linéaires identifiés	1/100 000 ^e , soit environ 100 m de résolution minimale 25 ha 100 m
Diffusion de l'image CORINE	Pas du pixel de l'image raster créée à partir du format vectoriel de CLC	100 m ou 250 m, selon les versions

Source : CE, 1993.

- On retiendra enfin que la conversion du format vectoriel de l'image interprétée au format raster, de 100 ou 250 m de résolution, s'accompagne aussi d'une perte de résolution et d'une certaine marge d'imprécision quant à l'appréciation des étendues occupées par tel ou tel type d'occupation du sol²⁴.

Du fait de ce niveau de résolution et des critères retenus pour définir la classe des « tissus urbains discontinus », les superficies bâties représentées dans l'image CORINE sont bien entendu sous-estimées par rapport à la réalité. Ce degré de sous-estimation dépend certes de la taille des unités considérées, mais aussi du type de peuplement de la zone interprétée. Les surfaces bâties ont en effet d'autant moins de chances d'être représentées sur l'image classée qu'elles s'inscrivent dans des espaces de faible densité ou dans des zones de peuplement discontinu, à moins que le caractère dispersé du peuplement ne soit associé à des densités

²⁴ Cette conversion suppose en effet de réaffecter les différents modes d'occupation du sol délimités à l'intérieur de polygones à une grille de pixels superposée à l'image : si à un pixel correspondent plusieurs modes d'occupation du sol, c'est le type dominant, en termes de superficie, qui lui a été affecté (CE, 1993).

d'habitat relativement fortes. On doit également s'attendre à la sous-représentation des éléments linéaires et à celle des grandes infrastructures liées à l'urbanisation. De fait, l'image CORINE Land cover reste particulièrement adaptée à une analyse du fait urbain à l'échelle de la tache urbaine ou à petite échelle.

2.3. La fiabilité de la représentation des espaces bâtis

L'image CORINE, avant sa diffusion, a fait l'objet d'une validation « interne », menée principalement à partir de photographies aériennes différentes de celles utilisées pour la phase d'interprétation (CE, 1993). En raison de l'étendue couverte, les vérifications sur le terrain n'ont pu être faites qu'en cas de besoins impératifs (CERTU, 1997). Par ailleurs, compte tenu de l'ampleur de l'entreprise et de son caractère inédit, on dispose de peu de retours *a posteriori* sur la fiabilité de l'information représentée, et notamment sur celle des espaces bâtis. On peut néanmoins donner un aperçu des résultats de la confrontation de l'image CORINE avec d'autres images d'occupation du sol ou avec d'autres bases de données statistiques.

2.3.1. La confrontation avec d'autres bases sur les modes d'occupation du sol

Des études partielles ont pu être conduites pour tester la cohérence entre CORINE Land cover et d'autres bases de données image portant sur les modes d'occupation du sol, à différentes échelles. En France, une extraction de CORINE Land cover a ainsi été confrontée à la BD Carto de l'IGN, à partir d'une version de même résolution, sur quelques zones tests (CERTU, 1997). En dehors des décalages géométriques relevés entre les deux bases, les décalages thématiques ont fait l'objet d'interprétations diverses, allant d'un problème de décalage temporel des clichés satellitaires dont sont issues les deux bases, jusqu'aux erreurs d'interprétation dans les milieux composites les plus difficiles à classer, tels les « systèmes culturels et parcellaires complexes ». De manière plus ponctuelle, l'image CORINE a été confrontée à une image des modes d'occupation des sols dans la province d'Arezzo, qui avait été interprétée au 1/25 000^e par l'Institut des statistiques nationales italien ISTAT, à partir de la nomenclature de CORINE (Gallego, 2001). Les résultats de cette confrontation avec une image plus précise vont dans le sens d'une validation de l'image CORINE, les principaux écarts observés étant avant tout imputés à la différence de résolution spatiale entre les deux bases. On peut mentionner, en marge, l'existence d'études qui, pour d'autres modes d'occupation du sol, déplorent l'absence de nuances dans la nomenclature CORINE, par

exemple entre plusieurs types de couvertures végétales (Martin de Santa Ollala Manas *et al.*, 2002). Ces critiques soulignent combien il est difficile de faire la part des lacunes de CORINE et de la difficulté d’envisager de retrouver à cette échelle le niveau de détail propre aux images de résolution plus fine.

2.3.2. La confrontation avec d’autres bases de données statistiques

Le repérage d’erreurs ponctuelles et de certaines limites à l’entreprise d’harmonisation apportent des éclairages complémentaires aux conditions d’exploitation de cette base. Des « omissions » d’espaces bâtis ont pu être identifiées à partir de la confrontation exhaustive entre une extraction de l’image CORINE sur les espaces bâtis²⁵ et la carte de la distribution de la population communale (niveau NUTS 5), à la même date (Gallego, 2001). Cette confrontation a montré que plusieurs unités administratives ne présentaient aucun espace bâti alors qu’elles étaient peuplées de plusieurs milliers d’habitants. Parmi les 27 000 unités de cette catégorie, qui représentent environ un tiers de toutes les NUTS 5 intégrées à l’étude, près de 3 000 ont plus de 1 000 habitants. Parmi ces dernières, seules 242 ont entre 3 000 et 5 000 habitants, 63 entre 5 000 et 10 000 habitants, et surtout, 24 ont plus de 10 000 habitants. La localisation des unités appartenant à ces dernières catégories permet de mieux identifier les raisons de l’absence d’espaces bâtis dans ces communes. Dans la plupart des cas, et sans doute dans la grande majorité des unités dont la population est inférieure à 3 000 habitants, l’absence de terrains artificialisés serait associée à la résolution minimale de l’image CORINE. Ces unités montrent parfois une certaine concentration spatiale. Sans préciser le seuil de population « critique » permettant de déceler une anomalie, Gallego relève le cas, par exemple en Galice, de types de peuplement fortement dispersés, combinés à des paysages mixtes complexes. Enfin, cette même confrontation a permis le relevé d’erreurs ponctuelles par la suite corrigées, en identifiant, pour les unités de plus de 10 000 habitants, une erreur de codage commise dans tout le département de la Seine-Saint-Denis.

2.3.3. La question des biais nationaux

On a pu par ailleurs relever l’existence d’artefacts nationaux liés à la procédure d’interprétation des images et aux spécificités du peuplement dans certains pays. Le problème de l’échelle de représentation des espaces bâtis en Belgique reste à ce titre exceptionnel : le

²⁵ Il s’agit de la version raster de CORINE, de 100 m de résolution.

seuil de résolution minimale a en effet été abaissé de 25 ha à 10 ou 15 ha afin que les espaces bâtis ressortent comme suffisamment différenciés du reste du territoire, malgré une emprise au sol très élevée et quasi continue. Ce biais national est assez sensible sur l’image CORINE : on note une discontinuité de part et d’autre des frontières qui souligne la plus grande précision du dessin des taches et des filaments de bâti côté belge. Par ailleurs, dans le détail des tissus urbains continus ou discontinus, la comparaison, d’un pays à l’autre, de l’emprise respective de ces deux catégories d’espaces bâtis révèle d’importants contrastes que ne recouvriraient pas à elles-seules les différences observées dans les structures de peuplement (Gallego, 2001). L’Allemagne s’oppose notamment, avec une forte prédominance des tissus urbains de type discontinu, à la représentation des espaces bâtis aux Pays-Bas, que distingue la forte prédominance de tissus urbains continus.

Dans l’attente de la prochaine version de l’image CORINE, qui devrait permettre une vérification plus approfondie de la fiabilité de la première version, on retiendra de cet aperçu qu’il est pour l’instant difficile de faire la part des omissions et de ce qui tient à la résolution propre de l’image. L’ordre de grandeur de cette marge d’imprécision, en tout cas, peut être estimé à partir des résolutions retenues pour l’interprétation des images satellitaires. Ce faisant, les réserves exprimées restent mineures par rapport au caractère inédit et à l’étendue couverte par CORINE.

3. LA CREATION D’UN SYSTEME D’INFORMATION GEOGRAPHIQUE EUROPEEN

Les efforts engagés par les institutions de l’Union Européenne pour mener à bien le projet INSPIRE²⁶ témoignent de toute l’importance accordée non seulement à la fourniture d’informations harmonisées à l’échelle européenne, mais aussi au croisement de données aussi diverses que les données administratives, topographiques, statistiques, ou morphologiques, au sein d’un système d’information géographique cohérent. L’intégration dans un tel système de bases dérivées de l’interprétation d’images satellitaires, telle CORINE Land cover, est souvent présentée comme un avantage majeur de ce type de source (CE, 1993). On voit bien, dans notre cas, tout l’intérêt que l’on peut tirer d’un tel croisement à l’échelle européenne pour caractériser, par exemple, l’extension des superficies bâties dans un

²⁶ Infrastructure for SPatial InfoRmation in Europe.

périmètre d'agglomération défini à partir des limites administratives, ou bien encore les densités de population rapportées aux surfaces bâties.

Cependant, la superposition de différentes bases à cette échelle nous a demandé un lourd travail de préparation et d'ajustement, et ce même lorsque ces bases étaient *a priori* compatibles entre elles. C'est pourquoi, avant de présenter l'échantillon des villes sur lequel se fonde notre recherche, nous avons souhaité mettre en lumière les difficultés et les enjeux soulevés par le croisement des trois types d'informations nécessaires à la mise en œuvre de cette comparaison :

- L'image des surfaces bâties, extraite de l'image CORINE Land cover, dans sa version raster de 250 m de résolution (1990).
- Les données de population à l'échelon local (niveau NUTS 5), extraites de la base de données socio-démographiques SIRE²⁷, créée par Eurostat (1990).
- Le fond cartographique des unités administratives élémentaires (NUTS 5), extrait de la base SABE²⁸ produite par Megrin (1991).

Le couplage de ces trois bases doit définir un système d'information géographique européen correspondant plus ou moins à l'année 1990, les dates des deux bases démographiques et administratives ayant été alignées sur la date de la seule version de l'image CORINE Land cover existant à ce jour.

3.1. De lourds ajustements préalables au croisement des données

La constitution d'un système d'information géographique harmonisé à partir de ces trois bases (**Figure 2.6**) a nécessité d'importants ajustements préalables, relatifs d'une part à la jointure entre les données statistiques et le fond cartographique des unités administratives, d'autre part à la superposition de ce même fond avec l'image des modes d'occupation du sol.

3.1.1. Les aléas de la correspondance entre le fond administratif et les données statistiques

Les bases SIRE et SABE sont deux bases de données de dimension européenne : la base SIRE, créée par Eurostat, contient des données socio-économiques élémentaires, à tous les

²⁷ Système d'Information infra-Régional Européen

échelons administratifs des NUTS. Ces données sont issues du rassemblement de bases nationales, produites par les instituts statistiques des Etats de l'Union européenne. La base SABE, créée par la société Megrin²⁹, est une base de données cartographique qui rassemble également les fonds administratifs de plus de vingt Etats européens. De plus en plus considéré comme la source officielle de représentation des limites administratives en Europe, ce fond a ceci de particulier que sa géométrie a été harmonisée à l'échelle européenne : il peut donc être projeté à cette échelle sans jointure visible, c'est-à-dire sans chevauchement ou décalage entre les frontières des Etats, d'une couverture nationale à une autre. De plus, chaque unité territoriale du fond est décrite par un code unique, construit de telle sorte qu'il est possible de reconstituer les niveaux supérieurs des NUTS par agrégation des niveaux inférieurs, depuis la maille la plus fine des communes.

Bien que décrivant les mêmes unités administratives, ces deux bases ont nécessité un important travail de mise en correspondance avant de pouvoir être correctement superposées. En effet, le code permettant d'identifier chaque unité NUTS 5 n'est pas le même d'une base à l'autre, et aucune « clé » ne permet de passer facilement du code « statistique » au code « cartographique » de la même unité administrative. La correspondance entre les deux codes peut en théorie être retrouvée à l'aide d'une table de correspondance créée par Eurostat, qui précise l'équivalence entre le code « cartographique » et le code « statistique » d'une même unité NUTS 5 (Eurostat, 1998). Cependant, ce dictionnaire comporte dans son format d'origine un grand nombre d'erreurs qui hypothèquent lourdement la représentation complète des données au niveau local des NUTS 5³⁰. A l'issue d'un indispensable travail de correction³¹, ces correspondances ont pu être rétablies pour la grande majorité des unités locales, à l'exception de celles situées dans les limites de l'ex-RDA (où le profond remaniement du maillage administratif, après la réunification, a particulièrement compliqué la donne), en Irlande et dans une partie non négligeable du Royaume-Uni (Ecosse et Ulster pour l'essentiel) (**Annexe 2.1**).

²⁸ « Seamless Administrative Boundaries of Europe », ou encore : Limites administratives européennes jointives.

²⁹ Devenue depuis la société EuroGeographics.

³⁰ Ce problème de correspondance se rencontre à plusieurs échelons territoriaux, des NUTS 2 aux NUTS 5, mais c'est à l'échelon local qu'il demande le plus lourd investissement en matière de correction.

³¹ Ce travail de plusieurs mois a été mené en collaboration avec Eugénie Dumas et Hélène Mathian, respectivement Ingénieur cartographe et Ingénieur statisticienne à l'UMR Géographie-cités.

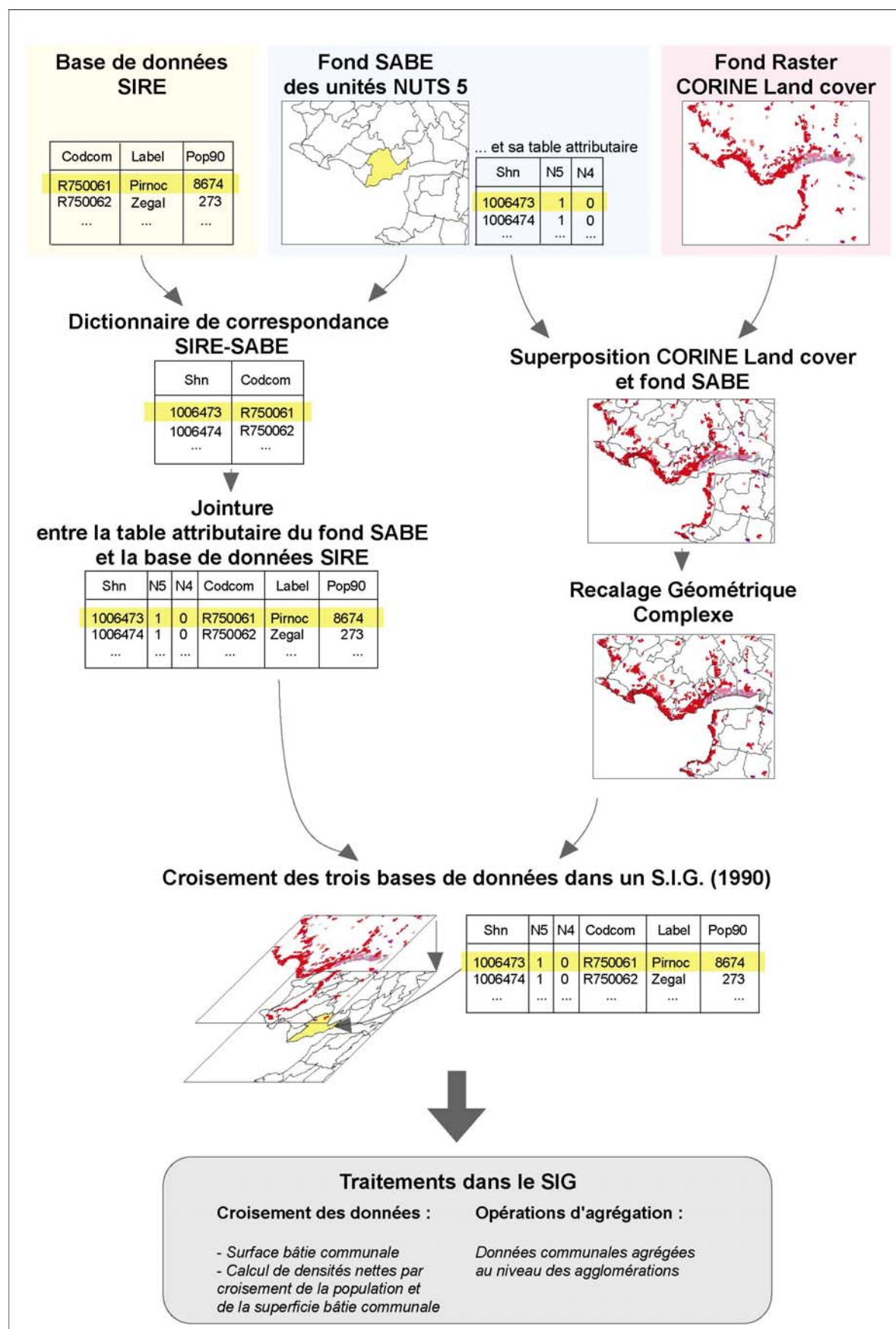
3.1.2. Un recalage complexe entre le fond administratif et l'image CORINE Land cover

Un problème comparable d'ajustement a été rencontré pour le calage géométrique du fond cartographique SABE et de l'image CORINE Land cover. Toutes deux spécifiées dans le même système de projection³², ces deux bases sont *a priori* compatibles. Cependant, leur couplage laisse apparaître un décalage géométrique qui, s'il est peu perceptible à petite échelle, s'avère très visible à grande échelle, notamment au niveau des littoraux où de nombreux pixels de bâti « tombent dans l'eau », à souvent plus d'un kilomètre du trait de côte. Ce décalage est d'autant plus difficile à rectifier qu'il n'est pas uniforme, variant à la fois en ampleur et en direction : l'image CORINE apparaît par exemple décalée de plus d'un kilomètre vers le nord-ouest en Bretagne, plus d'un kilomètre et demi vers le sud-ouest en Galice, plus d'un kilomètre vers le nord sur le littoral allemand de la mer du Nord, tandis qu'elle est très bien calée au fond SABE sur la côte ligure³³. Nous avons donc dû au préalable recalculer l'image CORINE Land cover en fonction des contours du fond administratif, à partir d'une transformation non linéaire et à l'aide d'une centaine de points de contrôle. Plusieurs essais ont été nécessaires avant de parvenir à une transformation qui, sans déformer outre mesure l'image CORINE, devait permettre de réduire l'écart moyen observé sur les points d'ancrage à un écart inférieur à la résolution du pixel de l'image (**Annexe 2.2**).

³² Les deux bases sont projetées en Lambert Equal Area Azimuthal, avec les mêmes références (méridien central= 9 ; latitude de référence= 48).

³³ L'origine de ces écarts peut être multiple. Entre autres hypothèses, on peut faire allusion à l'échelle variable des sources à partir desquelles les deux bases ont été élaborées (allant du 1/500 000^e au 1/1 000 000^e pour le fond SABE, au 1/100 000^e pour CORINE -et au 1/250 000^e pour une partie du Royaume-Uni-). On peut par ailleurs supposer que la transformation des coordonnées géographiques en coordonnées cartographiques a accentué certains décalages, d'autant plus que les projections originales des images sur lesquelles s'appuie CORINE sont différentes d'un pays à l'autre.

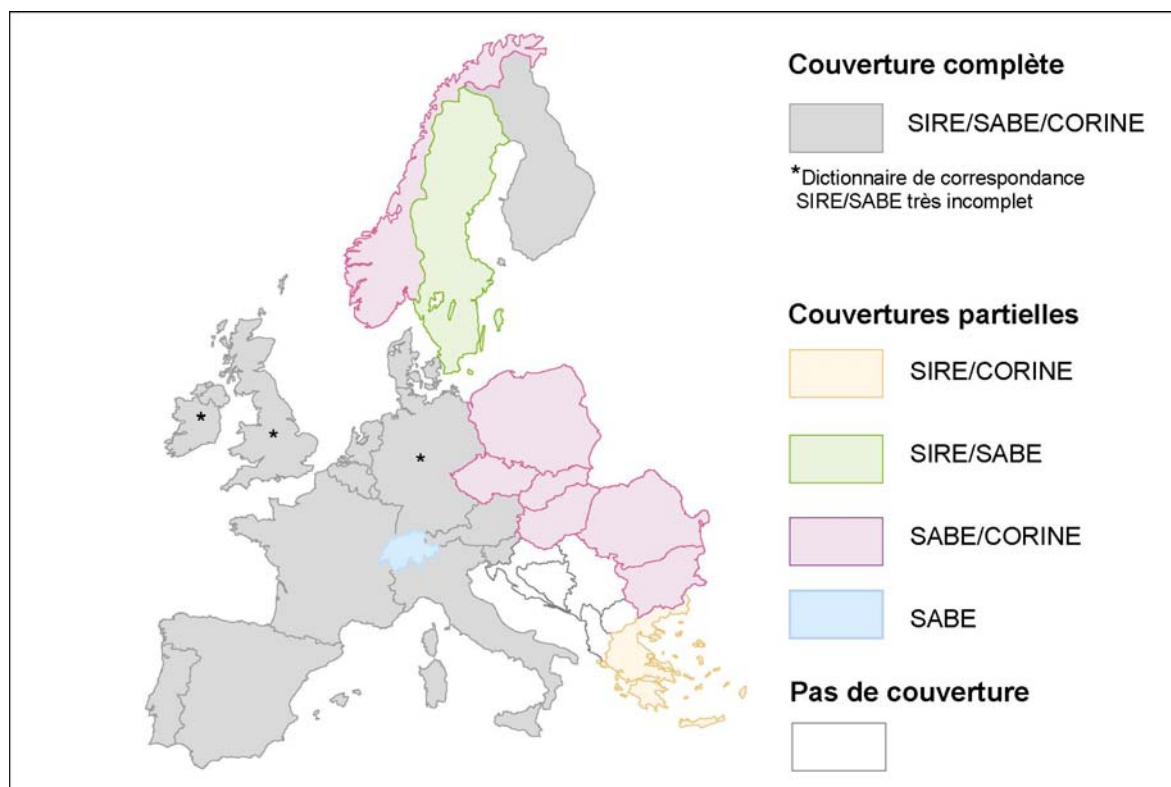
Figure 2.6. Les étapes préalables au couplage des bases CORINE, SIRE et SAGE



3.1.3. L'état de la coïncidence spatiale et temporelle des bases de données

Même si nous ne choisissons pas de travailler sur l'ensemble de ces pays dans le cadre précis de notre recherche, il est important de présenter l'état de la couverture géographique obtenue dans le système d'information géographique ainsi créé. Les trois bases de données en question offrent une couverture commune très importante, à quelques exceptions près (**Figure 2.7**) : leur intersection recouvre 13 des Etats de l'Union européenne ; elle n'est incomplète que pour la Grèce, dont il n'existe pas de fond dans la base SABE91, et pour la Suède, dont l'intégration dans l'image CORINE n'est envisagée que pour la prochaine version de cette image (CLC2000). En Europe occidentale, c'est pour la Suisse que cette couverture présente le plus de lacunes, mais il est possible d'avoir accès aux données de population via l'Office fédéral de la statistique (OFS). De plus, cet institut et l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), se sont appuyés sur les statistiques nationales de l'occupation des sols (1979-1985) pour créer une base de données cartographique en 13 classes, compatible avec le deuxième niveau de la nomenclature de CORINE. On peut donc s'attendre à ce que cette information soit diffusée plus largement lors de la prochaine version de l'image.

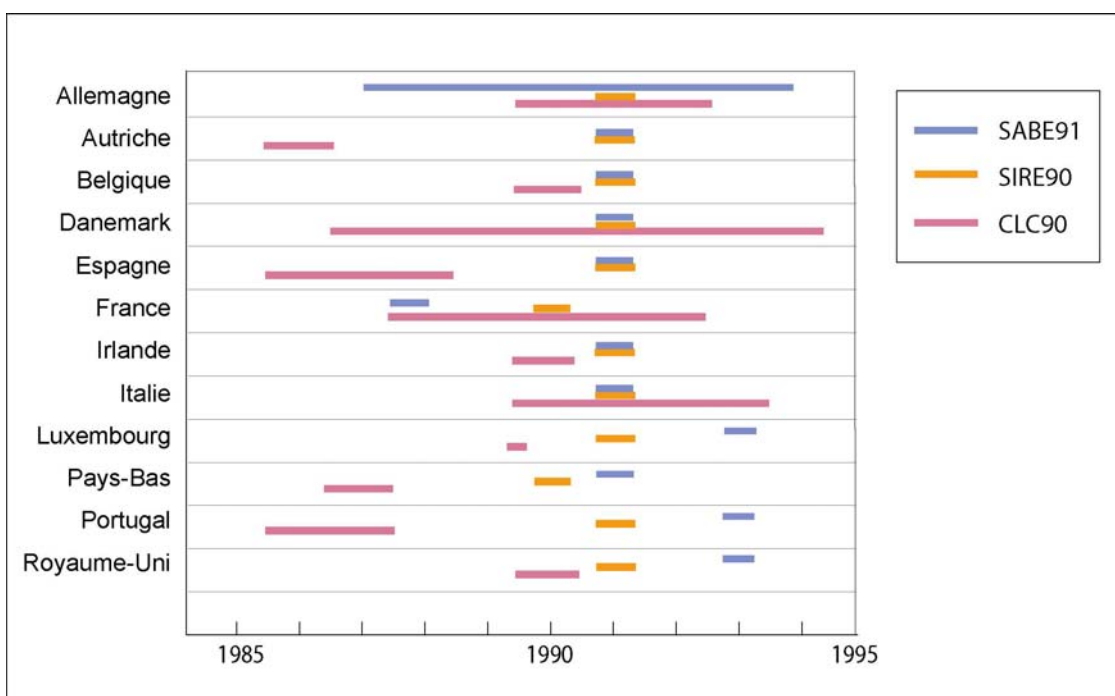
Figure 2.7. L'état de la couverture des pays européens par les bases CORINE, SIRE et SABE (vers 1990)



Sources : AEE (1996), Eurostat (1990), Megrin (1991)

On mentionnera, enfin, qu'une telle entreprise s'accompagne d'approximations relatives à l'harmonisation temporelle des bases de données pour 1990. En effet, l'éventail temporel des sources nécessaires à l'élaboration des différentes bases, clichés satellitaires pour CORINE, recensements de population pour SIRE, mises à jour nationales des fonds administratifs pour SABE, est d'autant plus important que le nombre de pays pris en compte est élevé. Il n'est pas étonnant, dans ce cas, de voir que les bases annoncées pour 1990 sont issues de sources dont les dates de réalisation peuvent s'étirer sur plusieurs années. C'est surtout pour la base CORINE Land cover que ces décalages sont les plus importants ; les images satellitaires sélectionnées pour la version de 1990 s'échelonnent selon les pays, et parfois à l'intérieur d'un même pays, entre 1985 et 1994. Nous avons représenté ici un exemple de ces décalages à partir de la situation des 13 pays de l'Union européenne présentant une couverture complète des trois bases de données (**Figure 2.8**).

**Figure 2.8. La cohérence temporelle des sources
dont sont issues les trois bases (1990)**



Sources : AEE (1996), Eurostat (1990), Megrin (1991)

3.2. La définition d’un échantillon de villes européennes

Compte tenu du résultat de ces superpositions et de notre questionnement sur la diversité des formes urbaines en Europe, nous avons sélectionné un large échantillon de villes, dans des pays représentatifs de la diversité des contextes urbains européens, allant des Pays-Bas, de la Belgique, de l’Allemagne et de la France à l’Italie, à l’Espagne et au Portugal. Nous avons retenu dans chacun de ces pays l’ensemble des plus grandes villes, sélectionnées d’après la taille des agglomérations, supérieures à 200 000 habitants en 1990. Pour identifier ces unités, nous nous sommes appuyés sur les délimitations de la base Géopolis (Moriconi-Ebrard, 1994) qui nous ont semblé, pour les raisons déjà mentionnées, présenter une plus forte cohérence que celles proposées dans la base NUREC. L’échantillon de villes ainsi constitué comprend au plus large les 119 agglomérations de plus de 200 000 habitants en 1990, et peut être restreint aux 45 agglomérations de plus de 500 000 habitants pour les analyses les plus lourdes à mettre en œuvre (**Figures 2.9 et 2.10**).

Cette sélection appelle deux remarques. D’une part, sur le croisement des informations contenues dans la base Geopolis avec le système d’information géographique déjà constitué. Nous n’avons retenu de la base Geopolis que l’information sur la composition communale des agglomérations, sans reprendre les données associées à chacune d’entre elles. La cartographie de ces agglomérations, ainsi que la reconstitution de leur population ou de leur superficie, a nécessité la création d’une mise en relation entre la liste des communes correspondant à chaque agglomération dans la base Geopolis, et les unités NUTS 5 du fond cartographique SABE³⁴. Cette correspondance a été effectuée le plus souvent à partir du nom des communes, tout en vérifiant à l’écran la cohérence spatiale des agglomérations ainsi reconstituées. D’autre part, la composition communale des agglomérations britanniques, pourtant présentes dans la base Geopolis, n’était pas disponible dans la base à laquelle nous avons accès, sauf pour les deux plus importantes d’entre elles. Nous avons choisi de ne retenir pour notre échantillon que l’agglomération de Londres, qui constitue un repère important dans la connaissance des modèles de formes urbaines en Europe. Par ailleurs, plusieurs agglomérations d’Allemagne orientale ont pu être reconstituées pas à pas, bien que la

³⁴ Bien que faisant la plupart du temps référence aux mêmes recensements, la population des agglomérations de notre échantillon est donc parfois sensiblement différente de celle donnée par la base Geopolis, qui a été reconstituée à partir des populations communales arrondies au millier. Cet écart explique en partie le fait que certaines agglomérations de la base Geopolis, comme Côme, ne fassent pas partie de notre échantillon, car la somme des populations communales ne dépassait pas le seuil de 200 000 habitants dans notre base.

correspondance entre les délimitations géométriques des unités NUTS 5 et la base SIRE n’ait pas pu être reconstituée dans le dictionnaire de correspondance SIRE/SABE. Nous nous sommes appuyés pour ce faire sur la reconnaissance visuelle des unités NUTS 5 à partir des planches de l’Atlas NUREC qui décrivent ces agglomérations et leur composition communale.

Figure 2.9 : Définition de l'échantillon de villes européennes

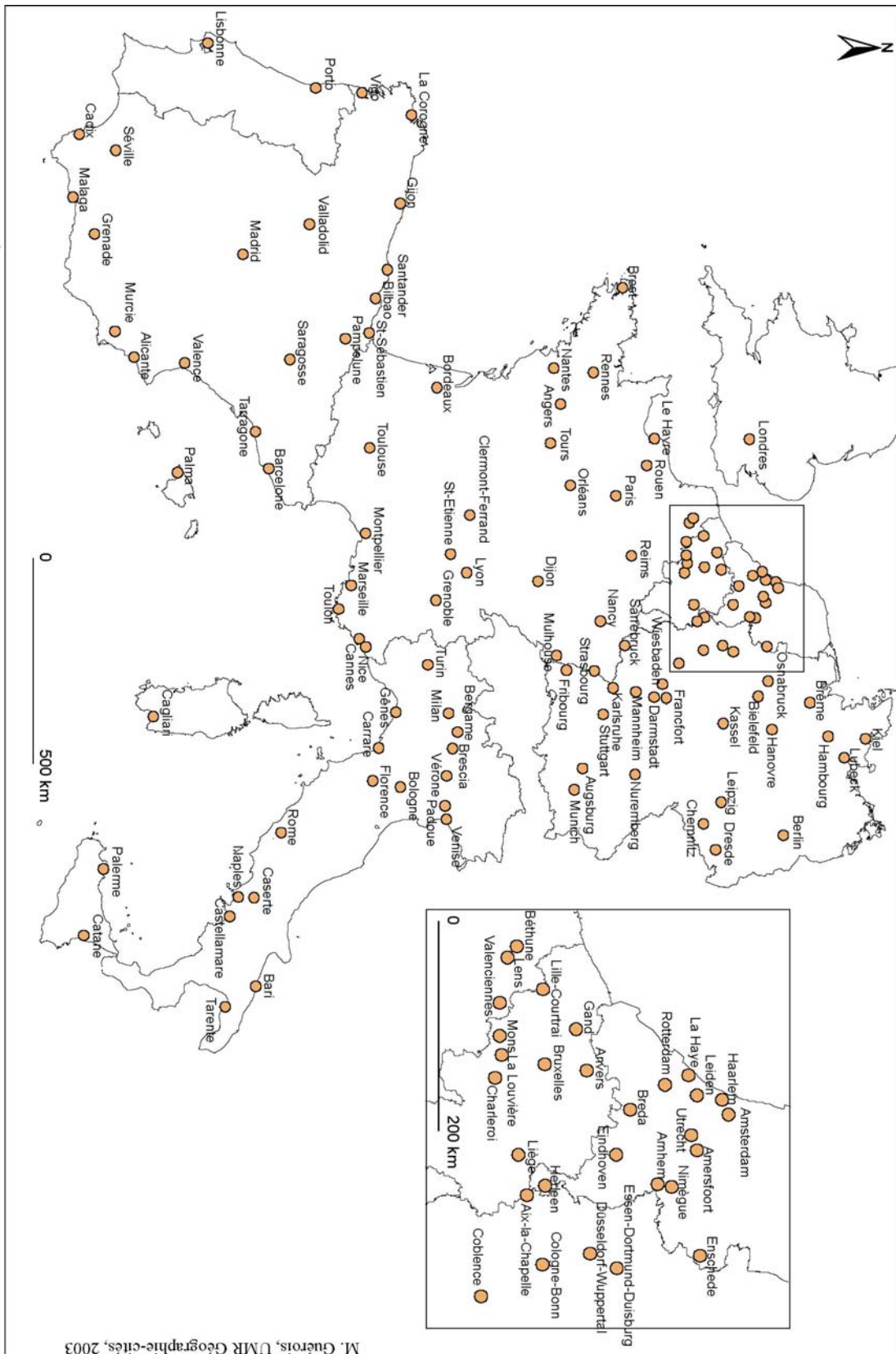
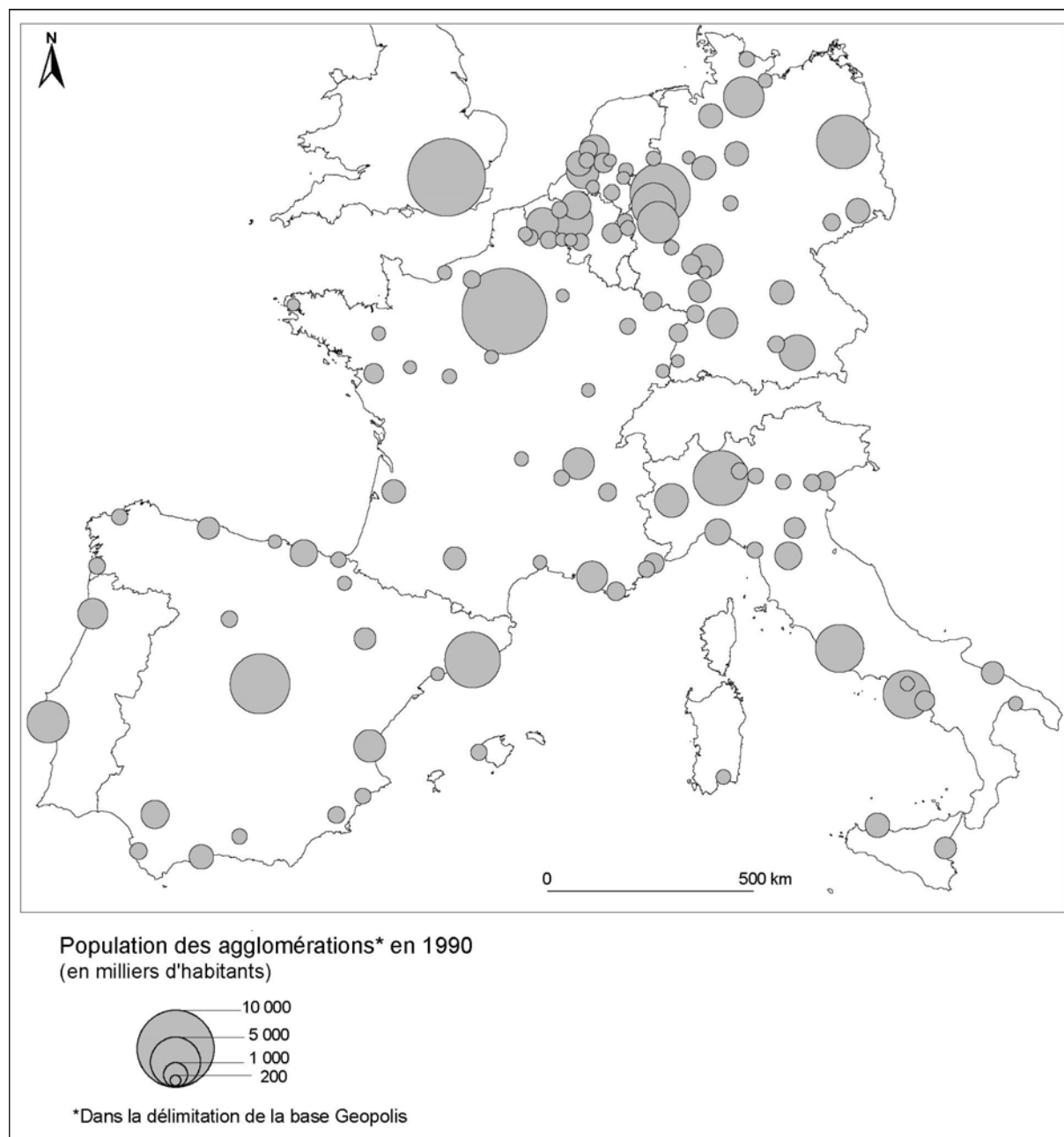


Figure 2.10. La population des villes de l'échantillon, dans la délimitation des agglomérations (1990)



Sources : Eurostat (1990), Megrin (1991), Moriconi-Ebrard (1994)

CONCLUSION

Toute étude comparative des villes à l’échelle européenne se heurte à la question de la définition des villes et de leur délimitation, qui reste d’une très grande complexité. Les bases de données urbaines comparables disponibles sur l’ensemble du continent sont encore inégalement fiables et encore insuffisamment validées. Nous avons montré qu’une image de la configuration des zones bâties, comme celle qu’offre la base CORINE, pouvait aider à comprendre les raisons de certaines marges d’incertitude entre ces bases de données. Un système d’information géographique cohérent, qui associe une représentation des zones bâties à moyenne échelle aux informations statistiques sur les populations rassemblées dans les maillages administratifs, constitue un outil indispensable pour avancer dans la production de cet instrument de connaissance, dont la mise au point est attendue depuis très longtemps, tant par les scientifiques que par les acteurs travaillant sur les questions urbaines en Europe.

La confrontation des travaux antérieurs l’a bien montré, il ne s’agit pas d’enfermer dans une unique définition et une seule délimitation des entités urbaines aux formes mouvantes, traduisant des réalités complexes. Mais pour chacune des notions clés habituellement invoquées - zone centrale des villes, agglomération, aire urbanisée, conurbations... -, il devrait être possible de progresser dans la mise en œuvre de méthodologies reproductibles, qui autorisent la comparabilité des résultats. A cet égard, l’introduction des données de CORINE dans un SIG permet de jouer avec une grande souplesse dans la définition des multiples cadres spatiaux requis pour encadrer les formes urbaines dans leur diversité.

La question de la délimitation est évidemment fondamentale lorsqu’il s’agit d’analyser les formes. Nous allons analyser quelques unes des contributions possibles de notre SIG à la mesure de l’emprise spatiale des agglomérations, à la comparaison des tâches urbaines et plus généralement, à la description de la plus ou moins forte compacité bâtie des aires urbanisées.

CHAPITRE 3

L'EMPRISE SPATIALE DES AGGLOMERATIONS EUROPEENNES

La notion de compacité est souvent évoquée à propos des villes européennes, mais, faute de source adéquate, il est rarement fait état de mesures comparables des surfaces qu'elles occupent effectivement et des variations de leur consommation d'espace. Tous les auteurs s'accordent à dire que celle-ci a considérablement augmenté au cours des trente dernières années, mais les chiffrages demeurent inscrits dans des cadres locaux ou nationaux et ne permettent pas la comparaison. La source CORINE paraît à cet égard introduire une véritable nouveauté. Nous l'utiliserons dans un premier temps pour décrire la forme des agglomérations à travers la notion d'emprise spatiale, entendue à la fois comme l'étendue occupée par les villes et comme leur intensité d'occupation du sol. Les variables de superficie et de densité moyenne de population sont en effet des attributs essentiels des agglomérations, non seulement parce qu'elles offrent l'image la plus immédiate de leur assise territoriale, de la manière dont, localement, elles occupent l'espace, mais aussi parce qu'elles synthétisent plusieurs aspects de leur rayonnement et de leur attractivité.

L'étendue des agglomérations exprime de manière immédiate et élémentaire le degré d'étalement ou de compacité de l'entité urbaine, tel qu'il peut être apprécié « vu du ciel ». Cet indicateur absolu d'étalement ou de compacité, en donnant la mesure de l'étendue de leur empreinte matérielle, reflète ainsi l'état de la consommation de l'espace par les villes à une date donnée. La surface occupée est un indicateur « écologique » de la charge qu'une ville fait porter sur son environnement, elle est le plus souvent évaluée aussi en fonction de la population qui y est concentrée. La densité moyenne de population peut alors être considérée comme un indicateur de l'emprise spatiale relative des villes, dans la mesure où elle offre une image synthétique de la plus ou moins forte concentration des populations et représente à l'inverse la quantité d'espace disponible par habitant. L'indicateur de densité est celui auquel

se réfèrent la plupart des écrits sur la ville durable. Néanmoins, cet indicateur doit être présenté avec précaution lorsqu’il est apprécié au niveau agrégé de l’agglomération. Les densités intra-urbaines sont en effet si hétérogènes que le calcul d’une valeur moyenne de densité urbaine ne doit pas être considéré comme inspiré par la recherche d’un indicateur d’homogénéité, mais bien comme une évaluation de la charge spatiale moyenne des agglomérations. Ces mesures moyennes sont des indicateurs qui valent à l’échelle des systèmes de villes, pour des comparaisons inter-urbaines.

On sait que la densité de population des villes s’explique aussi bien par des caractéristiques régionales du peuplement (implantation des villes dans des zones de plus ou moins forte densité) que par la morphologie propre des villes (tissu urbain plus ou moins relâché). Les densités tiennent ainsi lieu de « marqueur » des styles de l’urbanisation. Curieusement, cependant, malgré la pertinence de ces indicateurs pour étudier la forme des villes européennes et en dépit de leur relative simplicité de mise en œuvre à une échelle nationale ou internationale, on a peu de points de repères sur la manière dont ces attributs essentiels caractérisent l’occupation de l’espace par les villes européennes. On se contente le plus souvent de signaler l’originalité de l’urbanisation du continent européen, vu à cette occasion comme un ensemble cohérent, caractérisée non seulement par une morphologie plutôt radio-concentrique mais aussi par des villes aux densités moyennes élevées par rapport à celles des villes américaines, mais moins forte que celles des pays d’Asie. On a là une source d’homogénéité paradoxale, puisque les villes européennes sont moins monogéniques que les villes américaines. Toutefois, c’est précisément cette longue histoire, avec de nombreuses références communes, et ses conséquences sur la morphologie (ancienneté des fondations remontant souvent à l’antiquité romaine, long façonnement au temps de la ville « à pied » et de la ville murée du Moyen-Age, investissements esthétiques et remaniements monumentaux de l’urbanisme de l’âge classique, impact des faubourgs de l’industrie et du chemin de fer formant des villes bien développées avant l’avènement de l’automobile) mais aussi quantité de caractéristiques sociales plus ou moins partagées (signes, symboles, institutions), qui ont produit un « modèle » commun fait d’un ensemble de particularités reconnaissables. Il serait tout aussi fondamental d’analyser les variations de ce modèle à l’intérieur de l’espace européen, non seulement pour poser les bases d’une étude différenciée des formes urbaine européennes, mais aussi pour quantifier la marge de manœuvre dont disposent les villes pour s’étaler, compte tenu de leur taille, de leur appartenance nationale ou régionale et des caractéristiques particulières de leur site.

L’enjeu de ce chapitre est tout autant de faire ressortir ces contrastes d’emprise spatiale à l’échelle européenne que de tester l’apport de CORINE Land cover à l’amélioration d’une telle approche. Il s’ouvre sur la comparaison de deux séries de mesures de l’emprise spatiale des agglomérations, l’une s’appuyant sur la superficie des mailles administratives, l’autre sur celle des espaces bâtis, restitués par l’image CORINE. Cette comparaison est éprouvée pour les agglomérations de plus de 200 000 habitants d’Allemagne, de Belgique, des Pays-Bas, d’Espagne, d’Italie, du Portugal et de France, soit au total 119 agglomérations si l’on intègre l’agglomération de Londres. En quoi ce changement de référence spatiale vient-il modifier les positions relatives des villes sur les échelles de superficie et de densité habituellement établies à l’intérieur de chaque Etat ? En dépit de la grande variété des contextes d’urbanisation locaux, les contrastes d’emprise spatiale observés peuvent-ils être éclairés par un certain nombre de facteurs généraux, qui rendraient compte des différents degrés de compacité d’une région à l’autre et d’un pays à l’autre ?

1. MESURER L’EMPRISE SPATIALE DES AGGLOMERATIONS : SUPERFICIES BATIES ET DENSITES NETTES

La superficie urbaine et la densité de population sont, à l’image de la population, des variables de cadrage qu’il est *a priori* facile de mobiliser dans le cadre de comparaisons urbaines internationales, une fois fixé le choix des délimitations urbaines, et une fois assurée la correspondance entre les unités spatiales et les bases de données. A l’échelon des unités statistiques élémentaires, qui plus est, elles font figure de variables très accessibles en regard des difficultés souvent rencontrées pour rassembler d’autres indicateurs socio-économiques, dont la construction ou les concepts de base peuvent diverger d’un pays à l’autre, et dont la disponibilité n’est pas toujours assurée à ce niveau de détail (Poulain, 1997 ; Cicille, Rozenblat, 2003). Cependant, l’exploitation de ces deux attributs élémentaires mais fondamentaux de l’assise territoriale des villes se heurte à un certain nombre d’obstacles, relatifs aussi bien à la forte hétérogénéité des maillages territoriaux qu’au caractère « faussement simple » de la notion de densité transférée au milieu urbain (Derycke, 1979). Avant d’aller plus loin, nous devons donc insister sur l’apport de l’image CORINE à l’amélioration de ces mesures d’emprise spatiale, tout en mentionnant les limites des indicateurs construits à partir de l’image du bâti restituée par cette base.

1.1. Des indicateurs « nets » pour la comparaison

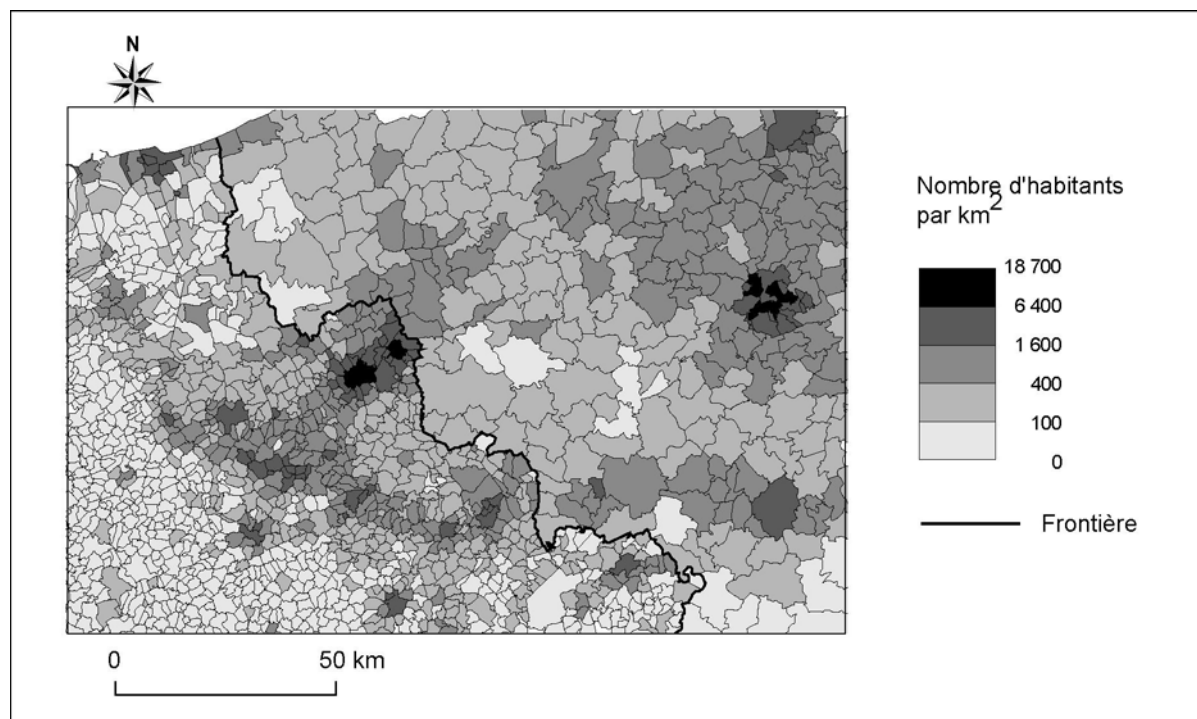
1.1.1. Superficie et densité des agglomérations : des mesures « faussement simples »

- *Les biais liés à l’hétérogénéité des maillages statistiques locaux*

Les mesures de superficie et de densité de population, en général établies à partir de la superficie totale des communes sur lesquelles les villes s’étendent – par addition des superficies communales –, enregistrent de fait la forte hétérogénéité des maillages territoriaux locaux, qui est déjà importante à l’intérieur de certains pays, et se trouve nettement amplifiée lorsque plusieurs pays sont considérés. A l’échelon national, on connaît bien l’hétérogénéité de la trame communale française, réduite dans sa plus simple expression à l’opposition entre les petites communes du nord-est et les grandes communes de l’ouest et du sud-ouest, mais qui a pu faire l’objet d’explorations beaucoup plus fines (Delamarre, Durand-Dastès, 1984).

Cette hétérogénéité reste néanmoins relativement faible par rapport aux différenciations régionales caractérisant la trame communale d'autres pays, entre le nord et le sud de l'Italie par exemple. A une échelle européenne, il est d'autant plus justifié de s'appuyer sur les surfaces « réellement » urbanisées que la taille moyenne des NUTS 5, territoires des municipalités ou unités locales, est très variable d'un pays à l'autre. Les études transfrontalières notamment sont souvent limitées par ce biais statistique et visuel, comme l'illustre l'exemple très frappant de l'espace transfrontalier franco-belge (**Figure 3.1**) : dans les limites de l'espace représenté, les densités ressortent comme plus détaillées et plus contrastées du côté français en raison de la superficie beaucoup plus réduite des communes françaises par rapport aux communes belges (en moyenne 8 km² contre 46 km²) (Dumas, Guérois, 2001). La question des biais introduits par l'hétérogénéité de la trame administrative locale, qui a pu être traitée à partir d'autres variables comme la variation de population (Grasland, Mathian, Vincent, 2000), rejoint par ailleurs le problème plus généralement identifié dans la littérature anglo-saxonne sous le terme de « Modifiable Area Unit Problem¹ » ou MAUP (Openshaw, 1984).

Figure 3.1. L'influence de la trame communale sur la représentation des densités de population entre France et Belgique (1990)



Sources : Eurostat (1990), Megrin (1991), d'après Dumas, Guérois (2001)

¹ Souvent traduit par « problème des unités aréales modifiables ».

Il importe de souligner par ailleurs que l'incertitude de la mesure de l'emprise physique des villes, liée à l'hétérogénéité des maillages, est amplifiée par la part très fluctuante des espaces non bâtis compris dans les limites des mailles communales : si la superficie des communes urbaines centrales est en effet composée dans sa quasi totalité d'espaces bâtis, la superficie des communes périurbaines intègre souvent une part majoritaire d'espaces non bâtis.

- *La densité nette de population : une même notion pour plusieurs mesures*

Par ailleurs, la densité, transférée au milieu urbain, apparaît comme une notion « faussement simple » (Derycke, 1979), susceptible d'être exprimée à l'aide de plusieurs mesures. De nombreux auteurs, urbanistes et géographes, ont depuis longtemps souhaité approcher de plus près la réalité physique des villes en proposant des indicateurs de « densité nette », qui comparent la population à l'étendue effectivement occupée d'un territoire. Reste à savoir, à ce titre, quel « territoire occupé » et quelle population retenir. Le choix de l'aire de référence et de la population dont on mesure la charge est orienté aussi bien par les enjeux de l'étude (des réglementations urbaines précises à la connaissance plus théorique de l'emprise spatiale des villes), que par l'échelle d'analyse (depuis l'îlot, voire de la parcelle jusqu'à l'agglomération). Il existe de fait plusieurs définitions pertinentes de ces indicateurs « nets ».

Pour ce qui est du « territoire occupé », une première acception de la notion de surface urbanisée fait explicitement référence au biais introduit par la prise en compte de la totalité des superficies communales. Cette surface peut être définie en négatif, par élimination des surfaces correspondant aux terrains considérés comme non bâtis dans la composition des surfaces communales. Dans la définition de la densité nette proposée par V. Fouchier (1998), les populations des communes d'Ile-de-France sont rapportées « aux surfaces urbaines uniquement, excluant au minimum les surfaces agricoles, voire les forêts ou surfaces en eau ». Les « surfaces urbaines », au sens large, semblent correspondre dans ce cas à la catégorie des terrains artificialisés de CORINE, bien que la source utilisée soit en l'occurrence plus précise, et bien que la pertinence de certains postes de cette catégorie puisse être interrogée : on pense par exemple aux chantiers, que l'auteur exclut de sa définition des surfaces urbanisées. Mais la notion de densité nette est souvent interprétée dans un sens plus restrictif. Dans le champ de l'urbanisme, notamment, cette notion peut s'appuyer uniquement, dans le détail des espaces bâtis, sur les surfaces occupées par une affectation précise, se trouvant alors souvent calculée à la parcelle ou à l'îlot. Parfois, l'espace « affecté » exclut les surfaces industrielles et commerciales du calcul. Dans la définition qu'en donne P.H. Derycke (1979), les densités

nettes renvoient aux mesures de superficie qui ne tiennent compte que des superficies résidentielles, en éliminant les terrains réservés aux équipements collectifs. Ainsi, d’une définition à l’autre, la mesure des densités peut varier de manière significative : J.P. Gibbs (1961) considère par exemple que sur l’île de Manhattan, les densités de population varient du simple au double lorsque les surfaces industrielles et commerciales sont exclues des surfaces bâties et sont multipliées par quatre lorsque l’on ne prend plus en compte que les seuls lots résidentiels comme aire de référence.

Le second paramètre susceptible d’influencer la définition de cet indicateur est celui de la nature de la population prise en compte. Le calcul des densités concerne en général les populations au lieu de résidence, mais la dissociation croissante des lieux de résidence et de travail, ainsi que la forte variation des densités selon les moments de la journée, ont pu amener certains auteurs à proposer une définition plus complexe de la charge démographique d’un lieu. Au-delà de la distinction entre des densités « diurnes » (emplois au lieu de travail) et des densités « nocturnes » (population résidente), cette charge démographique a pu être ainsi définie en cumulant la population résidente et le nombre des emplois occupés en un lieu. V. Fouchier (1998) propose ainsi une mesure de « densité humaine nette » qui rapporte le nombre total des habitants et des emplois à la surface des zones urbanisées. Cette combinaison peut être justifiée, entre autres, par l’existence de certains quartiers comme les quartiers d’affaire centraux, dont la population résidente est réduite, mais dont la fréquentation diurne de la population employée s’avère très élevée. Dans d’autres cas, la définition la plus élémentaire de la population a pu être modifiée pour retranscrire la variation de la charge démographique selon les moments de la journée. Dès les années 1970, la notion de « ville épaisse » tentait d’intégrer la variabilité de la densité résidentielle sur une durée de 24 heures, en tenant compte de l’encombrement de l’espace urbain engendré par la congestion du trafic aux heures de pointe (cité par P.H. Derycke, 1979). Plus récemment, la notion de « densités mouvantes » a pu être appliquée à la métropole lilloise pour retranscrire les fluctuations quotidiennes des densités intra-urbaines et composer, en définissant l’attractivité changeante des lieux, un indicateur des besoins de mobilité dans la ville (Mille, 2000).

1.1.2. La construction des indicateurs d’emprise spatiale à partir de l’image CORINE

Nous n’envisageons pas d’atteindre ce degré de sophistication avec les indicateurs d’étendue et de densité créés à partir de l’image CORINE. Etant donné que notre recherche s’inscrit à

l’échelle européenne et privilégie pour l’instant le niveau agrégé des agglomérations, la définition d’indicateurs « nets » est avant tout motivée par la quête de mesures qui se libèrent davantage du cadre des subdivisions territoriales, sans pour autant entrer dans le détail des superficies urbanisées. Nous incluons donc, parmi les surfaces considérées comme urbanisées, l’ensemble des modes d’occupation du sol compris dans la catégorie des « terrains artificialisés » de la nomenclature CORINE : cette définition au sens large comprend non seulement le « tissu urbain », mais aussi les zones plus « fonctionnelles » comme les zones commerciales et industrielles, celles réservées aux équipements de transport et de communication, celles occupées par les espaces verts urbains ou encore celles caractérisées par la présence de mines, décharges et chantiers.

Le fait de rapporter les populations à l’ensemble des terrains artificialisés et non aux seules superficies « résidentielles » se justifie certes, par défaut, par l’absence de ce niveau de détail dans la nomenclature CORINE, mais aussi par la signification que nous attribuons à ces mesures moyennes d’emprise spatiale. Elles s’inscrivent en effet dans une logique d’étalement urbain et de consommation d’espace qui renvoie aussi bien au desserrement des zones résidentielles qu’à celui des zones d’activité et des équipements collectifs. C’est pourquoi elles peuvent, par exemple, intégrer les espaces consacrés aux grands équipements, à l’image des plates-formes aéroportuaires, même si ces équipements occupent parfois une proportion non négligeable des surfaces urbanisées et peuvent de fait influencer sensiblement notre perception de l’emprise spatiale des agglomérations. Pour mieux évaluer l’impact de ce choix, nous avons relevé l’emprise relative de chacun des modes d’occupation du sol dans les limites des agglomérations étudiées en ne commentant dans le détail que les cas les plus atypiques (**Encadré 3.1**). Compte tenu de la taille des agglomérations considérées, il apparaît de toutes façons que le fait d’intégrer à la définition des surfaces urbanisées les catégories les plus contestables comme celle des mines, des chantiers et des décharges, ne pèse pas outre mesure sur la comparaison des ordres de grandeur d’emprise spatiale.

Encadré 3.1 : La composition des surfaces artificialisées dans les agglomérations de plus de 200 000 habitants (1990)

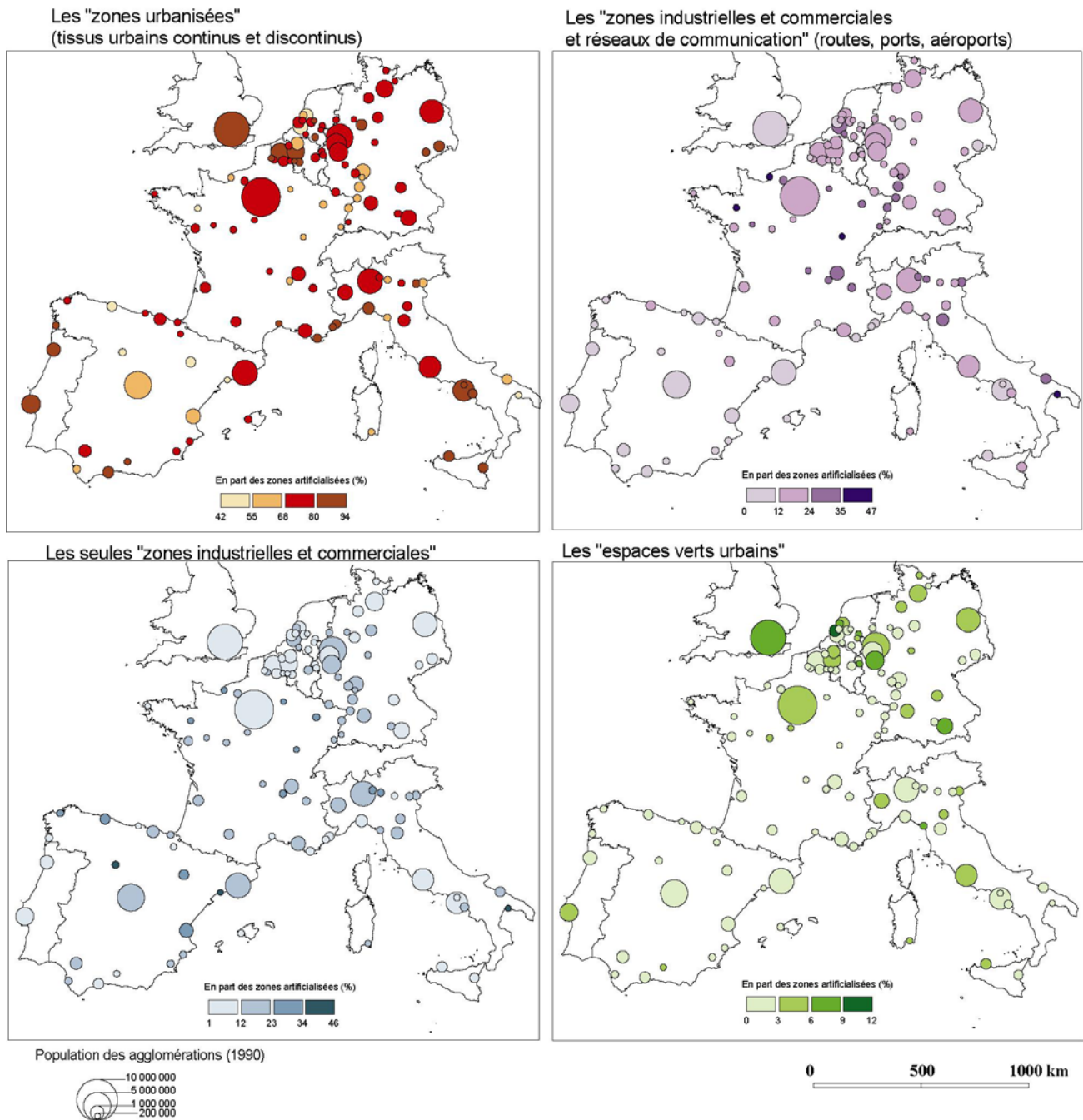
Plusieurs acceptions de la surface urbanisée peuvent être retenues pour évaluer l'étendue des agglomérations à partir de la nomenclature CORINE. Nous avons choisi d'associer à cette mesure l'ensemble des terrains dits « artificialisés », pour les raisons détaillées dans la section 1., tout en restant attentifs à la manière dont la prise en compte de certaines catégories -zones industrielles et commerciales, aéroports, chantiers, décharges, etc.- pouvait influencer la perception des variations inter-urbaines de l'étalement des agglomérations. Le tableau suivant permet de comparer la part moyenne que représente chaque type d'occupation du sol, plus ou moins agrégé, dans la surface occupée par les 45 agglomérations étudiées.

Catégories d'occupation du sol composant les terrains artificialisés dans la nomenclature CLC	Part dans la superficie totale des terrains artificialisés (en %)				
	Moyenne	Médiane	Valeur minimale	Valeur maximale	Coefficient de variation
Zones urbanisées	72,7	73,2	42	93,5	0,1
Tissu urbain continu	17,7	4,9	0	81,5	1,3
Tissu urbain discontinu	55	64,6	0	90,1	0,5
Zones industrielles, commerciales, et réseaux de communication	16,5	15,9	0	46,9	0,5
Zones industrielles et commerciales	15	13,8	1	45,7	0,5
Réseaux routier et ferroviaire	1,6	1,3	0	7	0,9
Zones portuaires	1,1	0,1	0	10,6	1,9
Aéroports	1,9	1,2	0	16,7	1,3
Mines, décharges et chantiers	2,9	2,2	0	11,7	0,9
Extraction de matériaux	1,5	0,8	0	11,7	1,4
Décharges	0,5	0	0	6,4	2,2
Chantiers	1	0,3	0	9,5	1,3
Espaces verts artificialisés, non agricoles	4,8	3,9	0	19,3	0,9
Espaces verts urbains	1,8	1,3	0	11,8	1,1
Equipements sportifs et de loisirs	3	2,2	0	13,8	1

Sources : AEE (1996), Megrin (1991), Moriconi-Ebrard (1994)

Les « zones urbanisées », au sens strict de la nomenclature CORINE, représentent en moyenne près des trois quarts des surfaces artificialisées des agglomérations, suivies par la catégorie des zones industrielles et commerciales (15%). Toutefois, les « tissus urbains » comptent pour parfois moins de la moitié de la superficie bâtie. La plupart du temps, cette faible emprise coïncide avec l'importance relative des zones industrielles et commerciales, qui sont supérieures ou égales au tiers de l'emprise au sol totale à Valladolid (46%), Tarragone (41%), Tarente (39%), Saint-Etienne et Rennes (32%). Elle coïncide parfois avec la forte emprise au sol relative des aéroports (surtout sensible en proportion dans les plus petites agglomérations) : 17% des surfaces bâties à Saragosse, 6% à Amsterdam et Tarragone, ou bien des stades (à Amsterdam, les équipements sportifs et de loisir occupent plus de 13% de la superficie bâtie). A titre d'information, c'est à La Haye (12%), Londres et Munich (7%) que la part des espaces verts urbains est la plus importante, mais il faudrait tenir compte pour être plus précis des espaces boisés situés aux marges ou intégrés aux espaces artificialisés, importants par exemple à Madrid (Retiro) ou à Hanovre. Les catégories d'occupation du sol qui paraissent le moins bien s'intégrer à la définition des zones urbanisées, mines, décharges et chantiers, sont en moyenne négligeables, avec une emprise inférieure à 3% des espaces bâtis, et jamais supérieure à 12%. Dans les cas les plus particuliers, l'extraction de matériaux représente plus de 5% de la superficie bâtie des

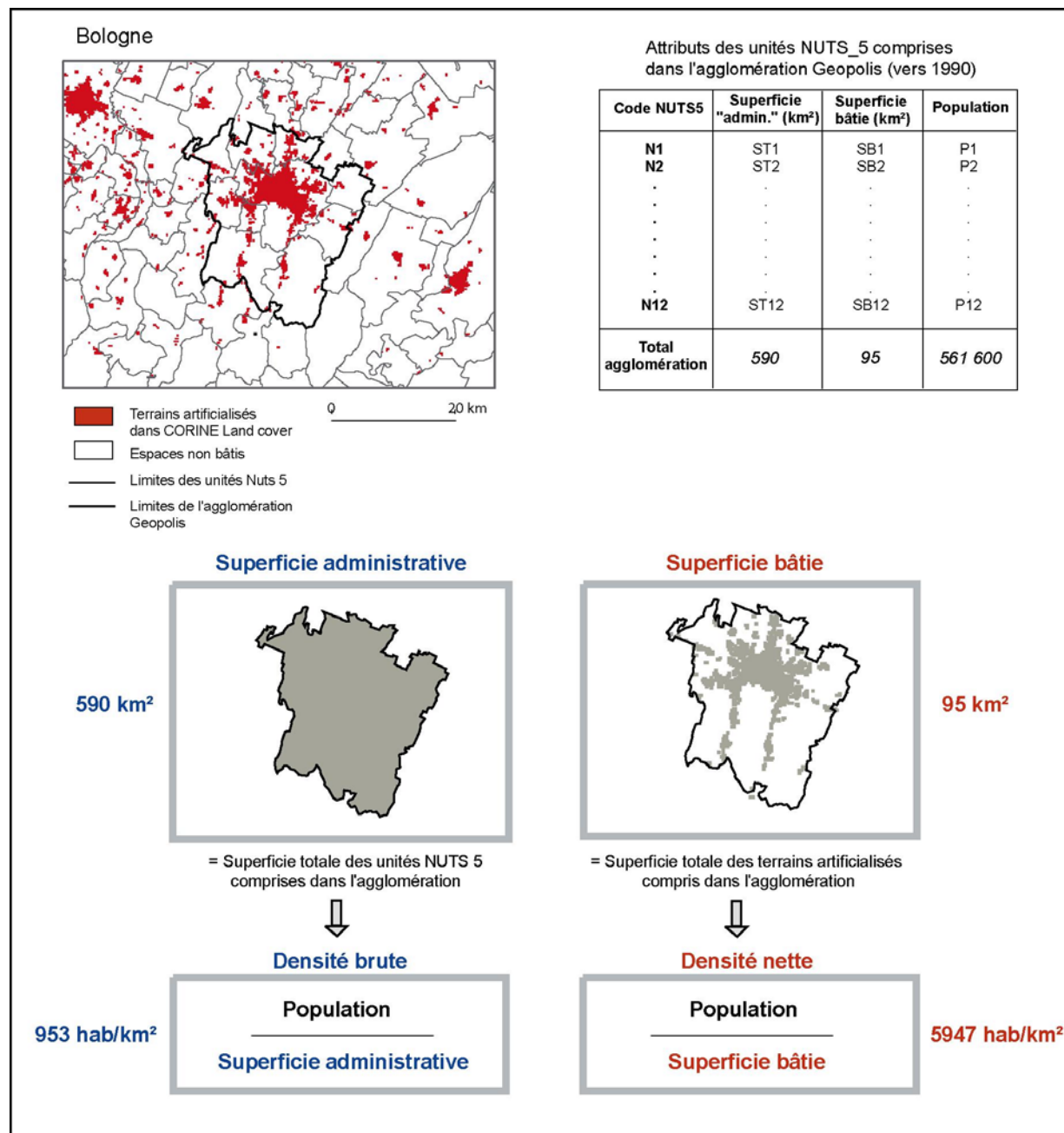
agglomérations de Massa/Carrare (12%), Gijon/Oviedo, Bari, Tarente, Cadiz, Alicante et Santander. Lens et Béthune présentent pour les décharges les deux seules emprises supérieures à 5% ; les chantiers occupent entre 5 et 10% de la superficie bâtie des agglomérations à Rotterdam, Cagliari, Amsterdam, Palma, Pampelune et Madrid. Si, enfin, P.H. Derycke (1979) a pu relever quelques généralités sur la variation des utilisations du sol en fonction de la taille des villes, notant par exemple que l'emprise des activités industrielles et commerciales semble augmenter légèrement avec la taille des villes, ou que les espaces verts et aires récréatives augmentent en part relative avec la taille des villes, tout en diminuant en m² par habitant, aucun des modes d'occupation du sol ne semble sensible en proportion, pour cet échantillon, à la taille des agglomérations.



Source : EEA (1996), Eurostat (1990), Moriconi (1994)

C'est donc à partir de la superficie des terrains artificialisés compris dans les limites des agglomérations que nous avons estimé la « surface bâtie » de ces agglomérations, en lieu et place de l'indicateur classique de « surface administrative » ajusté aux contours des subdivisions territoriales. Nous avons créé de plus un indicateur de « densité nette » qui, en rapportant la population de l'agglomération à cette superficie bâtie, se substitue à l'indicateur de « densité brute » plus couramment requis (**Figure 3.2**).

Figure 3.2. La construction des indicateurs « nets » d'emprise spatiale



Sources : AEE (1996), Eurostat (1990), Megrin (1991), Moriconi-Ebrard (1994)

Mentionnons enfin que le croisement des populations² avec les superficies bâties extraites de l’image CORINE soulève au moins deux remarques. La première est relative à la mesure de la superficie occupée par les agglomérations. S’il est possible, grâce à l’image CORINE, d’apprécier les superficies bâties indépendamment du maillage statistique, il est cependant nécessaire, pour évaluer l’étendue bâtie de l’agglomération, de préciser dans quelles limites la somme des surfaces urbanisées doit être calculée. On aurait pu imaginer une étude morphologique « pure » des agrégats de bâti distribués autour du noyau principal de l’agglomération. Mais parce que la collecte des données de population rapportées aux surfaces bâties reste dépendante du maillage statistique, nous avons préféré considérer l’ensemble des zones bâties comprises dans les limites des agglomérations Geopolis, que celles-ci soient ou non en discontinuité physique avec le noyau de bâti continu. Ce choix peut certes conduire à surestimer l’étendue bâtie des agglomérations, mais nous avons considéré qu’il ne jouait que de façon marginale pour des comparaisons conduites à l’échelon agrégé des agglomérations.

La deuxième remarque porte sur le calcul des densités nettes. L’affectation des populations communales de l’agglomération à la surface des seuls terrains artificialisés peut être perçue comme une approximation trop vague de la distribution « réelle » des populations. Nous avons vu en effet que, du fait de la résolution moyenne de l’image CORINE, un certain nombre de zones bâties dans la réalité échappaient à la représentation. Dans cet esprit, certains auteurs se sont appuyés sur le croisement entre des données de population et des cartes d’occupation du sol pour proposer une représentation plus réaliste en réaffectant une part de la population à d’autres types d’occupation du sol³ (Donnay, Unwin, 2001). L’image CORINE a également fait l’objet de telles propositions : une méthode simplifiée de réaffectation des populations sur trois catégories agrégées d’occupation du sol a été proposée par M. Cornaert (1993) qui a suggéré d’attribuer 80% de la population de l’unité statistique aux espaces bâtis, 15% aux terrains cultivés (« agricultural land covers ») et 5% aux catégories d’occupation du sol restantes. Plus récemment, J. Gallego (2001) a repris cette

² On précise que la charge démographique des agglomérations est ici appréciée à partir de la seule population au lieu de résidence. Les emplois n’ont pas été pris en compte, bien qu’accessibles dans la base SIRE, car l’appréciation de ces deux masses, au niveau agrégé des agglomérations, est souvent considérée comme donnant des résultats équivalents. Pour la France, S. Berroir (1998) a par exemple montré qu’à l’échelle des agglomérations, la corrélation entre les valeurs des densités de population et les niveaux des densités d’emploi était très élevée, et que les variations inter-urbaines de ces deux attributs reproduisaient des schémas de répartition spatiale identiques.

approche à partir de pondérations plus détaillées et plus complexes, qui apparaissent ponctuellement pertinentes, mais sont très longues à mettre en œuvre et n’ont pas encore été éprouvées sur un nombre suffisant de cas. Par conséquent, en affectant les populations communales aux seules superficies bâties, nous surestimons sans doute légèrement le niveau des densités urbaines nettes, mais tant que notre étude s’appuiera sur l’échelon agrégé des agglomérations, nous nous contenterons de cette approximation.

Les indicateurs de surface bâtie et de densité nette dépendent donc de la résolution et de la nomenclature de l’image CORINE, ainsi que des choix effectués dans le cadre précis de ce travail. Cela dit, l’image CORINE offre une estimation de l’état de l’urbanisation qui est de toutes façons plus réaliste que celle qui est habituellement reflétée à travers le filtre des surfaces administratives. Afin de mieux prendre la mesure des modifications induites par le changement d’aire de référence, la surface bâtie et la densité nette des agglomérations doivent être confrontées aux résultats obtenus pour les mesures plus classiques de surface administrative et de densité brute.

1.2. L’apport d’une nouvelle référence spatiale

Les deux types de mesures, l’une calée dans les limites du maillage administratif, l’autre mieux ajustée à l’extension morphologique du bâti, présentent des écarts qu’il est important de quantifier. En quoi le fait de prendre la mesure de l’extension du bâti modifie-t-il l’appréciation et la comparaison de l’emprise spatiale des agglomérations ?

1.2.1. Des ordres de grandeur à réviser

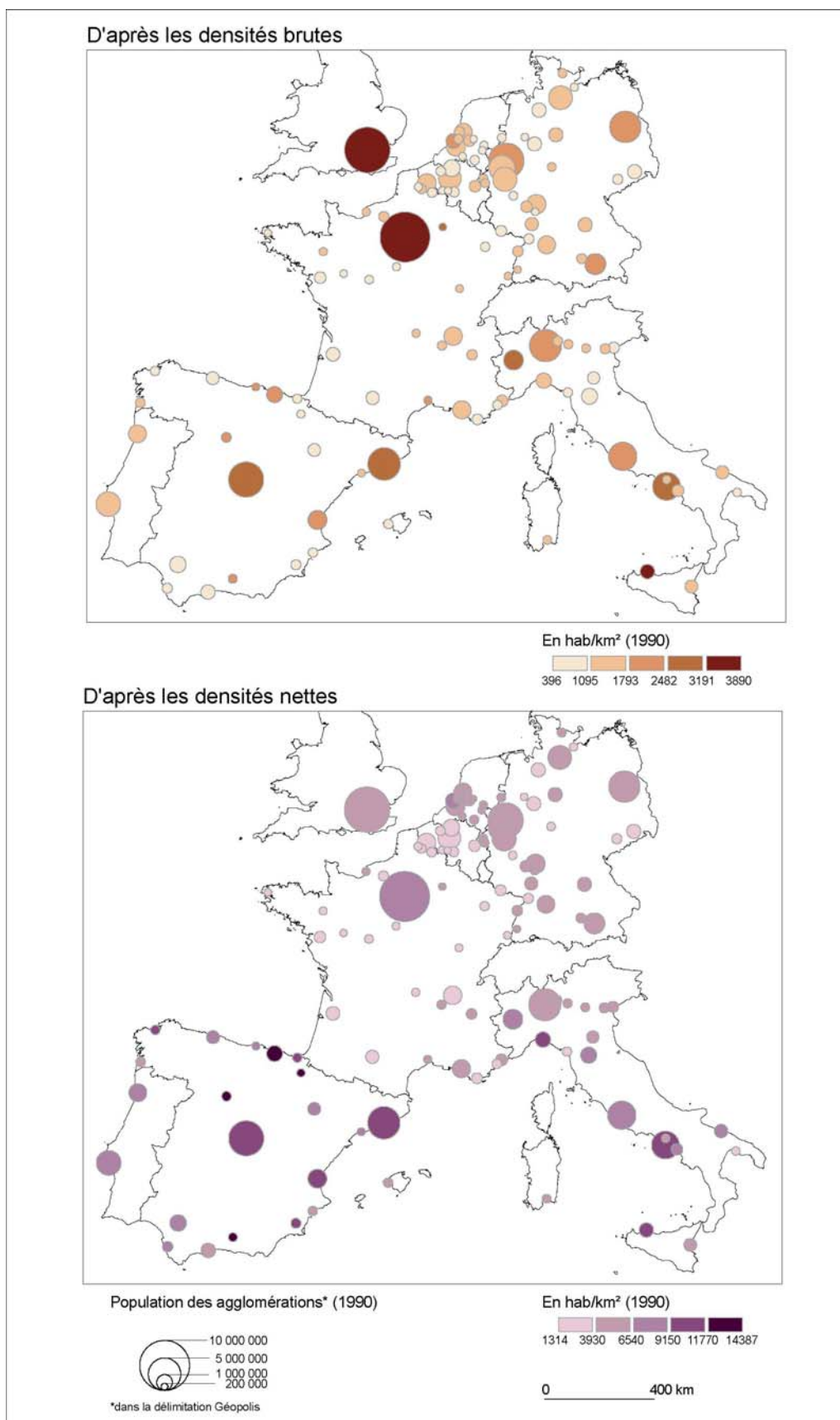
Une première approche de la distribution des superficies et des densités de population montre que les ordres de grandeur diffèrent sensiblement selon que ces mesures sont ajustées aux subdivisions territoriales ou se réfèrent à l’étendue plus précise des terrains artificialisés (**Figure 3.3 et Tableau 3.1**). La superficie bâtie est en moyenne quatre fois moins importante que la superficie administrative des 119 agglomérations observées⁴ (93 km² contre 385 km², d’après les médianes des deux distributions). Ces distributions statistiques de superficie sont assez dissymétriques mais moins que celles des populations. Les superficies administratives

³ Cette démarche renvoie à la méthode de cartographie densimétrique (« dasymetric mapping »).

⁴ Paris et Londres restent intégrées aux statistiques car les deux villes ne perturbent pas de manière significative les ordres de grandeur de ces distributions.

s'échelonnent entre 83 km² (Reims) et 2580 km² (Paris), tandis que les superficies bâties sont comprises entre 19 km² (Palma puis 22 km² pour Grenade) et 1555 km² (Londres). La mesure des densités moyennes des agglomérations est par conséquent affectée par la prise en compte des seuls espaces bâtis comme référents : au moins trois fois plus élevée lorsqu'elle s'y rapporte (4540 contre 1250 hab./km², d'après les valeurs médianes), ses valeurs s'étirent entre 1250 hab./km² (Valenciennes) et 14 400 hab./km² (Grenade), face à une distribution des densités brutes nettement moins contrastée, qui s'échelonne entre 400 hab./km² (Murcie) et 3890 hab./km² (Palerme).

Figure 3.3. Les contrastes inter-urbains de l'intensité d'occupation du sol dans les grandes agglomérations européennes (1990)



Sources : AEE (1996), Eurostat (1990), Megrin (1991), Moriconi-Ebrard (1994)

**Tableau 3.1. Ordres de grandeur comparés des mesures
« brutes » et « nettes » d'emprise spatiale (1990)**

Indicateurs de l'emprise spatiale		Moyenne	Médiane	Min.	Max.	Coeff. de variation
Superficie (en km ²)	administrative	571	385	83	2580	0,9
	bâtie	173	93	19	1555	1,3
Densité (en hab./km ²)	brute	1361	1205	396	3889	0,5
	nette	5399	4540	1314	14387	0,5

Tableau 3.2. Les dix premières agglomérations par ordre de superficie

Rang	Surface administrative		Surface bâtie	
	Nom de l'agglomération	Valeur en km ²	Nom de l'agglomération	Valeur en km ²
1	Paris	2580	Londres	1555
2	Rhein/Ruhr-Centre (Duisburg-Essen)	2492	Paris	1253
3	Londres	2320	Rhein/Ruhr-Centre (Duisburg-Essen)	1076
4	Madrid	1782	Berlin	775
5	Rome	1646	Milan	645
6	Rhein/Ruhr (Düsseldorf- Wuppertal)	1642	Bruxelles	604
7	Milan	1605	Lille/Courtrai	571
8	Rhein/Ruhr (Cologne-Bonn)	1565	Rhein/Ruhr- (Düsseldorf-Wuppertal)	570
9	Hambourg	1526	Rhein/Ruhr (Cologne-Bonn)	516
10	Berlin	1486	Hambourg	515

Tableau 3.3. Les dix premières agglomérations par ordre de densité brute et nette

Rang	Densité brute		Densité nette	
	Nom de l'agglomération	Valeur (hab./km ²)	Nom de l'agglomération	Valeur (hab./km ²)
1	Palerme	3889	Grenade	14387
2	Paris	3611	Bilbao	14121
3	Londres	3321	Pampelune	13103
4	Naples	3122	Valladolid	11905
5	Barcelone	2980	Madrid	11257
6	Turin	2664	Barcelone	10776
7	Madrid	2575	Valence	10741
8	Reims	2496	Naples	10456
9	Berlin	2461	Gênes	10347
10	Santander	2405	Murcie	10108

Sources : AEE (1996), Eurostat (1990), Megrin (1991), Moriconi-Ebrard (1994)

1.2.2. Des changements de position relative sur les échelles de superficie et de densité

Dans une perspective comparative, il importe plus encore de souligner l’impact du changement d’espace de référence sur les positions relatives des agglomérations. Les superficies occupées sont en effet, au même titre que les populations, un indicateur robuste et synthétique de leur rayonnement, et par conséquent, un des attributs majeurs de leur position dans la hiérarchie urbaine.

- *L’estimation des superficies bâties en fonction des surfaces administratives*

Dans un premier temps, nous avons exploré la nature des divergences observées entre les deux séries d’indicateurs, en interrogeant le caractère systématique de l’écart mesuré d’une ville à l’autre. Nous avons pour cela testé la possibilité d’estimer les superficies bâties en fonction des superficies administratives, ces dernières étant plus souvent connues. L’ajustement des superficies bâties selon une fonction linéaire des superficies administratives ressort comme très significatif, même s’il reflète avant tout la grande inégalité des tailles de villes ordonnant les deux séries⁵. En effet, le coefficient de détermination R^2 , qui mesure la qualité de l’ajustement, atteint la valeur 0,8 sur une échelle de 0 à 1 lorsque toutes les villes sont prises en compte, mais n’atteint plus que 0,3 lorsque l’on considère les 93 agglomérations de moins d’un million d’habitants. Les écarts à cet ajustement, de plus en plus forts et dispersés à mesure que l’on s’élève dans la hiérarchie urbaine, présentent de plus une hétéroscédasticité telle que l’estimation de la superficie bâtie des agglomérations en fonction de leur surface administrative reste approximative et n’exprime qu’une tendance très générale.

Au-delà de cette tendance générale, les déclassements ou reclassements individuels sont nombreux (**Tableau 3.2**). Selon les agglomérations, les écarts entre superficie administrative et superficie bâtie sont assez fluctuants et dans le détail, chacune des deux approches ne classe pas les villes de la même façon. Deux agglomérations qui semblent avoir la même étendue d’après les superficies administratives peuvent occuper des zones de taille très contrastée d’après les superficies bâties : Bologne et Hanovre occupent par exemple des surfaces administratives comparables (respectivement 590 et 576 km²), mais la superficie

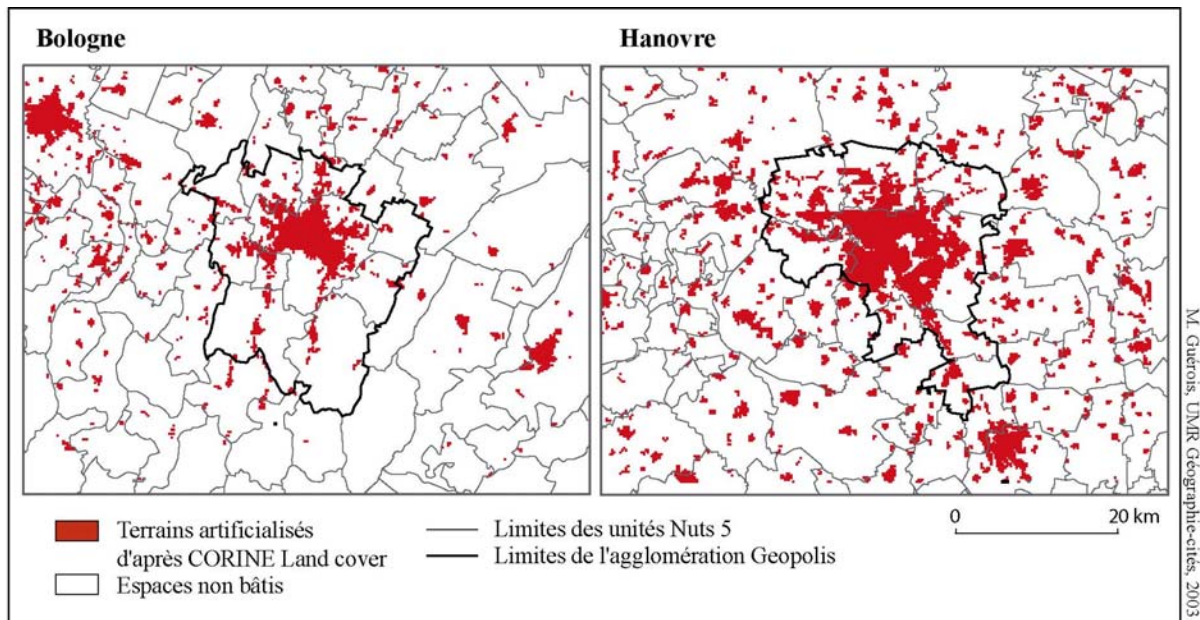
⁵ D’après les résultats de cet ajustement, les surfaces bâties des agglomérations peuvent être estimées d’après leur surface administrative à l’aide de la relation suivante, vérifiée sur l’ensemble de l’échantillon :

$$SB = 0,42 \cdot SA - 63,5$$

Où SB est la superficie bâtie, et SA la superficie administrative.

bâtie cumulée au sein de l'agglomération de Hanovre est deux fois plus importante que celle de Bologne (202 km² contre 101 km²) (**Figure 3.4**).

Figure 3.4. Bologne aussi étendue ou deux fois moins étendue que Hanovre ?



Sources : AEE (1996), Megrin (1991), Moriconi-Ebrard (1994)

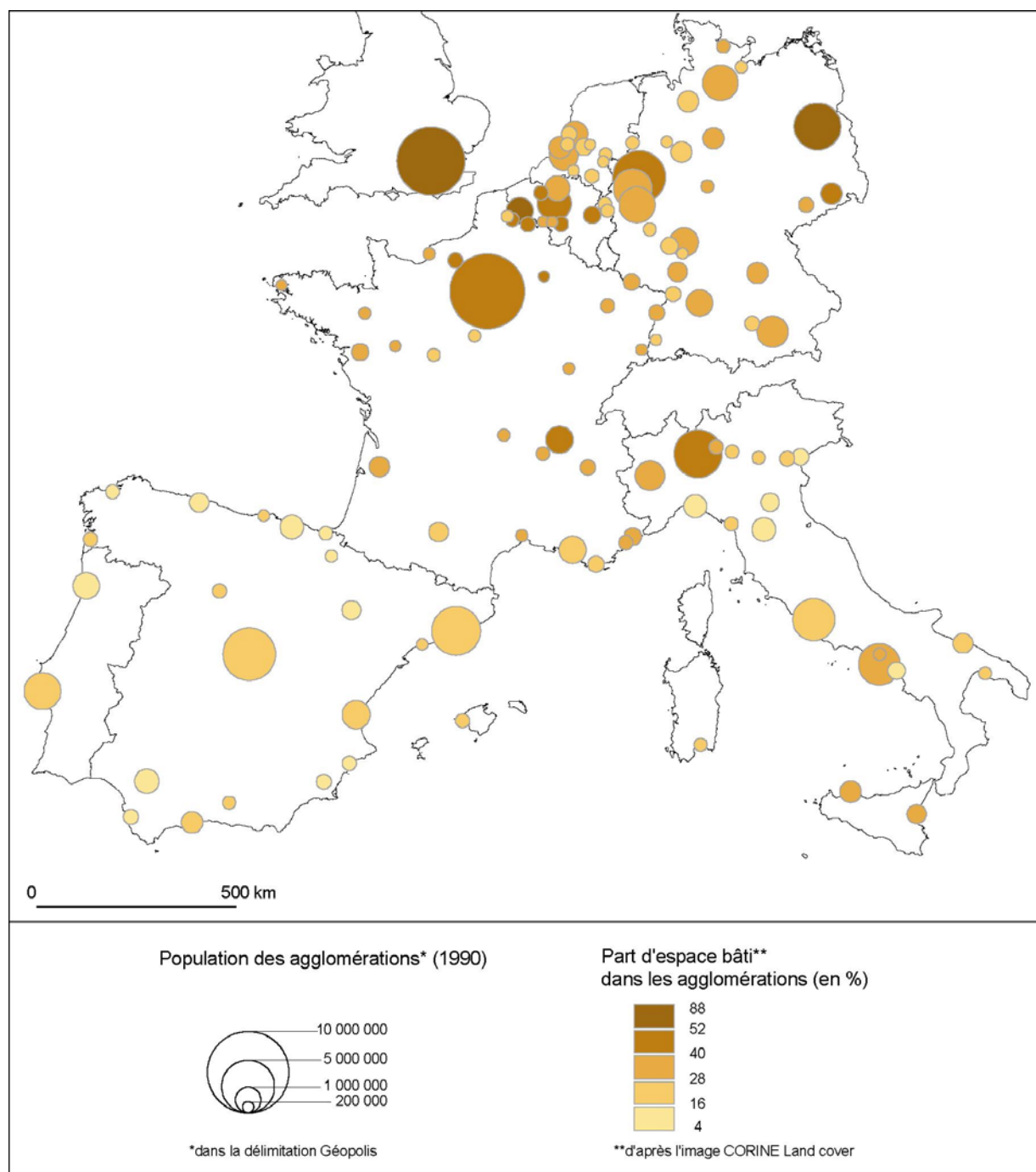
Ces permutations de rang ont bien entendu des répercussions importantes sur le classement des agglomérations par ordre de densité brute ou de densité nette (**Tableau 3.3**). Le cas particulier de Murcie en donne une illustration caricaturale puisque, de ville la moins dense (119^e) d'après les superficies administratives, elle devient une des agglomérations les plus denses (10^e) lorsque les superficies bâties sont seules prises en compte. De manière plus générale, la recherche d'un ajustement entre les deux indicateurs montre que les densités nettes ne peuvent être estimées en fonction des densités brutes.

- *La variation des pourcentages d'espace bâti et l'hétérogénéité des maillages administratifs*

Les écarts entre les mesures de superficie et leurs conséquences sur l'évaluation des densités reflètent une grande diversité de cas de figure que souligne bien la variation de la part d'espace bâti d'une agglomération à l'autre (**Figure 3.5**). Si les superficies bâties occupent en moyenne un peu moins d'un tiers de la superficie administrative des agglomérations, cette part est extrêmement fluctuante d'une agglomération à l'autre, variant de 4% à Murcie à 65% à Lille-Courtrai et 67% à Londres, et explique l'importance des écarts observés entre les mesures nettes et brutes des superficies et des densités.

On peut avant tout y lire l’effet de l’hétérogénéité de la taille des mailles administratives européennes, dont l’influence sur la comparabilité des superficies urbaines ne fait qu’illustrer ce que J.P. Le Gléau, D. Pumain et Th. Saint-Julien (1996) ont déjà souligné de manière plus générale. En effet, les moyennes nationales de ces proportions d’espace bâti sont fortement corrélées à la taille moyenne des unités statistiques locales de chaque pays (**Tableau 3.4.**) : c’est en Espagne, en Italie et à moindre titre aux Pays-Bas, où l’espace bâti des agglomérations n’occupe respectivement, en moyenne, que 15, 25 et 26 % de l’étendue administrative, que les unités statistiques élémentaires sont les plus larges avec des superficies moyennes respectives des NUTS 5 de 60, 40 et 50 km². A l’inverse, la part relativement élevée d’espace bâti dans les agglomérations françaises (35%) est à mettre en relation avec la petite taille des communes (15 km² en moyenne). Seul l’exemple des agglomérations belges déroge à cette régularité, associant la plus forte part d’espace bâti (42% en moyenne) à un maillage communal relativement lâche (51 km² en moyenne), mais sans doute faut-il y voir en priorité l’effet de la plus fine résolution de représentation des espaces bâtis en Belgique.

**Figure 3.5. De la superficie administrative à la superficie bâtie :
rapports entre deux mesures d'étendue des agglomérations**



Sources : AEE (1996), Megrin (1991), Moriconi-Ebrard (1994)

**Tableau 3.4. Variations nationales de l'emprise moyenne du bâti
et hétérogénéité des maillages statistiques locaux (1990)**

Pays	Nombre d'agglomérations	Proportion d'espace bâti dans les agglomérations (%)		Surface des unités Nuts 5 (en km ²) ⁶	
		Moyenne	Coeff. var.	Moyenne	Coeff. var.
Allemagne	28	31	0,25	22	1,3
Belgique	7	42	0,15	51	0,75
Espagne	20	15	0,4	62	1,5
France	29	35,5	0,25	15	1
Italie	20	25	0,35	37	1,4
Pays-Bas	13	28	0,2	56	0,95
Ensemble*	116	28	0,42	25	1,7

* Lisbonne, Porto et Londres sont exclues.

Sources : AEE (1996), Eurostat (1990), Moriconi-Ebrard (1994)

De la même manière, on peut voir ressortir l'influence de l'hétérogénéité du maillage administratif local à l'intérieur des frontières nationales. Le cas de l'Espagne l'illustre assez bien. Il est, avec l'Italie, le pays dont les tailles de communes sont les plus contrastées, avec des différences assez nettement régionalisées, le maillage étant beaucoup plus resserré dans le pays basque, sur le plateau castillan, dans le Levant et en Catalogne. A l'échelon régional de l'Andalousie ou de la région de Murcie, le maillage très lâche (de 100 à 250 km² en moyenne) correspond en effet aux plus faibles part d'espace bâti (Murcie 4%, Cadiz 7%), tandis que c'est en Catalogne et dans le Levant, où la taille de ces mailles atteint respectivement 30 et 40 km² en moyenne, que l'on observe la plus forte part d'espace bâti dans les limites administratives des agglomérations : à Barcelone (28%), Tarragone (17%) et à Valence (19%). A l'intérieur des limites nationales, l'hétérogénéité des maillages statistiques peut donc être en partie corrigée par la prise en compte des espaces bâtis, même si, localement, plusieurs contre-exemples viennent souligner l'existence d'autres facteurs de variation, dont on ne donnera qu'un aperçu à partir du cas du Pays Basque : comptant parmi les mailles les plus resserrées (28 km² en moyenne), cette région comprend pourtant des agglomérations comme Bilbao et Saint-Sébastien, qui montrent des écarts très importants entre superficie administrative et superficie bâtie (la part moyenne d'espace bâti est de 10%). Il reste difficile, dans ce cas, de démêler ce qui tient à l'hétérogénéité des mailles et ce qui relève des

⁶ Ces ordres de grandeur sont parfois légèrement différents de ce que donnaient Le Gléau *et al.* (1996), du fait de la restriction de l'échantillon pris en compte (par exemple la France métropolitaine sans les Territoires d'Outre-Mer, l'Espagne sans les Canaries) et de l'estimation des superficies communales, mesurées directement à partir du logiciel de S.I.G..

problèmes de représentativité du bâti dans les zones de faible densité ou de peuplement dispersé.

En évaluant l’importance du biais introduit lorsque la mesure des superficies dépend directement de l’étendue des mailles administratives, on voit bien ressortir l’intérêt d’une information extraite de l’image CORINE Land cover. Ajustée à la distribution des espaces bâtis, la mesure de l’étendue des villes gagne en précision ; en même temps, cette mesure se prête davantage à la comparaison, en s’affranchissant du biais introduit par l’hétérogénéité de taille de ces mailles. L’emprise spatiale des agglomérations européennes se caractérise ainsi, d’une ville à l’autre, par d’importantes variations, et ces contrastes inter-urbains sont accentués par la prise en compte des indicateurs de superficie bâtie et de densité nette (**Figure 3.3**). Par-delà la diversité des situations locales, qui tiennent tant à l’histoire des politiques urbaines qu’à la spécificité des sites urbains, la distribution de ces contrastes peut-elle être éclairée par des facteurs plus généraux, pertinents à plus petite échelle ? La recherche de régularités qui rendraient compte au moins en partie de ces contrastes inter-urbains est ici menée dans une double perspective : il s’agit d’une part de saisir la marge de manœuvre dont disposent les agglomérations pour s’étendre, compte tenu de leur masse démographique ou de leur situation géographique. Il est important d’autre part d’identifier la spécificité de certaines villes ou groupes de villes par rapport aux grandes tendances relevées.

2. EMPRISE SPATIALE ET POPULATION DES AGGLOMERATIONS

On s’intéresse dans un premier temps à l’influence de la taille démographique des villes sur les variations de leur degré d’emprise spatiale, mesuré à la fois par leur étendue et par leur densité moyenne de population⁷. L’examen de la variation des superficies occupées en fonction des populations laisse *a priori* envisager des résultats assez triviaux : il fait peu de doute que les villes les plus peuplées sont aussi les plus étendues, et l’on admettra facilement que l’espace occupé par une agglomération augmente en fonction du nombre d’habitants qu’elle concentre. Il est néanmoins nécessaire de prendre le temps de tester l’intensité de cette relation et d’en apprécier la forme : jusqu’à quel point ces deux dimensions des villes, l’une spatiale, l’autre démographique, sont-elles dépendantes l’une de l’autre ? De quelle part de la

⁷ Alors qu’habituellement, ce sont plutôt les populations qui sont estimées en fonction des superficies urbanisées, on envisage à l’inverse d’ajuster ces superficies aux populations car cette dernière variable est perçue comme un facteur « explicatif » possible de la variation interurbaine des superficies occupées.

variation des superficies occupées les inégalités de population rendent-elles compte ? En d’autres termes, quelle est, une fois l’effet de taille démographique écarté, la marge de manœuvre relative à la variation des superficies occupées ? On conçoit d’autant plus l’importance d’une analyse minutieuse et rigoureuse de cette relation entre la population et la surface des villes qu’en dépend le comportement des densités de population et la manière dont varie la quantité de surface disponible par habitant à mesure que l’on s’élève dans la hiérarchie urbaine.

2.1. Des résultats convergents mais instables

La recherche de modèles qui expriment la superficie et la densité moyenne des villes en fonction de leur population se résume à un certain nombre de travaux, menés en général dans les limites de systèmes de villes nationaux et sur les superficies « administratives ». A vrai dire peu nombreux au regard du foisonnement d’études portant sur la modélisation des densités intra-urbaines, ces résultats convergent sur l’essentiel bien qu’ils aient été produits dans des cadres théoriques différents.

2.1.1. La variation des superficies selon une fonction puissance de la population

La formalisation de la relation statistique entre la superficie des agglomérations et leur population a été explorée à partir de différents fondements théoriques. L’une des voies empruntées s’est inspirée de la « loi rang-taille » de Zipf pour tester l’influence de la hiérarchie urbaine, estimée d’après le classement des superficies, sur l’extension variable des agglomérations. A partir de l’échantillon des agglomérations françaises de 1968, R. Bussière et T. Stovall (1981) ont ainsi proposé un modèle « rang-surface » en montrant que les superficies observées variaient selon une fonction puissance du rang des agglomérations, classées par ordre de superficie décroissante, avec un exposant légèrement supérieur à 1 (1,025) et que leur distribution était conforme à la distribution de Pareto. Autrement dit, les écarts de superficie entre deux villes consécutives sont d’autant plus grands que l’on s’élève dans les échelons supérieurs de la hiérarchie urbaine. L’interprétation de cette régularité est inscrite par les auteurs dans le cadre d’un raisonnement probabiliste qui considère la distribution des superficies comme le reflet de l’état d’équilibre du système urbain, lui-même issu du critère d’« utilité » -la satisfaction d’habiter une ville de taille donnée- recherché par les populations. La forme de la distribution, discutée surtout à propos des populations, est justifiée par les auteurs par analogie avec la thermodynamique statistique : selon leur

expression, « le macro-état d'équilibre d'un système complexe, dont les micro-états sont *a priori* équiprobables, est celui dont la valeur de l'entropie est maximale ».

D'autres auteurs ont cherché à modéliser la relation entre la population et la surface des villes en s'inspirant du principe d'allométrie repris dans le cadre de la géométrie fractale. Selon ce principe, la population varie proportionnellement à une puissance donnée de la surface occupée, conformément à une « loi d'allométrie » qui suppose une croissance multiplicative des populations en fonction des superficies. La référence aux fractales permet ainsi d'introduire l'idée d'un principe d'ordre dans l'interprétation de formes apparemment irrégulières et fragmentées, mais qui reproduisent, à différentes échelles, des schémas de répartition hiérarchisés. M. Batty et P. Longley (1994), ainsi que P. Frankhauser (1994), ont d'abord testé dans des travaux pionniers les possibilités d'application aux villes de différentes mesures fractales, notamment pour caractériser leur périmètre, ou la répartition des masses bâties dans la surface. L'articulation entre les mesures se référant au bâti et celles appliquées aux populations n'a toutefois pas toujours été clairement établie, bien que Batty et Kim (1992) aient démontré l'équivalence entre la dimension fractale et le gradient des distributions de densités de population, lorsque ce dernier est estimé par une fonction puissance de la distance au centre.

Dans la même perspective théorique, H. Le Bras (1996) a cherché à vérifier, sur un échantillon élargi aux agglomérations européennes, « si les agglomérats de communes denses se plient à des règles fixes, et notamment s'il existe une relation entre leur population et leur surface ». L'originalité de son approche repose en partie sur la délimitation des agglomérations, qu'il fait varier à partir de seuils de densités modulables⁸. Or, quel que soit le seuil de densité retenu, la règle selon laquelle « plus la commune occupe un territoire important, plus sa population est élevée » semble pouvoir être vérifiée. Dans tous les cas, la population varie selon une fonction puissance de la superficie⁹. L'exposant affectant les superficies, supérieur à 1 et relativement constant, montre que les populations augmentent « plus vite » que les superficies à mesure que l'on s'élève dans la hiérarchie urbaine ; autrement dit, que les grandes agglomérations atteignent des densités plus fortes que les plus

⁸ Les agglomérations retenues sont décrites comme « tout ensemble contigu de communes dont la densité de chacune est supérieure à une valeur minimale », valeur que l'auteur fait varier à partir d'un seuil de 1000 hab./km² (ce seuil définit par exemple 246 agglomérations en France, en 1990).

⁹ Cette relation peut s'exprimer sous la forme $P = 1445 \cdot S^{1,09}$, où P est la population et S la superficie « administrative » de l'agglomération (pour 246 « agglomérations »).

petites. Par ailleurs, les deux paramètres a et b de l'ajustement de forme $P \propto S^b$, où P est la population et S la superficie de l'agglomération, peuvent être selon H. Le Bras interprétés comme l'expression de deux forces opposées qui déterminent l'étalement plus ou moins marqué des agglomérations : « la densité en un point d'une agglomération apparaît comme le résultat de deux actions contraires, celle de la population des zones plus denses qui fait pression (...) et celle de la surface disponible dont l'extension, en offrant de nouvelles possibilités de résidence, agit dans le sens opposé d'une dépression ». Cette interprétation rappelle entre autres l'expression de « pression civique » que R. Bussière avait proposée pour désigner la contrainte responsable de la production de lois exponentielle ou puissance dans la répartition spatiale des populations urbaines. Citant J.C. Amson (1972), il montrait toutefois l'analogie possible entre cette notion de pression civique et la « pression du loyer » ou encore la rente foncière associée à une localisation située à une certaine distance du centre (Bussière, Stovall, 1981, p.119).

Sachant que les superficies varient selon une fonction puissance de la population, on peut en déduire la forme de la variation des densités en fonction de la population : selon que l'exposant affecté aux superficies est inférieur ou supérieur à 1, les densités diminuent ou augmentent lorsque la population augmente.

2.1.2. L'augmentation des densités moyennes de population avec la taille des villes

Une première série d'observations portant sur la relation statistique entre populations et densités s'est appuyée sur la variation des niveaux moyens de densités en fonction de classes de taille de population. P.H. Derycke (1979) affirme, à l'examen de quelques uns de ces travaux, que « la hiérarchie des densités en fonction de la taille des villes n'apparaît pas douteuse », et que la densité moyenne progresse régulièrement avec la taille des agglomérations : M. Clawson, R. Held et C.H. Stoddard (1960) ont pu le montrer en partant de l'ensemble des zones urbanisées des Etats-Unis en 1950, tout en soulignant que cette relation était perturbée par divers facteurs tels que l'ancienneté des villes ou leur spécialisation fonctionnelle. Dans un contexte différent, M. Goze et D. Leymarie (1977) ont montré la même tendance à partir des agglomérations françaises de plus de 10 000 habitants en 1975. Plus précisément, l'analyse de cette relation s'est parfois libérée des catégories de classes de taille, dont la détermination reste au final subjective, pour tester la qualité d'ajustement des densités en fonction des populations selon une relation continue. Ces

estimations ont par exemple été menées par F. Moriconi-Ebrard (1994) à partir de données sur les surfaces bâties collectées pour les agglomérations de plus de 10 000 habitants de Suède, Finlande, du Zaïre et de Floride, vers 1990. La corrélation entre la population et la densité démographique est décrite comme toujours positive et significative, avec des coefficients de détermination compris entre 0,2 et 0,3, montrant que l'espace consommé par habitant tend à être plus important dans les petites villes que dans les grandes villes.

Toutefois, au-delà de la convergence empirique dont atteste cette série de résultats, il reste difficile d'en donner une interprétation théorique satisfaisante. « Peu de travaux s'interrogent sur les fondements et le sens à donner à une telle relation » (Berroir, 1998). Les explications par un accroissement supposé des économies d'agglomération ou de la concurrence pour le sol lorsque la taille des villes augmente ne sont guère plus argumentées que celles qui font remarquer les effets d'une histoire urbaine plus longue sur l'accumulation dans un bâti historiquement plus dense (les grandes villes d'aujourd'hui ayant été en général déjà parmi les plus grandes depuis plusieurs siècles). Le niveau plus élevé de la centralité des activités dans les niveaux supérieurs de la hiérarchie urbaine est aussi invoqué pour rendre compte de densités plus élevées dans les grandes villes. Par là, on transpose aux différences entre les villes les effets mieux modélisés de la compétition, à l'intérieur d'une même ville, pour les localisations centrales, plus coûteuses mais plus accessibles, dont profitent les activités procurant les meilleures rentes. Cette régularité mérite très certainement d'être approfondie, dans la mesure où l'intuition attendrait plutôt des effets inverses, les grandes villes étant supposées consommer plus d'espace dans la mesure où elles assurent des fonctions de niveau supérieur qui exigent en particulier de développer davantage de moyens de communication. Si dans les faits c'est le contraire qui se produit, on peut supposer que c'est par l'intervention d'une régulation par d'autres contraintes, plus fortes. Une hypothèse possible serait que la concurrence entre les villes appartenant à un même système urbain joue un rôle dans cette régulation.

2.1.3. Une relation peu robuste ?

En dépit de la fréquence des observations, l'évidence de telles relations – les superficies varient selon une fonction puissance de la population et les densités de population augmentent avec la taille des villes – a pu être interrogée. L'interprétation de la valeur de l'exposant affecté aux superficies, qui détermine le rythme d'augmentation de ces superficies en fonction

de la population et renvoie de fait à la forme de la fonction d'ajustement, a été revisitée par S. Berroir (1998) à partir des agglomérations françaises de plus de 2000 habitants en 1990. Cette dernière s'arrête un instant sur la valeur de l'exposant, souvent très proche de 1, pour interroger la significativité de l'écart à cette valeur remarquable. La question mérite en effet d'être considérée car si ce coefficient n'est pas significativement différent de 1, « cela signifie que la population augmente comme la superficie occupée. Dans ce cas, les densités des agglomérations sont indépendantes de la taille des villes, puisque le niveau de densité reste constant quelle que soit la taille de la ville » (p. 78). Or la grande variabilité de cette valeur selon la taille de l'échantillon considéré semble indiquer que la relation densité/population n'est pas aussi généralisée que ce à quoi on pouvait s'attendre.

R. Bussière et T. Stovall (1981) s'avouent eux-mêmes peu convaincus de l'existence d'une relation linéaire entre les densités et la population urbaine. Selon eux, les auteurs qui ont auparavant exprimé cette relation sous cette forme ne se sont pas suffisamment « inquiétés de la dispersion relativement importante des "nuages de points" sur lesquels ils ont ajusté leurs modèles » (p. 246). Ils interprètent quant à eux cette dispersion en avançant que « la densité moyenne des villes d'une région ne peut être qu'une fonction statistique de leur population », et qu'« une telle fonction statistique ne peut représenter, d'une façon quantitative, que l'espérance mathématique de la densité ». Dans le même ordre d'idées, il semblerait que les résultats soient assez instables selon que les villes les plus importantes de l'échantillon sont prises ou non en considération. S. Berroir (1998) a dans ce sens interrogé la validité des ajustements selon que l'ensemble du système urbain était pris en compte ou que l'on ne considérait que certains de ses sous-systèmes : alors que l'ajustement linéaire réalisé entre la population et la densité moyenne ressort comme significatif pour l'ensemble des agglomérations de plus de 200 000 habitants, cette relation n'est d'une part plus significative pour l'ensemble des agglomérations de plus de 20 000 habitants, et d'autre part, elle est fortement affectée par la présence de l'agglomération parisienne¹⁰.

L'ensemble de ces travaux a donc pour l'essentiel montré, à partir d'échantillons variés d'agglomérations, que les superficies administratives occupées par les agglomérations varient selon une fonction puissance de la population, de sorte que les densités de population augmentent avec la taille des villes. Cette tendance ressort nettement lorsque la relation est

observée à partir de niveaux moyens de densité et des classes de taille des populations, et elle reste très significative si l’on considère une large gamme de tailles de villes. Cela dit, certains auteurs ont pu s’interroger sur l’importance des écarts et la grande variabilité des valeurs obtenues pour d’autres échantillons. Il y a donc à première vue convergence des résultats, mais leur confrontation indique qu’ils ne sont simples qu’en apparence, et que leur robustesse reste à confirmer.

2.2. Le cas des agglomérations européennes

Nous mesurons à présent l’intensité de la relation entre la superficie occupée par les villes et la taille de leur population, pour la centaine d’agglomérations européennes retenues, comptant toutes plus de 200 000 habitants en 1990. S’il s’agit donc d’un éclairage empirique supplémentaire, deux questions majeures sont soulevées par l’élargissement des analyses à ce corpus de villes, jusqu’à présent peu exploré dans cette perspective. La première est celle de la validité de cette relation dans un contexte international et non plus seulement national : se vérifie-t-elle pour une partie significative du système de villes européen, au-delà des frontières nationales, ou bien reste-t-elle marquée par l’appartenance à des systèmes urbains nationaux, ou par la diversité régionale des styles de peuplement ? La deuxième question se rapporte plus directement aux indicateurs retenus pour exprimer l’emprise spatiale des agglomérations : dans quelle mesure la prise en compte des surfaces strictement bâties vient-elle prolonger ou affaiblir les conclusions tirées jusqu’à présent de l’observation des surfaces administratives, dont on sait qu’elles enregistrent la forte hétérogénéité des maillages territoriaux ?

Compte tenu de ces différents enjeux, nous avons analysé la relation entre superficies occupées et masses démographiques à travers plusieurs ajustements successifs : nous avons d’une part comparé les résultats obtenus d’après les mesures « brutes » - superficie administrative et densité brute -, à ceux issus des mesures « nettes » - superficies bâties et densités nettes -. D’autre part, en raison de l’incertitude relative à la forme de cette relation, nous avons systématiquement comparé la qualité des ajustements de forme linéaire à celle des ajustements de forme puissance. Enfin, ces ajustements ont été réalisés sur tout ou partie de l’échantillon afin d’en éprouver la stabilité. Certains ensembles de villes en ont été parfois

¹⁰ La relation testée sur les 57 villes de plus de 100 000 habitants sans Paris montre une très faible qualité d’ajustement, avec un coefficient de détermination de 14%.

exclus lorsqu'ils étaient susceptibles d'introduire un biais favorisant ou sous-estimant la qualité des ajustements : on a donc écarté tour à tour de l'analyse les agglomérations belges, les deux capitales Paris et Londres exceptionnelles par leur taille, et de manière plus générale, toutes les agglomérations de plus d'un million d'habitants.

2.2.1. Superficies bâties et population

Le degré de significativité élevé, voire très élevé parfois, des ajustements réalisés sur les villes européennes confirme l'existence, à cette échelle, d'une relation étroite et d'une dépendance soutenue entre la population des agglomérations et l'étendue qu'elles occupent (Tableau 3.5).

**Tableau 3.5. La forme de la relation statistique
entre la superficie et la population des agglomérations (1990)**

Superficies (en km ²)	Fonction d'ajustement	Population (119 agglomérations)	Population (112 agglomérations, Belgique exclue)	Population (117 agglomérations, sans Londres ni Paris)	Population (93 agglomérations, de moins de 1 million d'habitants)
Superficies administr.	Fonction linéaire	$SA = 3,2 \cdot 10^{-4} \cdot P + 288$ $R^2 = 0,78$	$SA = 3,2 \cdot 10^{-4} \cdot P + 285$ $R^2 = 0,785$	$SA = 4,2 \cdot 10^{-4} \cdot P + 222$ $R^2 = 0,78$	$SA = 8 \cdot 10^{-4} \cdot P + 59$ $R^2 = 0,52$
	Fonction puissance	$SA = 2,8 \cdot 10^{-2} \cdot P^{0,73}$ $R^2 = 0,78$	$SA = 2,6 \cdot 10^{-2} \cdot P^{0,74}$ $R^2 = 0,78$	$SA = 2 \cdot 10^{-2} \cdot P^{0,75}$ $R^2 = 0,76$	$SA = 2,9 \cdot 10^{-3} \cdot P^{0,92}$ $R^2 = 0,55$
Superficies bâties	Fonction linéaire	$SB = 1,6 \cdot 10^{-4} \cdot P + 36$ $R^2 = 0,83$	$SB = 1,6 \cdot 10^{-4} \cdot P + 29,6$ $R^2 = 0,845$	$SB = 1,6 \cdot 10^{-4} \cdot P + 35,5$ $R^2 = 0,72$	$SB = 1,5 \cdot 10^{-4} \cdot P + 30,9$ $R^2 = 0,28$
	Fonction puissance	$SB = 1,4 \cdot 10^{-3} \cdot P^{0,86}$ $R^2 = 0,74$	$SB = 1,1 \cdot 10^{-3} \cdot P^{0,87}$ $R^2 = 0,77$	$SB = 1,6 \cdot 10^{-3} \cdot P^{0,85}$ $R^2 = 0,7$	$SB = 5,2 \cdot 10^{-3} \cdot P^{0,75}$ $R^2 = 0,35$

P=Population

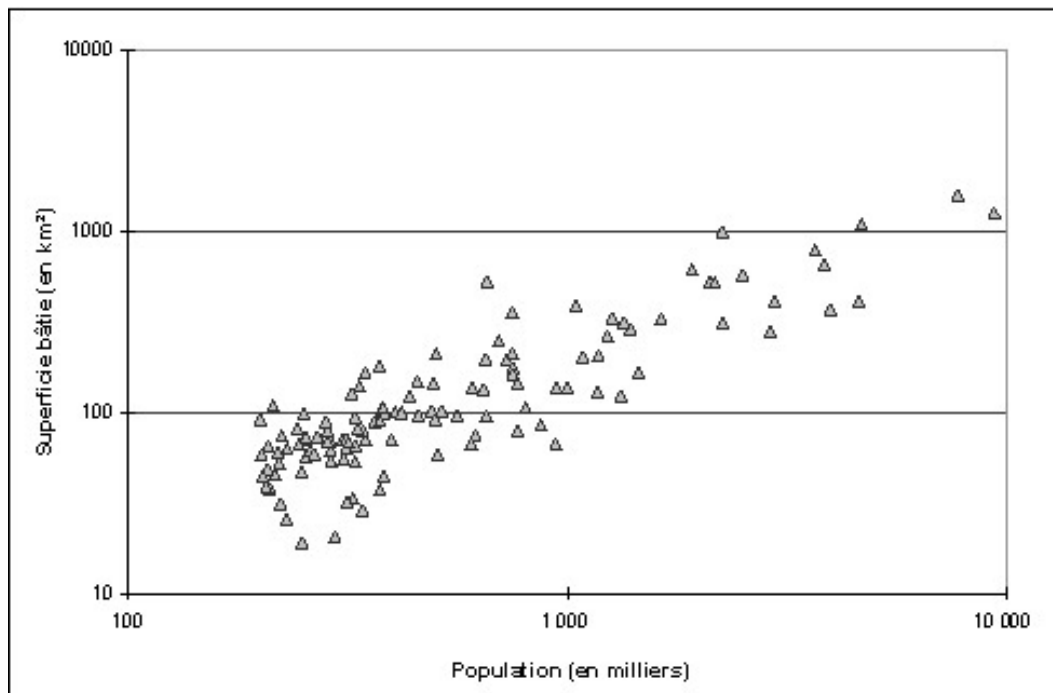
SA=Surface administrative (km²)

SB=Surface bâtie (km²)

Sources : AEE (1996), Eurostat (1990), Megrin (1991), Moriconi-Ebrard (1994)

Les inégalités de superficies observées d'une agglomération à l'autre reflètent donc avant tout celles des poids démographiques, au-delà des cadres nationaux et des spécificités morphologiques locales. Les quatre séries d'ajustements réalisés se soldent ainsi par des résultats très proches les uns des autres, même s'ils révèlent aussi des nuances significatives dont il est important de rendre compte.

Figure 3.6. La variation de la superficie bâtie en fonction de la population des agglomérations (1990)



Lorsque l’on considère l’ensemble des agglomérations, les qualités d’ajustement sont très élevées, quels que soient les cas considérés¹¹. On peut dire, d’après les paramètres de l’ajustement linéaire réalisé sur la superficie administrative, que cette dernière augmente d’un peu plus de 3 km² tous les 10 000 habitants supplémentaires, ou bien, d’après l’ajustement d’une fonction puissance, qu’à chaque fois que la population est multipliée par 10, la superficie administrative occupée se trouve multipliée par un peu plus de 5. Autrement dit, les superficies administratives augmentent régulièrement avec la population, mais à un rythme plus lent. Lorsque l’on prend en compte les superficies bâties, *a priori* plus précises, c’est l’ajustement de forme linéaire, qui ressort de peu comme le plus adéquat pour rendre compte de la variation des superficies en fonction des populations (**Figure 3.6**). Il montre que la superficie bâtie, proportionnelle à la population des agglomérations, augmente en moyenne d’1 km² et demi tous les 10 000 habitants supplémentaires, soit deux fois moins vite que les superficies administratives. Ces résultats révèlent une régularité remarquable quant à la distribution spatiale des populations urbaines, malgré la variété des contextes nationaux, régionaux et locaux d’urbanisation. Cela dit, la qualité de l’ajustement tient en partie à l’amplitude de la distribution des tailles de villes : elle chute déjà de dix points lorsque Paris et Londres, cas exceptionnels de par leur taille, sont retirés de l’ajustement. Lorsqu’on ne

¹¹ Les coefficients de détermination correspondants varient, selon les cas, entre 0,74 et 0,83.

prend en compte que les agglomérations de moins d’un millions d’habitants (93 unités), la relation reste significative mais le coefficient de détermination de l’ajustement n’atteint plus que 30%. Si la relation population/surface est donc caractéristique du système de villes dans son ensemble, comprenant une large gamme de tailles, elle s’applique beaucoup moins systématiquement à des sous-ensembles plus homogènes.

D’autre part, dans l’échantillon de villes au complet, le passage des superficies administratives aux superficies bâties accroît sensiblement l’intensité de la liaison entre superficie et population et ce d’autant plus que les agglomérations belges, dont les superficies relativement vastes sont en partie dues à l’artefact d’une résolution plus fine du bâti, sont retirées de l’analyse. Mais cette amélioration de la qualité de l’ajustement ne se vérifie plus lorsque les plus grandes agglomérations ne sont plus prises en compte et notamment quand ne sont considérées que les 93 agglomérations de moins d’un million d’habitants : dans ce dernier cas, le coefficient de détermination de l’ajustement sur les superficies bâties est d’environ 0,3 tandis que celui qui correspond aux superficies administratives atteint à peu près 0,5. Autrement dit, la prise en compte des superficies bâties ne conduit pas au renforcement de la relation entre la population et la surface des villes, comme on aurait pu le supposer en considérant qu’on se libère d’un biais introduit dans la mesure par les superficies administratives. On observe même l’inverse pour les ajustements qui ne tiennent pas compte des plus grandes villes. Cette différence reflète le caractère beaucoup plus contrasté de la distribution statistique des superficies bâties comparée à celle des superficies administratives. Dans les niveaux supérieurs de la hiérarchie urbaine, par exemple, Berlin, Barcelone et Milan ont des superficies administratives qui présentent des ordres de grandeur équivalents (de respectivement 1485, 1325 et 1605 km²), mais d’après les superficies bâties, des étendues qui montrent des écarts relatifs bien plus importants (de respectivement 775, 366 et 645 km²).

Notons de plus que dans le cas des superficies administratives, la dépendance statistique entre superficie et population apparaît moins étroite lorsque l’échantillon est complet, du fait de la forte sous-estimation des superficies administratives de Paris et Londres par le modèle. On ne peut pas vraiment parler d’artefact pour les superficies bâties dans la mesure où les paramètres de l’ajustement, hormis celui de la qualité d’ajustement mesurée, restent assez stables quelle que soit la taille de l’échantillon tandis que pour les superficies administratives, le coefficient directeur de la droite est par exemple multiplié par deux d’un ajustement à l’autre. L’examen des densités sera l’occasion d’interroger de nouveau la question d’un

artefact introduit par la variation de la part d’espace non-bâti dans le calcul des superficies administratives.

Enfin, nous l’avons évoqué à plusieurs reprises mais sans le relever de manière systématique, les deux formes de relation testées, linéaire et puissance, se soldent la plupart du temps par d’aussi bonnes qualités d’ajustement¹². L’examen de la relation entre la densité et la taille démographique des villes devrait nous permettre de mieux comprendre les raisons de cette proximité.

2.2.2. Densités moyennes et population : une relative indépendance statistique

La progression des niveaux moyens de densités par classe de taille montre une tendance globale à l’augmentation de l’intensité d’occupation du sol avec la taille des villes. Cette relation se vérifie pour les densités brutes, même si dans la classe des plus petites villes, la moyenne est relevée par quelques valeurs exceptionnelles comme dans les cas de Reims (2500 hab./km²), Santander (2400 hab./km²) et Grenade (2300 hab./km²) (**Tableau 3.6**). Elle se vérifie également pour les valeurs médianes des densités nettes, bien que moins régulière (**Tableau 3.7**) : le niveau de densité moyen des agglomérations comprises entre 500 000 et 1 000 000 d’habitants est plus élevé qu’attendu en raison de la présence de valeurs maximales très élevées pour les villes de Bilbao (14 100 hab./km²) et de Gênes (10 350 hab./km²), et d’un certain nombre de villes méridionales aux densités particulièrement élevées (Palerme et Saragosse, par exemple).

¹² Notons que lorsque l’on teste l’ajustement à une fonction puissance en réalisant un ajustement linéaire entre les logarithmes de la population et de la superficie, on fait jouer un rôle moindre aux très grandes valeurs dans l’estimation. La comparaison des qualités d’ajustement ne doit donc pas faire choisir la relation linéaire si l’écart est faible.

Tableau 3.6. Niveaux moyens de densité brute* par classe de taille d'agglomération

Population des agglomérations par classe de taille	Nombre d'unités	Densité brute (hab./km ²)			
		Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum
[5 000 000 – 10 000 000]	2	3466	3466	3321	3611
[2 000 000 – 5 000 000[	11	2110	1868	1378	3122
[1 000 000 – 2 000 000[	13	1635	1549	1090	2664
[500 000 – 1 000 000[	23	1315	1201	557	3889
[300 000 – 500 000[	36	1110	1042	396	2002
[200 000 – 300 000[	34	1176	1008	646	2496
Ensemble	119	1358	1205	396	3889

* Rapportées aux surfaces administratives

*Sources : Eurostat (1990), Megrin (1991), Moriconi-Ebrard (1994)***Tableau 3.7. Niveaux moyens de densité nette* par classe de taille d'agglomération**

Population des agglomérations par classe de taille	Nombre d'unités	Densité nette (hab./km ²)			
		Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum
[5 000 000 – 10 000 000]	2	6195	6195	4955	7436
[2 000 000 – 5 000 000[	11	6801	5933	4086	11257
[1 000 000 – 2 000 000[	13	5441	4848	2268	10741
[500 000 – 1 000 000[	23	6183	5375	2110	14121
[300 000 – 500 000[	36	4888	4306	1314	11905
[200 000 – 300 000[	34	4748	4205	1994	14387
Ensemble	119	5358	4524	1314	14387

* Rapportées aux surfaces bâties

Sources : AEE (1996), Eurostat (1990), Megrin (1991), Moriconi-Ebrard (1994)

Cependant, cette relation s'avère peu significative lorsqu'on ne considère plus les niveaux moyens par classe de taille mais que l'on cherche à exprimer la variation des densités selon une fonction continue, linéaire ou non linéaire, de la population (**Tableau 3.8**). Pour les densités brutes, la dispersion des valeurs est telle que la densité des agglomérations n'est que faiblement corrélée à la population (les valeurs du coefficient de corrélation varient entre 0,3 et 0,4). La qualité de l'ajustement, qui est assez bonne lorsque tout l'échantillon de villes est pris en compte, ne tient en fait qu'à la présence des quelques plus grandes agglomérations : cette relation n'est plus significative dès lors que l'échantillon est restreint aux 93 agglomérations de moins d'un million d'habitants (elle ne l'est pas plus lorsque ce seuil est relevé à 2 millions d'habitants), et en-deçà de ce seuil, la distribution des densités brutes ressort comme très dispersée.

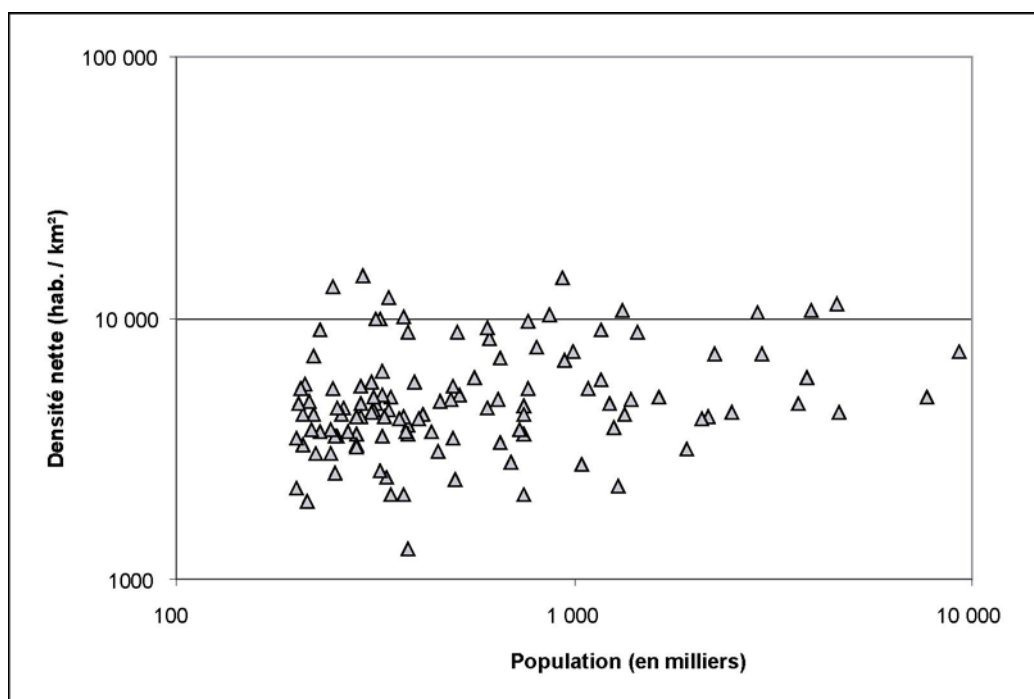
Tableau 3.8. Ajustements des densités aux populations des agglomérations (1990)

Densités (en hab./km ²)	Fonction d’ajustement	Population 119 agglomérations	Population 117 agglomérations, sans Londres ni Paris	Population 93 agglomérations, de moins de 1 million d’habitants
Densités brutes	Fonction linéaire	DB = $3,1 \cdot 10^{-4} \cdot P + 1079$ $R^2 = 0,42$	DB = $3,8 \cdot 10^{-4} \cdot P + 1032$ $R^2 = 0,31$	Non significatif au seuil de 5%
	Fonction puissance	DB = $36 \cdot P^{0,27}$ $R^2 = 0,32$	DB = $48 \cdot P^{0,25}$ $R^2 = 0,27$	Non significatif au seuil de 5%
Densités nettes	Fonctions linéaire et puissance	Non significatif au seuil de 5%		

P=Population

DB=Densité brute (hab./km²)DN=Densité nette (hab./km²)

Sources : AEE (1996), Eurostat (1990), Megrin (1991), Moriconi-Ebrard (1994)

Figure 3.7. L’indépendance statistique entre les densités nettes et la population des agglomérations (1990)

Sources : AEE (1996), Eurostat (1990), Megrin (1991), Moriconi-Ebrard (1994)

Cette relative indépendance statistique entre population et densité moyenne se trouve accentuée par l’examen des densités nettes, puisque aucun des ajustements testés sur cet indicateur ne ressort comme significatif. Ce résultat n’est pas forcément contradictoire avec la tendance générale à l’augmentation des niveaux de densité nette en fonction des classes de taille de population, observée ci-dessus. Il est lié en particulier, si l’on prête attention à la

forme du nuage de points (**Figure 3.7.**), à la très forte dispersion des valeurs pour les plus petites tailles de villes, que lissent les moyennes réalisées par classe de taille, mais auxquelles les relations linéaire et non linéaire testées ne s’ajustent pas bien.

On peut tout d’abord s’interroger sur la raison pour laquelle l’indicateur de densité brute semble dépendre davantage de la taille des populations que les densités nettes pour les échantillons de villes les plus complets : ne mesure-t-on pas là avant tout un artefact ? On sait en effet que les mailles statistiques élémentaires sont en moyenne plus resserrées – et donc que la part d’espace non bâti dans ces mailles tend à devenir plus faible – lorsque la taille des populations – et donc des villes – augmente. Ainsi, comme le soulignaient N. François *et al.* (1995), citant P. Haggett (1973), « lorsqu’on la détermine empiriquement, la relation entre la population et la surface des unités de certains découpages administratifs prend souvent la forme d’une fonction puissance dont l’exposant est inférieur à un, en général de l’ordre de deux-tiers (...). En d’autres termes, les unités les plus peuplées sont de plus petites superficies que les plus grandes, ou encore la densité faiblit quand augmente la taille des unités administratives considérées » ; par conséquent, les densités administratives seraient surestimées dans les grandes villes par rapport à celles des niveaux inférieurs de la hiérarchie urbaine, et le passage des surfaces administratives aux surfaces bâties permettrait de rectifier ce biais. La variation des densités brutes en fonction de la population des agglomérations pourrait refléter avant tout la corrélation inverse entre le pourcentage de surface urbaine non bâtie et la densité brute. Cela dit, l’absence même de relation quelque peu systématique et régulière entre la variation des densités nettes et celle des populations ne peut manquer d’interroger. Peut-être cet indicateur est-t-il statistiquement beaucoup moins dépendant de la population que ne l’étaient les superficies bâties dans la mesure où la distribution statistique des populations se caractérise, comme celle des superficies, par une amplitude beaucoup plus importante que celle des densités.

Au final, que ce soit pour les densités brutes ou pour les densités nettes, la variation de l’intensité d’occupation du sol semble peu sensible aux inégalités de taille démographique des agglomérations, même si les données agrégées par classes de taille révèlent une relation tendanciellement positive. Dans l’hypothèse où les densités nettes reflètent plus précisément que les densités brutes l’intensité moyenne d’occupation du sol, cela pose le problème de l’interprétation de l’indépendance statistique entre densités nettes et population, alors même

que plusieurs fondements théoriques soutiennent l'idée d'une augmentation des densités avec la taille des villes. On peut vérifier dans quelle mesure la nature de l'échantillon, restreint d'une part aux agglomérations de plus de 200 000 habitants (alors qu'en général, ces relations sont étudiées à partir d'échantillons plus complets), ouvert d'autre part sur différents systèmes urbains nationaux (alors que c'est souvent à l'intérieur de frontières nationales que ces relations sont vérifiées), influence la qualité des ajustements réalisés sur les densités nettes en le comparant à l'échantillon des agglomérations françaises de plus de 2000 habitants en 1990 (Tableau 3.9). Les mêmes conclusions se dégagent de cet autre test : si les densités brutes apparaissent toujours corrélées à la population, même pour les agglomérations comprises entre 20 000 et un million d'habitants, la variation interurbaine des densités nettes ressort en effet dans tous les cas comme indépendante des inégalités de taille démographique.

Tableau 3.9. La forme des relations statistiques entre superficie, densité et population des agglomérations françaises (1990)

	Forme de la fonction d'ajustement	Population 1879 agglomérations	Population 1878 agglomérations, sans Paris	Population 230 agglomérations de plus de 20 000 hab.	Population 229 agglomérations de plus de 20 000 hab, sans Paris
Superficies administratives.	Linéaire	$SA = 3,2 \cdot 10^4 \cdot P + 41$ $R^2 = 0,68$	$SA = 8 \cdot 10^4 \cdot P + 32,9$ $R^2 = 0,66$	$SA = 2,9 \cdot 10^4 \cdot P + 104,2$ $R^2 = 0,76$	$SA = 7,1 \cdot 10^4 \cdot P + 63,5$ $R^2 = 0,69$
	Puissance	$SA = 0,28 \cdot P^{0,54}$ $R^2 = 0,48$	$SA = 0,29 \cdot P^{0,54}$ $R^2 = 0,47$	$SA = 0,16 \cdot P^{0,59}$ $R^2 = 0,61$	$SA = 0,17 \cdot P^{0,58}$ $R^2 = 0,58$
Superficies bâties	Linéaire	$SB = 1,63 \cdot 10^4 \cdot P + 3,4$ $R^2 = 0,95$	$SB = 2,64 \cdot 10^4 \cdot P + 1,7$ $R^2 = 0,93$	$SB = 1,6 \cdot 10^4 \cdot P + 15,5$ $R^2 = 0,96$	$SB = 2,5 \cdot 10^4 \cdot P + 6,4$ $R^2 = 0,93$
	Puissance	$SB = 9,5 \cdot 10^4 \cdot P^{0,91}$ $R^2 = 0,8$	$SB = 9,5 \cdot 10^4 \cdot P^{0,91}$ $R^2 = 0,8$	$SB = 1,2 \cdot 10^3 \cdot P^{0,89}$ $R^2 = 0,9$	$SB = 1,2 \cdot 10^3 \cdot P^{0,89}$ $R^2 = 0,89$
Densités brutes	Linéaire	$DB = 5,1 \cdot 10^4 \cdot P + 261$ $R^2 = 0,18$	$DB = 2,2 \cdot 10^3 \cdot P + 232$ $R^2 = 0,31$	$DB = 3,9 \cdot 10^4 \cdot P + 640$ $R^2 = 0,29$	$DB = 1,4 \cdot 10^3 \cdot P + 544,5$ $R^2 = 0,28$
	Puissance	$DB = 3,54 \cdot P^{0,46}$ $R^2 = 0,4$	$DB = 3,5 \cdot P^{0,46}$ $R^2 = 0,4$	$DB = 5,9 \cdot P^{0,42}$ $R^2 = 0,43$	$DB = 5,9 \cdot P^{0,42}$ $R^2 = 0,41$
Densités nettes	Linéaire et puissance	Non significatif au seuil de 5%			

P=Population

SA=Surface administrative (km²)

SB=Surface bâtie (km²)

DB=Densité brute (hab./km²)

DN=Densité nette (hab/km²)

Sources : AEE (1996), Eurostat (1990), Megrin (1991), Moriconi-Ebrard (1994)

Peut-être l’échelle d’observation choisie, au niveau agrégé des agglomérations, participe-t-elle de cette explication. Il nous faudrait vérifier dans quelle mesure l’existence de densités centrales plus élevées dans les plus grandes villes est compensée, dans le calcul des densités moyennes, par la prise en compte de densités particulièrement faibles dans les communes périphériques, du fait de l’occupation du sol très extensive de zones aéroportuaires, de zones industrielles et commerciales ou encore d’infrastructures de communication. On peut par ailleurs suggérer que la forte variation des niveaux de densités pour des tailles des villes équivalentes est inhérente à la construction de l’indicateur. Le fait qu’une même valeur de densité puisse renvoyer à des espaces dont les superficies ne présentent pas les mêmes ordres de grandeur, est d’ailleurs souvent présenté comme une limite de cet indicateur : une densité moyenne de 500 hab./km² pouvant être aussi bien associée à une petite agglomération de 1000 habitants répartis sur 2 km² qu’à une métropole de 500 000 habitants répartis sur 1000 km², (Derycke, 1979, Fouchier, 1998). Dans le cas présent, par exemple, et même si les écarts ne sont pas aussi importants, Naples et Gênes se caractérisent par un même niveau de densité, d’environ 10 500 hab./km², alors que les superficies occupées par ces villes, respectivement 275 km² et 85 km², s’écartent de plus du simple au triple. Cela montre bien que les deux agglomérations n’appartiennent pas au même niveau de la hiérarchie urbaine, et qu’une forte densité n’aura pas tout à fait la même interprétation ni les mêmes conséquences dans l’un et l’autre de ces territoires. Il nous faut par conséquent préciser les ordres de grandeur à partir desquels ces comparaisons sont menées, et c’est pourquoi il est important de croiser les résultats relatifs à la fois aux densités et aux superficies qui précisent ces ordres de grandeur.

Si la bonne qualité de l’ajustement entre population et superficie bâtie est donc à relativiser, elle exprime quand même, sous la forme d’une tendance très générale, une constante dans l’espace disponible par habitant, quelque soit la taille des villes. Observées au niveau agrégé de l’agglomération, les grandes villes n’apparaissent globalement d’après cet ajustement ni plus ni moins consommatrices d’espace que les petites, même si, dans le détail, ces densités se caractérisent par une importante variabilité. Cette régularité peut être interprétée sous la forme d’une probabilité, qui permet de prédire l’extension des villes en fonction de leur masse démographique. Elle laisse bien apparaître une certaine marge de manœuvre, mais au-delà ou en-deçà de laquelle les extensions des villes seraient improbables, car trop « coûteuses » par comparaison avec les autres villes.

3. EMPRISE SPATIALE, SITUATION ET SITE GEOGRAPHIQUES DES AGGLOMERATIONS

Appréciée au niveau agrégé des agglomérations, la tendance à l’homogénéité des niveaux de densité nette peut être perçue comme l’expression commune d’un modèle de ville européenne, qui doit alors être nuancé par la diversité géographique des situations, indépendamment des variations produites par les inégalités de population. Une agglomération comme Madrid occupe une superficie d’environ 400 km², alors que d’après la taille de sa population, on aurait pu s’attendre à ce qu’elle occupe une superficie presque deux fois plus importante. A l’inverse, l’agglomération d’Hambourg s’étend sur environ 500 km², alors que d’après sa masse démographique, sa surface estimée n’atteint pas 400 km². Ainsi, les écarts entre l’étendue observée et l’étendue estimée d’après la population des agglomérations mettent en valeur d’importants contrastes d’intensité d’occupation du sol d’une agglomération à l’autre¹³. Leur distribution statistique trace une ligne de partage entre les agglomérations qui, toutes choses égales quant à leur poids démographique, ressortent comme plutôt compactes, et celles dont le peuplement apparaît relativement extensif. La cartographie de ces écarts¹⁴ oppose de même les agglomérations dont l’étendue réelle est plus restreinte que ne l’aurait laissé penser la taille de la population, en gamme orangée, aux agglomérations de gamme bleutée qui, compte tenu de leur population, montrent une extension « réelle » plus importante que prévu (**Figure 3.8.**). Telle quelle, cette carte se prête bien à la mise à l’épreuve d’un certain nombre d’hypothèses, souvent évoquées pour rendre compte des variations interrégionales des formes urbaines, mais rarement étayées par des mesures comparables. Afin d’identifier les facteurs les plus discriminants dans l’interprétation des écarts et des ressemblances observés, une lecture de la distribution de ces formes urbaines s’appuiera sur la recherche de régularités spatiales à différents échelons géographiques.

¹³ Pour estimer et cartographier les écarts à cette relation, nous sommes repartis de l’ajustement effectué sur l’échantillon des 119 agglomérations au complet. En effet, si la qualité de l’ajustement dépend, nous l’avons vu, de la prise en compte des unités de plus d’un million d’habitants, la position relative des agglomérations, plutôt compactes ou plutôt étalées par rapport à cette relation générale, n’en est pas significativement affectée : le fait de prendre en compte Londres et Paris ne change rien aux grandes tendances observées, et on ne relève que quelques modifications mineures lorsque les agglomérations de plus d’un million d’habitants sont intégrées à l’analyse : huit agglomérations paraissent plutôt étalées lorsque tout l’échantillon est traité, tandis qu’elles ressortent comme plutôt compactes lorsque les plus grandes agglomérations sont écartées de l’analyse (il s’agit d’Angers, Catane, Chemnitz, Hanovre, Karlsruhe, Massa, Nuremberg et Toulon).

¹⁴ Les écarts à la relation population/surface sont exprimés en proportion de la surface bâtie de chaque agglomération. On doit par exemple lire que la superficie bâtie de l’agglomération de Gênes est deux à quatre fois plus réduite (de -100% à -300%) que la surface estimée d’après la taille de sa population. Nous avons ainsi voulu tenir compte du fait qu’une sous-estimation de 300 km² de la superficie bâtie n’avait pas le même poids ni le même sens pour une agglomération de 1000 km² que pour une agglomération de 100 km².

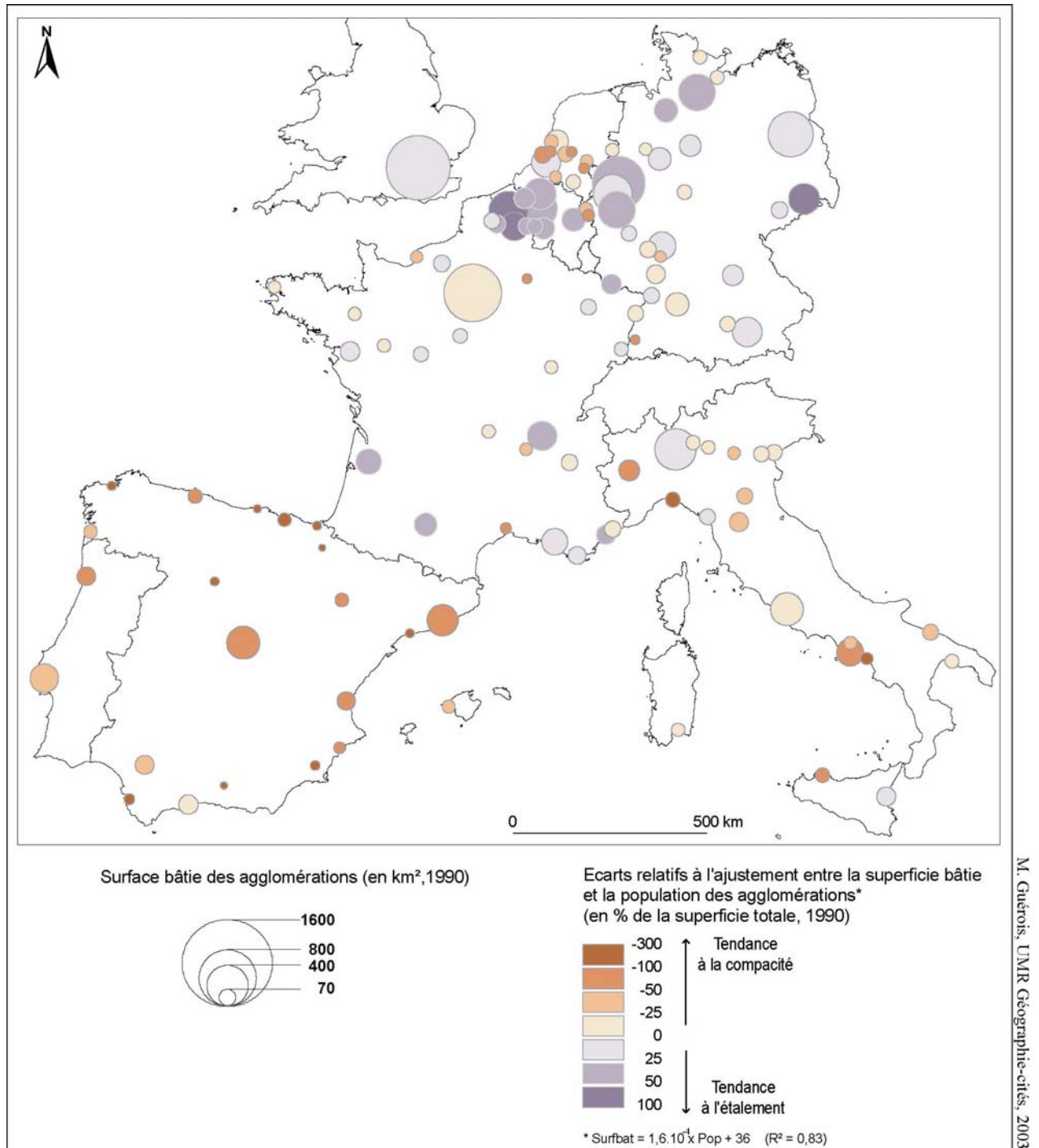
3.1. A l'échelle européenne : un gradient nord-sud de la compacité urbaine

Indépendamment de l'effet de taille des populations, la variation de l'emprise spatiale des agglomérations se structure à l'échelle européenne autour d'un gradient nord-sud de compacité. Celui-ci reproduit l'opposition souvent formulée entre la plus forte densité des noyaux de peuplement méditerranéens et la morphologie plus dispersée des peuplements urbains de l'Europe du nord (Vieillard-Baron, 2001). Plutôt qu'un gradient régulier, toutefois, il serait plus juste d'évoquer une franche opposition entre un groupe de pays méridionaux, Espagne, Portugal et Italie, dont les agglomérations montrent toutes, de manière quasi exclusive, une morphologie plutôt compacte, et un ensemble de villes plus septentrionales où domine une tendance forte, quoique moins uniforme, à un mode de peuplement urbain plus extensif.

Faut-il voir dans ce gradient l'expression d'aires culturelles européennes que l'attachement plus ou moins marqué à la culture urbaine distinguerait – les pays latins privilégiant de manière plus systématique la proximité aux centres-villes que les pays anglo-saxons et germaniques (Cattan *et al.*, 1999) ? A la recherche de critères de différenciation plus faciles à saisir, on peut faire l'hypothèse que cette distribution d'ensemble reflète pour partie la structure des parcs de logements nationaux, caractérisée à l'échelle européenne par l'opposition entre la prédominance de l'habitat individuel au nord (Grande-Bretagne, Belgique, Pays-Bas) et la sur-représentation de l'habitat collectif au sud (environ deux tiers des logements en Espagne et en Italie). On sait toutefois que le type d'habitat, s'il n'est pas sans influence sur le niveau des densités de population à l'échelle locale -les maisons individuelles consommant en général plus d'espace que les immeubles en hauteur-, n'est pas non plus déterminant à petite échelle, comme le rappellent quelques contre-exemples : les Pays-Bas comptent une proportion très élevée de maisons individuelles (71% en 1995, contre moins d'un tiers en Italie et en Espagne) alors qu'ils enregistrent les plus fortes densités de population en Europe ; *a contrario*, la Finlande et la Suède, caractérisées par leur peuplement très extensif, comptent tout autant sinon plus d'habitat collectif qu'individuel (de La Morvonnais, 1998). L'interprétation de ce gradient peut, dans un autre registre, être éclairée par l'inégale dynamique de la croissance urbaine à travers l'Europe. Observée aussi bien à l'échelon des régions fonctionnelles urbaines (Champion, 1989 ; Fielding, 1979) qu'à celle des agglomérations (Cattan *et al.*, 1999), l'existence d'un cycle de diffusion nord-sud du processus de périurbanisation, affectant d'abord les villes d'Europe du nord à partir des

années 1950, puis celles d'Europe du sud dans les années 1970, pourrait rendre compte, même à l'échelle des agglomérations, de l'inégale compacité du peuplement urbain.

Figure 3.8. Les écarts relatifs entre les superficies observées et les superficies estimées d'après les populations (1990)



Sources : AEE (1996), Eurostat (1990), Megrin (1991), Moriconi-Ebrard (1994).

A l’échelle européenne, ce gradient nord-sud n’est pas la seule structure spatiale forte susceptible de jouer sur les formes de l’urbanisation. On peut en effet s’interroger sur l’influence de la distribution contrastée des densités de population et des densités de villes de part et d’autre de la dorsale médio-européenne qui s’étend du bassin londonien à la région milanaise. L’hypothèse d’une relation entre la densité moyenne des populations et le style de peuplement de la région ou du pays dans lesquels la ville s’insère a pu être posée et testée à plusieurs reprises : les densités moyennes des villes, ressortant comme plus faibles dans les systèmes de peuplement plus extensifs, reflèteraient l’histoire du peuplement (Derycke, 1979 ; Moriconi-Ebrard, 1994, qui oppose Europe et Asie d’une part, « pays neufs » de l’autre). A l’échelle des aires urbaines françaises, S. Berroir (1998) a mis en valeur l’influence des styles de peuplement régionaux sur la forme de l’étalement des villes, en partant de l’hypothèse que de faibles densités de population et un tissu lâche de villes favorisaient la portée plus lointaine de l’étalement urbain, opposant notamment « France de l’Ouest » et « France de l’Est ». Or dans le cas présent, le principal contraste attendu, entre les agglomérations situées dans la dorsale médio-européenne et les autres, n’est pas reflété par la variation de l’emprise spatiale des agglomérations. Plusieurs des agglomérations de la dorsale des plus fortes densités de population montrent une tendance à l’étalement, à l’image de Francfort, des agglomérations de la Rhin-Rhur ou des agglomérations belges, mais l’appartenance à cette région de très fortes densités n’est pas discriminante, de telles tendances s’observant tout aussi bien dans des régions de faibles densités, à l’écart de la dorsale (Bordeaux et Toulouse en France, Dresde et Berlin en Allemagne, par exemple). D’autre part, on peut s’appuyer sur le cas –particulier- des agglomérations néerlandaises et sur les cas de Stuttgart, Darmstadt, Mannheim, entre autres, pour montrer que plusieurs des agglomérations de cette dorsale s’avèrent relativement compactes. L’hypothèse de l’influence du style de peuplement régional devrait ainsi, pour être éprouvée de manière plus complète, être testée à partir d’un échantillon plus étoffé de villes, dans le périmètre élargi des régions urbaines fonctionnelles.

3.2. Emprise spatiale et cohérences nationales

A l’échelle européenne, c’est donc avant tout l’opposition nord-sud de peuplements plutôt extensifs ou intensifs qui ressort. Cela dit, si les agglomérations italiennes apparaissent dans leur ensemble plus compactes et les agglomérations rhénanes globalement plus étalées, la distribution générale des tendances à la compacité ou à l’étalement ne suit pas strictement ce

gradient. Elle est notamment troublée par la compacité relative de la plupart des agglomérations néerlandaises et par d’autres régularités qui font ressortir l’existence de niveaux d’emprise spatiale relativement homogènes dans des contextes nationaux.

Cette cohérence peut d’abord se lire à travers les différents ajustements obtenus d’un pays à l’autre pour estimer la superficie bâtie en fonction de la population – et ce même si la qualité variable de ces ajustements souligne aussi, selon les pays, le poids de facteurs qui ne suivent pas cette logique nationale¹⁵ – (**Tableau 3.10**) : la plus faible pente de l’ajustement obtenu pour les agglomérations italiennes montre, par exemple, que l’augmentation des superficies en fonction de la taille démographique est plus modérée en Italie qu’en France ou *a fortiori* qu’en Allemagne, et donne une autre image de la plus forte compacité relative des agglomérations italiennes.

Mais à la lecture de la carte, c’est avant tout le cas des agglomérations néerlandaises qui retient l’attention, dans la mesure où il interrompt le gradient nord-sud de compacité croissante, la majorité des agglomérations ressortant comme relativement compactes ; seule Rotterdam se démarque par un étalement plus prononcé, mais celui-ci est avant tout lié à l’importante emprise des superficies consacrées à l’activité portuaire. Le même ajustement réalisé sur les superficies strictement urbanisées aboutit à la plus forte compacité de l’ensemble des agglomérations néerlandaises. Le cas de la compacité des villes néerlandaises a été suffisamment commenté pour y reconnaître l’influence combinée des « contraintes que le drainage des polders fait peser sur les extensions urbaines », de la grande rigueur de fait de l’aménagement du territoire aux Pays-Bas, qui « a le souci de maintenir des coupures vertes entre les zones urbanisées, dans le cadre de la planification de la Randstadt mise sur pied en 1958 » et qui est renforcée, à l’échelle locale, par « les politiques d’achat de terrains pratiquées de longue date en avant du front bâti par les différentes municipalités » (Vandermotten, 1999).

¹⁵ On notera que pour ces ajustements nationaux, le recours aux superficies bâties se solde par des ajustements nettement meilleurs que dans le cas des ajustements réalisés sur les superficies administratives.

Tableau 3.10. Variations nationales de l’estimation des superficies bâties en fonction de la population des agglomérations ¹⁶

Pays	Nombre d’unités	Paramètres de l’ajustement linéaire		
		Pente de l’ajustement ($\cdot 10^{-4}$)	Constante	Qualité de l’ajustement (R^2)
France*	28	3,1	-2.4	75%
Italie	20	1,3	17.5	90%
Allemagne	27	2,2	14.7	97%
Esp./Portugal	22	0,9	15.8	94%
Belgique	7	2,9	55	99%
Pays-Bas	13	2	-1.3	92%
Ensemble	117	1,6	35.5	72%

*sans Paris

Sources : AEE (1996), Eurostat (1990), Megrin (1991), Moriconi-Ebrard (1994)

A plusieurs reprises, on serait tenté d’interpréter les autres distributions nationales, surtout lorsqu’elles montrent une certaine homogénéité, à la lumière des politiques d’aménagement du territoire, certaines favorables à la compacité des villes – à l’image du cas néerlandais –, d’autres plus laxistes vis-à-vis de la maîtrise de l’étalement urbain – cas par exemple de la Belgique, où toutes les agglomérations montrent la même tendance à l’étalement–. Quelques contre-exemples et ambiguïtés incitent néanmoins à une lecture plus prudente : dans le cas des agglomérations italiennes, les fortes densités relatives des agglomérations semblent davantage témoigner de l’épaisseur historique d’un bâti rarement remanié ou bien dans certains cas, de l’influence d’une topographie contraignante, que de la vigueur d’une politique de contrôle de l’étalement urbain qui est, au contraire, par son insuffisance, souvent tenue pour responsable de l’expansion de la « città diffusa » au-delà des limites des agglomérations (Detragiache, 2003). On peut supposer que dans le cas de la Belgique, la présence exclusive d’agglomérations au peuplement extensif renvoie en partie au biais introduit par la plus grande finesse de représentation du bâti dans l’image CORINE. Cela dit, on ne relève pas de discontinuité notable avec la plupart des agglomérations françaises situées de l’autre côté de la frontière, à Lille-Courtrai, Lens, Béthune et Valenciennes. Notons enfin que le cas de la France, qui ne s’inscrit pas dans ce gradient nord-sud à l’échelle de son territoire, comme en

¹⁶ Les agglomérations belges et néerlandaises sont mentionnées à titre indicatif car leur effectif est trop réduit pour que

témoigne l’étalement relativement marqué des agglomérations de Bordeaux et de Toulouse, est sans doute à rapporter au caractère relativement récent du souci de « ménagement de l’espace » dans un pays aux densités peu élevées en comparaison de celles du nord-ouest européen (Guérois, Pumain, 2002).

3.3. Emprise spatiale et spécificités locales

D’autres facteurs de différenciation pourraient être invoqués pour rendre compte de contrastes observés à un échelon plus local. L’influence du site physique de l’agglomération, compris au sens large de site d’extension (Vandermotten, 1999), est parfois notable. Le cas de Stuttgart, dont les extensions urbaines empruntent plusieurs vallées exiguës, peut être par exemple confronté au caractère plus dilaté de l’agglomération de Munich, qui s’étend à la faveur du piémont bavarois. Par ailleurs, les villes de littoral escarpé comme Gênes, Palerme ou Nice, sont en général aussi celles qui montrent l’intensité d’occupation du sol la plus élevée. Cette influence reste toutefois à relativiser à cette échelle de comparaison : elle se combine avec d’autres déterminants qui font que l’agglomération de Madrid, par exemple, apparaît, à partir du site dégagé de la Meseta castillane, beaucoup plus compacte que d’autres villes associées *a priori* à des topographies localement un peu plus contraignantes –on pense par exemple à Francfort. Dans un autre registre, on peut s’interroger sur la manière dont joue l’inscription des agglomérations dans des générations différentes de tissus urbains. L’étalement très prononcé des agglomérations de la région Rhin-Rhur incite par exemple à interroger l’effet d’une spécialisation industrielle qui, outre qu’elle contribue à rehausser la part des superficies occupées par les zones industrielles, est associée à une génération de tissus urbains généralement moins denses que ceux des villes plus anciennes. On peut noter par ailleurs que l’effet des reconstructions d’après-guerre n’apparaît pas déterminant à cette échelle pour différencier l’emprise spatiale des agglomérations (on aurait pu le suggérer pour Berlin et Dresde, mais des villes comme Brest, Caen ou Le Havre présentent autant de contre-exemples).

Telle quelle, cette carte offre un bon support à la distinction de plusieurs modèles agglomérés. Elle offre certes une différenciation proche de celle que produit la cartographie des densités nettes (**Figure 3.3**) ; les villes dont la densité est la plus forte ressortent également comme celles dont les superficies bâties ont été le plus sous-estimées par le calcul des surfaces

¹ l’ajustement soit significatif.

occupées à partir des populations. Mais dans le détail, les positions des villes sont sensiblement différentes, et nous semblent plus pertinentes dans la mesure où elles sont ici situées par rapport à une régularité observée, toutes choses égales quant aux inégalités de taille démographique.

CONCLUSION

En confrontant les mesures de l’emprise spatiale dérivées de l’indicateur classique de superficie administrative aux mesures dérivées d’un indicateur plus original et plus précis de surface bâtie, nous avons montré l’apport de l’image CORINE à la définition de l’emprise spatiale des agglomérations et à la fiabilité de leur comparaison. La surface bâtie peut certes être globalement estimée en fonction de la surface administrative des agglomérations. Mais nous avons pu vérifier, dans le détail, la sensibilité des mesures d’emprise spatiale à l’hétérogénéité du maillage administratif, en montrant que le passage aux surfaces bâties introduisait des modifications notables dans les positions relatives des agglomérations. De fait, lorsque les populations sont rapportées aux surfaces bâties, on n’observe plus de relation entre les densités « nettes », estimées de cette façon, et les mesures habituelles de densité brute.

Ces mesures d’emprise spatiale ont permis d’apprécier de manière plus réaliste la variabilité de l’étendue et de l’intensité d’occupation du sol des agglomérations. Elles se sont prêtées, ainsi, à l’examen d’un certain nombre d’hypothèses sur l’existence et le rôle de facteurs généraux permettant d’apporter un éclairage à ces contrastes. Le premier facteur testé, élémentaire mais souvent oublié, a été celui de la taille des agglomérations, appréciée d’après leur population. La relation entre la surface bâtie des agglomérations et leur population a fait l’objet d’un examen minutieux, jamais réalisé à cette échelle, dont on a pu tirer des conclusions importantes malgré la difficulté des interprétations. Nous avons d’abord montré, en allant dans le sens des travaux empiriques déjà menés sur les surfaces administratives, que la variation de l’étendue occupée par les agglomérations était très étroitement liée aux inégalités de population. Les surfaces bâties peuvent en effet être estimées en fonction de la masse démographique des populations, même si la qualité de l’ajustement n’est très satisfaisante que lorsque toutes les villes de l’échantillon, y compris les plus grandes, sont considérées. Il est difficile néanmoins de déterminer précisément la forme de cette relation, dans la mesure où la fonction linéaire en donne une aussi bonne approximation que la fonction puissance, habituellement plus adéquate. En revanche, nous avons constaté que la variation des densités moyennes, estimées à partir des surfaces bâties, ne dépendait des populations qu’à travers une relation très générale d’augmentation des niveaux de densité en fonction de classes de tailles de population.

Imparfaitement éclairé par les contrastes de taille démographique des agglomérations, le degré plus ou moins fort de l’intensité d’occupation du sol a été confronté à d’autres hypothèses. Sans chercher à restituer et à démêler la complexité des explications sur la diversité des formes urbaines, nous avons confronté la distribution spatiale des formes aux principales hypothèses habituellement invoquées pour rendre compte de ces variations interrégionales. Nous avons ainsi pu vérifier l’existence d’un gradient de compacité perceptible à l’échelle des agglomérations et opposant les peuplements moins denses des villes de l’Europe du nord-ouest aux formes plus compactes des villes de l’Europe méditerranéenne. De plus, un certain nombre de nuances ont pu être apportées à la définition de cette structure forte de la différenciation des formes urbaines à l’échelle européenne, en valorisant ou relativisant tour à tour l’influence de l’appartenance nationale des agglomérations, des contextes régionaux de peuplement ou de la topographie locale. Une telle représentation offre donc une première entrée dans l’interprétation de la diversité des formes à partir d’indicateurs élémentaires, mais affinés par le recours à l’image CORINE, même s’il reste difficile de hiérarchiser les facteurs responsables de cette diversité. En tant que tels, ils contribuent à alimenter le débat sur les différences de consommation d’espace et sur les contraintes d’accessibilité.

Il serait cependant imprudent de formuler l’équivalence entre cette approche de mesures globales, de masses correspondant à la concentration et à la dispersion absolue ou relative des agglomérations, et la notion de compacité, telle qu’elle est souvent reprise dans les débats sur le développement urbain durable. Cette approche ne rend ainsi compte que d’un aspect de la compacité morphologique à l’échelle des agglomérations, car l’association entre une forte emprise spatiale et un degré élevé de compacité n’est pas systématique. A cette échelle, la comparaison des étendues occupées et des densités d’occupation n’épuise pas la mesure de la compacité moyenne des agglomérations et ne renvoie qu’une image partielle de cette notion. Pour ne prendre qu’un exemple, la majorité des agglomérations littorales se caractérisent par une emprise spatiale très élevée, mais leur forme d’inscription spatiale, de type souvent linéaire et fragmenté, ne correspond pas forcément à la morphologie la plus compacte en termes de distance au centre ou encore de régularité du périmètre de l’agglomération. Les indicateurs d’emprise spatiale ne gagneraient-ils pas à être complétés par une approche de la compacité qui tienne compte davantage de l’inscription spatiale des agglomérations et du dessin de leur expansion physique ?

CHAPITRE 4

LA CONFIGURATION DES TACHES URBAINES

De même que les indicateurs de superficie et de densité décrivent l'emprise spatiale, absolue et relative, des espaces urbanisés, la compacité morphologique des agglomérations peut être décrite à partir de la notion de configuration spatiale, qui tient compte de la forme des extensions de l'agglomération morphologique et du dessin de son contour. De la ville étendue en « doigts de gants » (ou qui étend ses « tentacules », selon la manière dont ces extensions sont perçues), à l'urbanisation « rubanée » de la ville linéaire, en passant par les nuances introduites par les dispositions en « croix » ou en « patte d'oie », l'examen de cette configuration contribue souvent, au même titre que la description du site et du parcellaire urbains, à souligner la spécificité d'un profil de ville, à restituer un visage dont les traits seraient reconnaissables vus du ciel. Dans la même perspective monographique, l'étude statique de la configuration du bâti est souvent perçue comme un « arrêt sur image » (Durand-Dastès, 1999) de la propagation du tissu urbain à travers l'espace, de limites et de formes depuis longtemps remodelées (Derycke, 1979). On distingue souvent, par exemple, les phases d'élongation de l'agglomération le long d'axes rayonnants, liées aux extensions des lignes de transport rapide, et celles de « remplissage », qui redonnent des formes plus compactes en comblant les vides interstitiels.

A première vue, la portée comparative d'une telle approche semble, pour ces raisons, moins couramment explorée que celle des indicateurs d'étendue ou d'intensité d'occupation du sol, autour desquels se cristallisent les réflexions sur la morphologie « durable » des villes. Cette dimension n'est pas pour autant absente des débats sur le bien-fondé du modèle de ville compacte. La confrontation de différentes configurations urbaines fait également écho aux enjeux qui ressortent de ces débats et qui, de manière plus fondamentale, interrogent l'impact de la morphologie du bâti sur l'environnement ou sur l'organisation des sociétés urbaines. On

a vu combien, dès le XIX^e siècle, la question de la forme des extensions urbaines avait pu guider les choix d'urbanisme. On a mesuré à quel point les modèles de ceinture verte, de ville digitée, de ville linéaire, renvoyaient à différentes stratégies et à différentes perceptions de l'étalement urbain. Dans un sens, ces références alimentent encore les débats actuels : la morphologie d'ensemble de la tache urbaine, entendue comme l'enveloppe de la zone de bâti continu¹, renvoie d'une part à la question de l'intensité de la consommation des sols en périphérie, consommation plus ou moins élevée selon que l'urbanisation est dirigée le long d'axes privilégiés ou spontanée, « dilatée » en tache d'huile, sans direction préférentielle. Cette question s'articule étroitement à celle de l'accessibilité dans les villes puisqu'on oppose souvent, à l'accessibilité « généralisée » des espaces environnants permise par la diffusion de l'automobile, le développement de transports en commun qui accompagnerait la concentration d'espaces urbanisés le long d'axes de transport privilégiés. De même, cette question est associée à la nature et à la complexité du contact entre les espaces bâtis et les espaces verts, à propos desquels on s'interroge pour savoir quelle est la configuration morphologique permettant de maximiser ce contact au bénéfice des citoyens, sans porter atteinte à l'intégrité des espaces verts.

La comparaison des formes de taches urbaines participe donc à l'évaluation de la compacité morphologique des agglomérations, appréciée jusqu'à présent au prisme des mesures globales d'emprise spatiale. De la même manière que les fortes densités étaient un indicateur de compacité morphologique, on peut partir de l'hypothèse que la forme qui correspond, d'un point de vue géométrique, à la compacité maximale est celle du cercle. On associe par là même la notion de compacité à la manière dont une forme d'occupation de l'espace permet de minimiser les distances - distances au centre et distances entre les lieux les plus éloignés - et de minimiser le contact entre les espaces de la continuité bâtie et les zones bâties plus fragmentées. Bien entendu, cette équivalence doit être nuancée lorsque transposée aux cas plus concrets des agglomérations. Parce que la morphologie du réseau de communications est à prendre en compte et que la métrique euclidienne n'est qu'une approximation des distances urbaines, on doit se garder d'une association trop rapide entre compacité géométrique et formes d'accessibilité optimale. De plus, cette association est loin de faire consensus ; la supériorité de la référence circulaire est par exemple discutée par opposition à un modèle

¹ L'expression de « tache urbaine » est parfois utilisée, dans le milieu des urbanistes notamment, pour désigner les formes bâties plus ou moins fragmentées issues de l'étalement urbain, à l'échelle des aires fonctionnelles.

fractal de tache urbaine digitée, présenté comme plus favorable à l'optimisation du contact entre espaces verts et espaces bâtis (Frankhauser, Genre-Grandpierre, 1998). Enfin, parce qu'à cette échelle, une extension de forme concentrique peut refléter un développement spatial en « tache d'huile », plus consommateur d'espace qu'un développement dirigé le long des grands axes de communication. Aussi doit-on considérer l'équivalence entre compacité géométrique et compacité urbaine comme un jalon dans la confrontation des morphologies d'ensemble des agglomérations européennes.

Nous avons choisi, dans cette perspective, de comparer les configurations observées en combinant trois paramètres de forme qui nous semblent essentiels, compte tenu des enjeux associés à l'accessibilité, à la consommation d'espace ou à l'articulation entre espaces bâtis et non-bâtis. D'une part, le degré d'élongation des formes, qui oppose aux deux extrêmes les développements spatiaux concentriques et linéaires ; d'autre part leur degré de digitation, qui rend compte de l'importance du développement radial des extensions urbaines ; enfin, à une échelle plus détaillée, le degré d'irrégularité et d'indentation du contour, qui traduit la complexité du contact entre espaces bâtis et espaces non bâtis, aux marges de l'agglomération.

Le principal problème soulevé par la comparaison de ces configurations est celui de la mesure de formes qualitatives très diverses dans le détail. Cette question difficile a été notamment discutée à travers la recherche d'indices de forme, dont nous rappelons les principales exigences avant de justifier le choix de certains d'entre eux pour caractériser les agglomérations de plus de 500 000 habitants de notre échantillon. Cette démarche nécessite que nous explorions les possibilités d'identification et de délimitation des contours d'agglomérations morphologiques à partir de l'image CORINE Land cover, afin de les soumettre aux indices de forme. C'est sur ces bases que nous présentons l'élaboration d'une typologie des formes urbaines européennes, en testant l'apport potentiel de certains indices de forme. Peut-on dégager de la confrontation des indices aux taches urbaines des catégories pertinentes de formes ? Comment ces types se répartissent-ils à l'échelle européenne, et quel est l'apport de cette nouvelle dimension à l'examen et à la comparaison de la compacité morphologique des agglomérations ?

Elle ne coïncide pas toujours, dans le sens commun, avec l'acception que nous lui donnons ici, à l'échelle des agglomérations morphologiques.

1. METHODES POUR UNE MESURE DES FORMES URBAINES

1.1. Le recours aux indices de forme en géographie

La forme des taches urbaines est souvent décrite à l'aide d'un vocabulaire imagé : le développement urbain est de forme concentrique lorsqu'il s'effectue en « tache d'huile », des extensions guidées par les axes de transports donnent à l'ensemble une allure « digitée » (« Copenhague aux doigts de gant »), des conurbations s'étirent le long de littoraux ou de bassins industriels, la morphologie de certaines agglomérations, comme Stuttgart, est décrite comme très fragmentée... Quoique évocatrice, cette description qualitative des formes se trouve limitée lorsqu'il s'agit de caractériser un grand nombre d'entre elles de manière précise. Ces catégories restent en effet à la fois trop subjectives et trop générales pour permettre d'apprécier dans la nuance la manière dont se différencient des formes urbaines aux configurations variées.

Plusieurs méthodes, transposées à l'étude comparative, spatiale et temporelle, des formes en géographie, ont été proposées pour définir des indices statistiques qui permettent d'« exprimer les formes observées de façon mesurable (...) en les traduisant par des données numériques » (Cauvin, Rimbert, 1976). Les premières, et à ce jour encore les plus nombreuses, ont été développées dans les années 1950 et 1960, soutenues par l'essor de l'analyse spatiale : importées de disciplines comme les mathématiques, la physique ou la biologie, la caractérisation de ces « taches » participe alors de la description quantitative de données de type surfacique, parallèlement à celle des données linéaires et ponctuelles. Elle trouve tout aussi bien son application dans la typologie des formes urbaines que dans celle des bassins-versants, des affleurements géologiques ou des circonscriptions électorales (Haggett, 1973). Ces recherches se sont depuis quelque peu taries ; toutefois, l'intérêt porté à l'analyse d'images, aux systèmes d'information géographique, ainsi que le transfert en géographie de cadres théoriques tels que ceux de la géométrie fractale ou de la morphologie mathématique, ont soutenu la reprise récente de la réflexion développée autour de la mesure des formes. On ne donnera qu'un aperçu de ce foisonnement en insistant sur les indices permettant de caractériser des formes fermées et homogènes, comme le sont les taches urbaines.

Face à la richesse des travaux portant sur la description et la modélisation des structures spatiales intra-urbaines - en particulier sur la forme du gradient des densités intra-urbaines-, peu de géographes se sont attachés à mesurer la configuration spatiale des villes à l'échelle de la tache urbaine. On peut néanmoins distinguer plusieurs types d'indices de forme utilisés dans ce sens, dont on présente ici les principales caractéristiques : on souhaite ainsi faire ressortir les enjeux méthodologiques soulevés par de telles mesures et ainsi mieux justifier la sélection d'indices effectuée pour différencier les agglomérations européennes. Avant toute chose, il importe de souligner que si la construction de ces indices témoigne de choix méthodologiques distincts, elle repose aussi sur plusieurs exigences communes : ces mesures doivent décrire le contour et la disposition des formes sans enregistrer d'effets de taille – on parle d'indices « sans dimension » - ni d'orientation de ces formes. De plus, une même valeur ne doit pas correspondre à deux formes distinctes. Cette recherche du caractère univoque des indices proposés participe des principales difficultés rencontrées dans la mesure de faits qualitativement connus. Enfin, les indices ne doivent pas être trop sensibles aux variations de détail des contours des formes. Dans le cas précis de la comparaison morphologique des agglomérations européennes, il sera également question de savoir comment différencier des formes complexes à l'aide d'indices reproductibles et relativement simples à mettre en œuvre.

1.1.1. Les indices « arithmétiques » de compacité et d'élongation

La première génération d'indices pose les fondements de ce que C. Cauvin et S. Rimbert (1976) qualifient de mesures « dérivées », ainsi désignées parce qu'elles reposent sur la combinaison de plusieurs variables de forme plus ou moins élémentaires. Deux familles d'indices de cette génération sont en général distinguées. La première, parfois qualifiée d'« arithmétique », s'appuie sur la confrontation de la forme à mesurer avec des figures géométriques standards, en général le cercle, plus connues et plus faciles à caractériser d'un point de vue algébrique. Les indices sont construits de manière à ce que les formes soient classées en fonction de leur degré de ressemblance avec cette figure de référence. En d'autres termes, c'est en quelque sorte la déviation de la forme observée par rapport à une figure géométrique remarquable qui sert de point d'appui à la comparaison.

Le calcul de ces indices résulte de la combinaison de plusieurs variables élémentaires de forme, qu'il s'agisse de points (par exemple le centre géométrique de la figure), de lignes (la

longueur du plus grand axe, le périmètre) ou de surfaces (la superficie de la figure, du plus grand cercle inscrit et du plus petit cercle circonscrit à la figure) (Haggett, 1973). Le rapport des valeurs obtenues sur au moins deux de ces paramètres est comparé aux valeurs-étalons de la figure de référence. Il existe ainsi plusieurs indices de compacité qui comparent la longueur du périmètre à la superficie, la superficie du plus grand cercle inscrit à celle du plus petit cercle circonscrit, ou bien encore la longueur du plus grand axe à la superficie (**Figure 4.1.**). Afin que l'ordre de grandeur de la mesure des formes observées soit comparable aux dimensions de la figure de référence, le rapport des variables de forme est toujours normé de manière à ce que, par construction borné entre 0 et 1, la valeur 1 signale la ressemblance parfaite avec la figure de référence. Dans le cas, fréquent, où la figure de référence est celle du cercle, l'indice tend vers 1 lorsque la forme se rapproche d'une figure circulaire, et tend vers 0 lorsque, allongée et/ou irrégulière, elle s'en éloigne.

Ce premier groupe d'indices relativement simples à mettre en œuvre est en général critiqué pour deux raisons principales : d'une part leur dépendance à l'égard de catégories de formes géométriques définies *a priori*, responsable d'une perte d'information trop importante, et leur caractère parfois équivoque dans la mesure où une même valeur peut renvoyer à deux formes différentes. D'autres auteurs ont proposé des indices plus sophistiqués qui sont censés dépasser ces limites en « pren[ant] en compte en même temps toutes les variations importantes du contour de la surface » (Cauvin, Rimbart, 1976).

Figure 4.1. Exemples d'indices de forme élémentaires

Nom de l'indice	Expression algébrique	Source
Indice de circularité	$\frac{S}{\pi \left(\frac{P}{2\pi} \right)^2}$	Miller, 1953
Coefficient de compacité	$\frac{S}{(0,5L)^2 \pi^2}$	Gibbs, 1961
Coefficient de compacité	$\frac{S}{S'}$	Cole, 1964
Coefficient de compacité	$\frac{P}{2\pi \sqrt{\frac{S}{\pi}}}$	Gravelius, 1963
Indice elliptique	$\frac{L}{2 \left(\frac{S}{\pi(L/2)} \right)}$	Stoddart, 1965

Où S est la superficie de la figure, P le périmètre, L la longueur du plus grand axe et S' la superficie du plus petit cercle circonscrit à la figure.

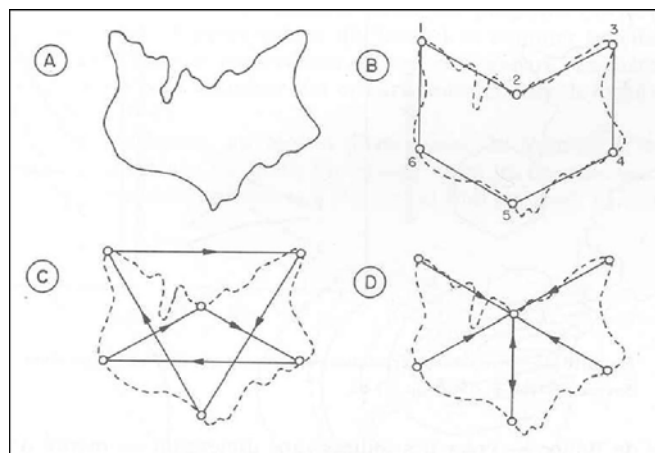
Sources : d'après Haggett (1973) et Cauvin, Rimbart (1976)

1.1.2. Les indices « géométriques »

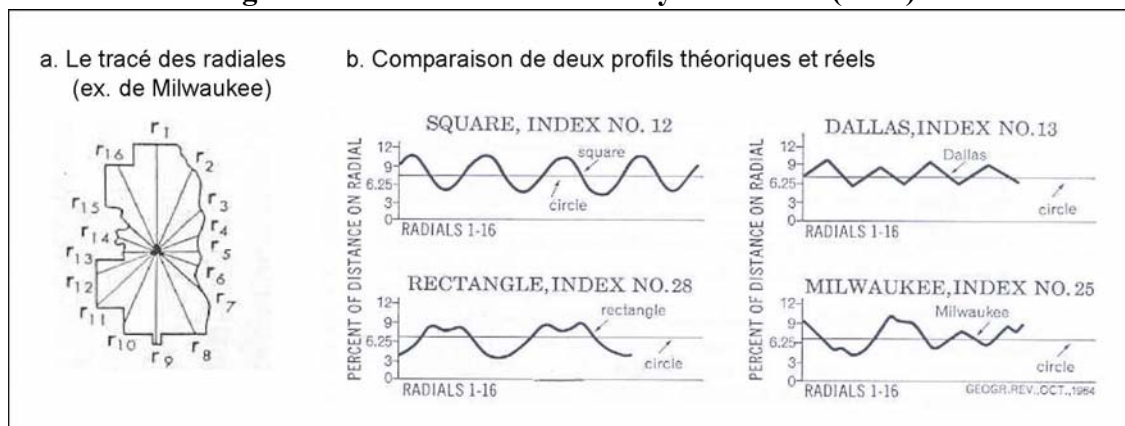
Pour se libérer de toute référence à une forme standard, Bunge (1962) propose une méthode (« vertex-lag method ») qui permet d'assimiler la forme observée à un polygone de n sommets et d'en décrire la disposition en se fondant uniquement sur les distances qui séparent les sommets : il calcule dans un premier temps la somme des distances entre chaque sommet voisin (d'ordre 1), puis la somme des distances entre deux sommets séparés par un sommet intermédiaire (d'ordre 2), puis deux sommets intermédiaires (voisins d'ordre 3), et ainsi de suite, le total de ces sommes devant au final permettre de définir la forme du polygone de manière univoque (**Figure 4.2.**).

L'indice « radial » créé par Boyce et Clark (1964) tient compte quant à lui de la distance qui sépare le centre de la forme et son contour. Le calcul de cet indice s'appuie sur la définition d'un certain nombre de radiales régulièrement espacées à partir du centre (en général 8 ou 16 rayons). C'est la variation des longueurs de ces radiales qui définit l'indice de forme, dont les valeurs suivent un continuum balisé par les valeurs-étalons de formes géométriques élémentaires. Dans l'exemple ci-dessous (**Figure 4.3.**), ces valeurs varient entre 0 pour le cercle et 175 pour la ligne droite. La précision de la mesure repose sur le nombre d'axes retenus, tout comme les valeurs de l'indice de Bunge dépendaient du nombre de sommets pris en compte, et donc du degré de généralisation des côtés des formes observées. Plus récemment, F. Medda *et al.* (1998) sont également revenus sur cette méthode en proposant un indice moins sensible aux effets de taille et d'orientation.

Figure 4.2. L'indice de Bunge ou la méthode des sommets polygonaux (1962)



Selon Bunge, toute forme (A) peut être assimilée à un polygone de n sommets (B). La forme de ce polygone peut être caractérisée de manière univoque à partir de la somme des distances séparant chaque sommet de son voisin d'ordre 1 (D), 2 (C), etc.
Source : Bunge (1962), d'après Haggett (1973).

Figure 4.3. L'indice radial de Boyce et Clark (1964)

Source : Boyce et Clark (1964).

Plus récemment, la mesure de la relation superficie/périmètre saisie par des indices comme ceux de Miller a été relancée et approfondie à travers l'application des indices fractals à l'étude des formes urbaines (Batty, Longley, 1994 ; Frankhauser, 1994).

1.1.3. Des applications et des interprétations limitées

Le degré de sophistication atteint dans la recherche de mesures adéquates de formes n'a pas son équivalent du côté des commentaires et des interprétations qui s'en inspirent et les prolongent, bien que ces préoccupations soient souvent présentes (Medda *et al.*, 1998). Gibbs (1961) a par exemple souligné l'intérêt du croisement de ces mesures avec des questions de planification urbaine, reconnaissant par ailleurs que la variété de formes urbaines observées devait être prolongée par un effort d'interprétation. Or en amont, alors que dans les sciences « dures », le succès des indices de formes est nourri par l'apport des typologies à la connaissance des processus responsables de ces formes, on ne retrouve rien de tel du côté de l'application des indices aux formes urbaines. Il n'y a pas d'équivalent à ce que la « morphologie urbaine » pratique à l'échelle des plans de villes et de l'architecture fine du bâti (Panerai *et al.*, 1997) et ce même si, récemment, la recherche d'articulations entre formes décrites et processus en cause a pu être relancée par l'application des mesures fractales aux formes urbaines. Par ailleurs, on a peu approfondi la confrontation des mesures de formes à d'autres variables pour évaluer, en aval, l'impact des formes urbaines sur le fonctionnement des villes. Les quelques auteurs qui s'y sont essayés, tentant de faire le lien entre la forme plus ou moins circulaire des villes et leurs performances économiques, ou les coûts d'équipement et de fonctionnement des réseaux, restent particulièrement prudents dans les interprétations (Boyce et Clark, 1964 ; Magnan, Mathieu, 1975, cités par Derycke, 1979).

Une des réflexions récurrentes dans les travaux portant sur les indices de forme est donc le constat de l'insuffisante exploitation du potentiel que cette approche morphologique recèle. Par ailleurs, puisque les politiques s'y réfèrent à travers la problématique de la ville compacte, il est important d'en produire des mesures. Toute la difficulté est de décrire des configurations qui s'éloignent des formes géométriques connues. On peut suggérer, à ce titre, que l'une des pistes les plus prometteuses n'est pas l'utilisation isolée d'une seule mesure, mais au contraire, la combinaison de plusieurs indices pour caractériser plusieurs dimensions des formes étudiées.

1.2 Une combinaison d'indices pour décrire la compacité morphologique des agglomérations

1.2.1. Composition et calcul des indices retenus

Parmi les indices de forme présentés, nous avons choisi de recourir aux indices « arithmétiques », les plus élémentaires : cette série d'indices est bien adaptée à la mesure de la compacité des formes, si l'on retient le cercle comme figure de référence pour décrire les différents degrés de compacité morphologique. Ces indices répondent bien par ailleurs au souci de ne tenir compte que de la disposition spatiale de la tache urbaine, indépendamment de sa taille et de son orientation. D'un point de vue plus pragmatique, le nombre d'agglomérations à analyser nous a conduit à choisir des indices relativement simples à mettre en œuvre, suivant une démarche facilement reproductible d'une forme à l'autre². Or les indices « géométriques », « très séduisants dans leur conception, posent des problèmes d'application en raison de l'approximation plus ou moins précise et du temps de construction - manuelle - qu'ils exigent » et sont en général plus longs et plus compliqués à établir (Cauvin, Rimbert, 1976). Reste à savoir dans quelle mesure les dimensions d'étirement, de digitation et d'indentation que nous souhaitons mettre en valeur sont reflétées par ces indices.

La **figure 4.4.** présente dans le détail la composition des six indices retenus. Ces derniers peuvent tous être considérés comme des indices de compacité dans la mesure où ils sont construits en fonction des propriétés géométriques du cercle, de sorte que, bornés entre 0 et 1,

² La démarche devait également être compatible avec les fonctions du logiciel de SIG Arcview (version 3.2.) utilisé pour représenter et combiner les variables de forme.

ils tendent vers 1 si la forme se rapproche de celle du cercle. Ils reprennent pour la plupart des indices déjà utilisés dans la littérature :

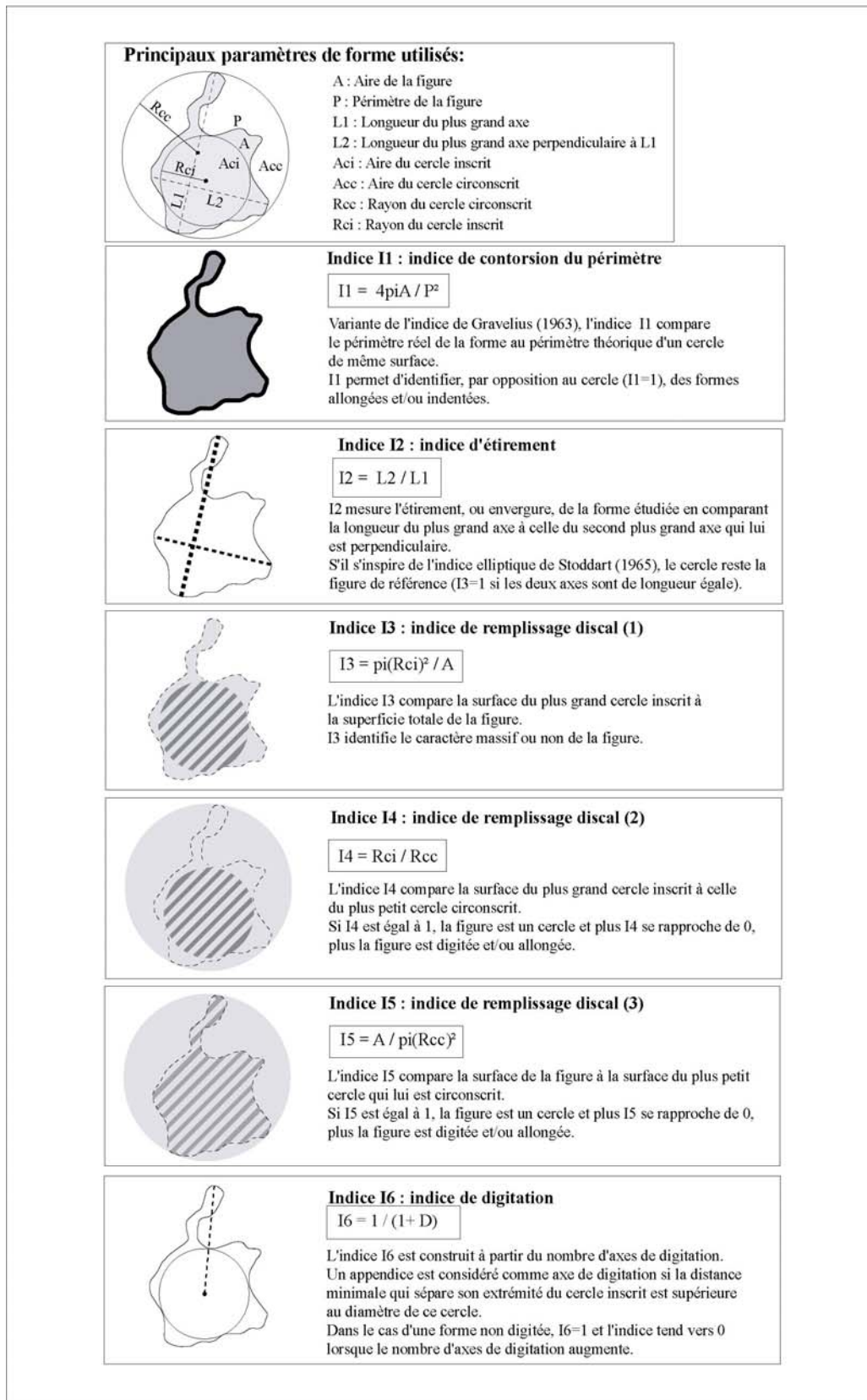
- L'indice **I1** s'appuie sur les mesures du **périmètre** et de la surface pour décrire le degré d'irrégularité du contour de la forme : La compacité maximale est obtenue lorsque, compte tenu de la surface occupée, la longueur du périmètre est la plus courte possible. Le calcul de cet indice repose donc sur le rapport entre la superficie occupée par l'agglomération morphologique et la longueur de son contour ; en d'autres termes, l'indice compare le périmètre de la tache urbaine au périmètre théorique d'un cercle qui aurait la même surface. Tel quel, il se présente comme l'inverse du rapport mesuré par l'indice de compacité de Gravelius (1963)¹, mais se rapproche surtout de l'indice fractal retenu pour caractériser le degré de sinuosité du contour des formes urbaines. C. Cauvin et S. Rimbart (1976) estiment qu'utilisé seul, il « ne permet pas de séparation de forme très intéressante » dans la mesure où une faible valeur peut correspondre à une forme soit très étirée, soit circulaire mais très digitée. Mais l'ambiguïté de la mesure renvoie aussi à l'échelle à laquelle l'irrégularité du périmètre est saisie : on peut en particulier s'interroger sur la manière dont un tel indice permet de distinguer une forme circulaire globalement très digitée d'une forme circulaire peu digitée mais dont le périmètre est dans le détail très irrégulier.

- L'indice **I2**, ou indice d'étirement, tout en s'inspirant de l'indice elliptique de Stoddart (1965)¹, est, à la différence de celui-ci, toujours construit en fonction des propriétés géométriques du cercle et non de l'ellipse. Il mesure le rapport entre la **longueur du plus grand axe** et celle du second plus grand axe, qui lui est perpendiculaire. Dans le cas d'un cercle, les deux longueurs sont égales et plus la forme s'étire, plus l'écart augmente entre les deux longueurs. Les axes définis ne sont pas nécessairement inscrits car c'est ici la disposition d'ensemble et l'envergure relative de la forme qui nous importent, sans considération pour les digitations de détail.

¹ Cité par Cauvin, Rimbart (1976)

¹ Cité par Cauvin, Rimbart (1976).

Figure 4.4. Construction et interprétation des indices de forme sélectionnés



M. Guérois, 2003, UMR Géographie-cités

Source : d'après Haggett (1977)

- Les indices **I3**, **I4** et **I5** ont des constructions très proches, qui s'appuient sur les **surfaces du plus grand cercle inscrit et du plus petit cercle circonscrit** à la figure. On peut tous les considérer comme des mesures du « remplissage discal » de la forme. L'indice **I3** évalue l'importance des zones de bâti qui s'étendent au-delà du cercle inscrit. La taille relative de ce dernier donne une idée du caractère plutôt massif ou découpé de la forme. L'indice **I5**, à l'inverse, mesure le « degré de remplissage » de la forme par rapport au cercle circonscrit. Cet indice est très proche de l'indice de forme de Morton (1932) qui mesure le rapport entre la superficie occupée par l'agglomération et la longueur de son plus grand axe. D'après C. Cauvin et S. Rimbert (1976), l'indice **I5** serait mieux adapté aux configurations compactes, massives et carrées tandis que le premier indice serait « souhaitable pour une région où les formes à discriminer seraient essentiellement rectangulaires et étirées ». L'indice **I4**, qui tient compte des cercles inscrits et circonscrits sans intégrer précisément la surface réelle de la tache urbaine, se présente comme un indice intermédiaire entre les deux indices précédents. Bien que très proches par construction, nous les avons tous trois conservés en supposant qu'ils étaient susceptibles d'apporter des nuances importantes à la mesure de la compacité.

- Nous avons été amenés à créer un dernier indice afin de pallier deux faiblesses des cinq autres indices, pris isolément : lorsqu'ils tendent vers 0, d'une part, les formes rectangulaires aplaties peuvent être confondues avec des formes très digitées. D'autre part, on ne sait pas dans quelle mesure la distinction entre l'irrégularité de détail (contour indenté) et l'irrégularité plus ample du contour (forme digitée) est couverte par ces indices. L'indice **I6** a été créé pour identifier plus nettement les formes digitées. Il se fonde sur le décompte du **nombre d'axes de digitation** qui se déploient en dehors de la partie la plus massive de la tache urbaine, identifiée à l'aide du plus grand cercle inscrit. Afin de bien distinguer indentation de détail et digitation d'ensemble, une excroissance est considérée comme axe de digitation significatif si la distance qui sépare son extrémité du contour du cercle inscrit est supérieure au diamètre de ce cercle. Cet indice a pour principal inconvénient de ne varier qu'en fonction d'une série de nombres entiers, et se trouve par conséquent associé à un nombre limité de valeurs caractéristiques, quasi discrètes. Pour éviter que cette distribution statistique des valeurs ne le distingue trop des autres indices, il est souhaitable de limiter les effets de « paliers » et de rendre la distribution moins dissymétrique en procédant à une transformation logarithmique de ces valeurs.

Chacun des six indices présentés est *a priori* sensible à tout ou partie des dimensions d'élongation, de digitation et d'indentation sur lesquelles nous voulons nous appuyer pour caractériser les taches urbaines sur une échelle de compacité morphologique. Toutefois, du fait même de leur relative simplicité de mise en œuvre et de leur caractère synthétique, la pertinence de ces indices est parfois critiquée : ils auraient tendance à produire des valeurs identiques pour des configurations différentes, ne faisant bien ressortir que les formes extrêmes (Cauvin, Rimbert, 1976), et caractérisant les formes intermédiaires de manière plus équivoque. C'est pourquoi nous proposons d'évaluer plus précisément la réalité et les limites du pouvoir discriminant de ces indices à partir de figures géométriques simples, avant de les tester sur les formes autrement plus complexes des agglomérations européennes. Alors que bien souvent, la compacité des formes urbaines n'est caractérisée qu'à partir d'un seul indice privilégié, nous supposons, de plus, que la combinaison de plusieurs de ces indices peut permettre d'aboutir à des classifications plus pertinentes.

1.2.2. La confrontation des indices à des figures élémentaires

- *Une échelle de référence théorique pour chaque indice*

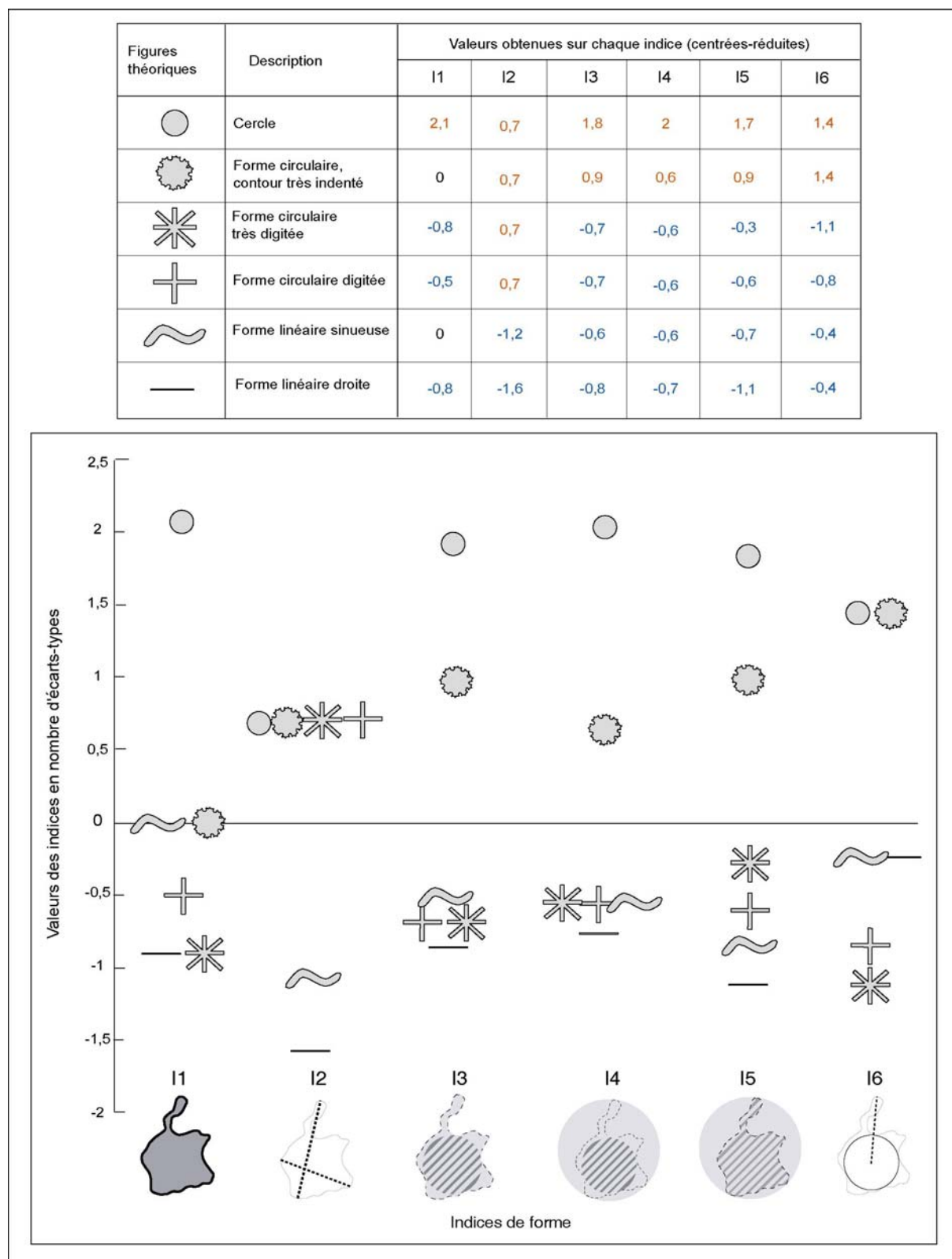
Les indices retenus ont été confrontés à six figures géométriques simples, qui se caractérisent par différents degrés d'élongation, de digitation et d'indentation. Entre les deux extrêmes du cercle et de la forme rectangulaire très aplatie, quatre formes intermédiaires combinent des traits variables de ces paramètres : une forme linéaire sinueuse et plus massive que la ligne droite, une croix à quatre branches, qui figure une forme circulaire digitée, une croix à huit branches (forme circulaire très digitée), et une forme massive et circulaire au contour très indenté dans le détail (« flocon »). On a ainsi pu construire une échelle de référence théorique (**Figure 4.5**) qui permet de comparer la position relative de ces formes imposées sur les intervalles de valeurs propres à chaque indice³. Chaque indice peut donc être caractérisé par une « signature », composée par la position des différentes figures sur leur propre échelle de référence. La sensibilité des indices à certaines configurations physiques peut être dans un premier temps soulignée par cette signature.

³ Dans la mesure où, bien que bornés entre 0 et 1, les indices montrent des distributions statistiques différentes, nous avons choisi de reporter directement sur le graphique les valeurs standardisées par centrage et réduction. Les positions relatives des figures élémentaires sont donc directement comparables.

Sans surprise, le cercle atteint par construction la valeur maximale pour chaque indice et apparaît ainsi comme la forme compacte de référence. A l'inverse, la ligne droite enregistre partout les plus faibles valeurs sauf sur l'indice de digitation I6 où elle occupe une position médiane, comptant seulement deux axes de digitation. La position des autres formes varie selon les indices considérés :

- D'après l'indice **I1**, le rapport périmètre/superficie est favorable aux formes les plus massives, tandis que la ligne droite et la croix la plus digitée obtiennent les valeurs les plus faibles. Pris isolément, cet indice ne permet pas de faire ressortir comme une caractéristique de la compacité le degré de régularité du périmètre dans le détail.
- L'indice **I2** permet d'opposer sans ambiguïté les formes circulaires aux formes linéaires. Cela dit, il ne suffira peut-être pas à lui seul à transposer cette distinction à des formes plus complexes : on voit bien d'après les positions décalées de la ligne droite et de la ligne sinueuse qu'une forme allongée, si elle est très tortueuse, peut obtenir des valeurs élevées sur cet indice.

Figure 4.5. La position des figures élémentaires sur chaque indice de forme



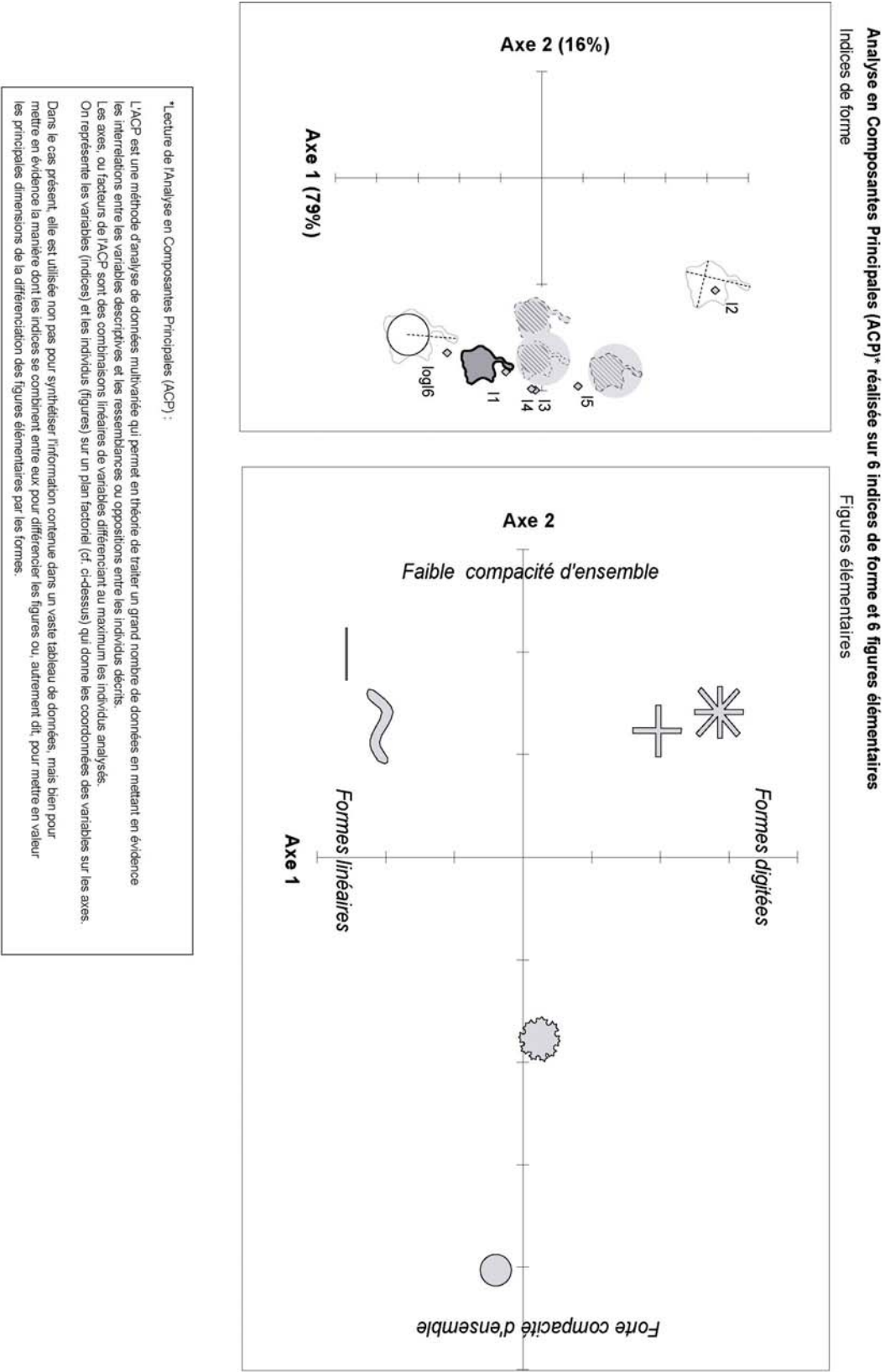
- Les indices **I3**, **I4** et **I5** présentent tout trois, comme on pouvait s’y attendre, des « signatures » très proches les unes des autres : ce sont les seuls indices qui individualisent aussi bien la forme circulaire indentée (le « flocon »), en lui reconnaissant un caractère massif (soit un degré de « remplissage discal ») proche de celui du cercle. L’indice **I5** se distingue des deux autres en introduisant davantage de différences entre les formes les plus digitées et les formes les plus linéaires.
- L’indice de digitation **I6** est celui qui, avec l’indice de remplissage discal **I5**, est le plus discriminant pour différencier les deux formes digitées et très digitées.

Ainsi, un certain nombre de redondances ou de situations équivoques peuvent être relevées lorsque l’on considère les indices un à un : une faible valeur sur l’indice **I1** correspond par exemple aussi bien à une forme linéaire qu’à une forme digitée. Ce sont d’ailleurs ces deux types d’extension, linéaires et digitées, qu’il semble le plus difficile de distinguer. De plus, tandis que aucun de ces indices n’apparaît à lui seul suffisamment discriminant pour décrire ces figures élémentaires de manière univoque, ce graphique met en évidence des complémentarités très intéressantes entre indices. La forme circulaire au contour très indenté est par exemple la seule qui prenne à la fois une faible valeur sur l’indice **I1** et des valeurs assez proches de celles du cercle pour tous les autres indices. Cette observation vient à l’appui de l’idée selon laquelle une combinaison de ces indices serait susceptible de caractériser les formes de manière moins équivoque.

- *L’intérêt d’une combinaison des indices*

Il importe donc de vérifier dans quelle mesure la combinaison de ces indices dans une même analyse permet de différencier les figures élémentaires sans trop d’ambiguïté. Les valeurs prises par chaque figure ont été soumises à une analyse multivariée en composantes principales afin d’obtenir une représentation plus synthétique du pouvoir discriminant des indices par rapport à cet échantillon de formes (**Figure 4.6.**).

Figure 4.6 : Les principales dimensions de la différenciation des figures élémentaires par les indices de forme



Les résultats de cette association d'indices ressortent comme tout à fait pertinents. Les formes se différencient très bien entre elles lorsque l'on prend en compte les deux principaux axes de l'analyse, qui résument à eux seuls plus de 90% des différences observées. La combinaison des mesures réalisées sur plusieurs indices à la fois fait ainsi nettement ressortir deux dimensions majeures d'opposition entre les figures élémentaires : la première, qui rend compte de près de 80% des variations morphologiques, s'appuie sur une combinaison de tous les indices, en particulier des indices de remplissage discal I4 et I3, pour opposer les formes globalement compactes (cercle, flocon) aux formes présentant la plus faible compacité d'ensemble (formes digitées et linéaires). Elle compose ainsi une échelle générale de compacité. La seconde dimension distingue, parmi les formes les moins compactes, les formes digitées des formes linéaires, alors que la différenciation de ces deux types de formes semblait une des plus difficiles à obtenir à partir de chaque indice pris isolément. On notera secondairement que, comme l'avait fait ressortir le graphique de la **figure 4.5.**, les distributions des valeurs obtenues pour les indices I3, I4 et I5 apparaissent très fortement corrélées. Par ailleurs, la transformation logarithmique de l'indice de digitation I6 entraîne à la fois une diminution des corrélations entre I6 et les autres indices et une plus forte contribution de I6 à l'axe différenciant les formes linéaires des formes digitées.

Testés à partir de figures élémentaires et schématiques, les indices sélectionnés pour décrire la compacité morphologique des agglomérations paraissent dotés d'un fort pouvoir discriminant lorsqu'ils sont combinés entre eux. On s'attache à présent à les appliquer aux formes des agglomérations européennes pour voir dans quelle mesure ce pouvoir discriminant se maintient face à des formes autrement plus complexes et variées que les figures élémentaires proposées.

2. LA DELIMITATION DES AGGLOMERATIONS A PARTIR DE L'IMAGE CORINE LAND COVER

La tache urbaine, telle que nous l'avons définie, reflète l'extension de l'agglomération bâtie et peut être assimilée à une forme géométrique d'un seul tenant, fermée et homogène, caractérisée par sa disposition générale et par l'allure de ses contours, indépendamment de sa taille et de son orientation. Les dimensions d'élongation, de digitation et d'indentation qui nous guident dans la comparaison de ces formes s'appliquent précisément à cette empreinte de l'agglomération de bâti. Puisque CORINE Land cover restitue une image à la fois continue

et fragmentée de la distribution des espaces bâtis, nous devons, avant toute confrontation des indices de forme à cette image, proposer une méthode qui permette d'identifier le contour des taches urbaines et d'isoler l'agrégat de bâti leur correspondant de manière comparable et reproductible.

2.1. Une approche simplifiée de la délimitation des agglomérations

Bien que dans leurs recherches pionnières, Gibbs (1961), Bunge (1962) ou encore Boyce et Clark (1964) aient le plus souvent appliqué ces indices à des formes ajustées au contour des unités administratives, il est rare désormais que l'identification des taches urbaines ne repose pas de manière plus précise sur la distribution « pure » des agrégats de bâti, libérée des contours des subdivisions territoriales. Le passage des limites administratives à l'empreinte morphologique du bâti apporte une précision indéniable à la restitution des formes et à la comparabilité des configurations obtenues : dans les travaux plus récents, la délimitation des agglomérations s'est appuyée sur des cartes topographiques numérisées (Bailly, 1996) ou bien, de plus en plus souvent, sur des images satellitaires classées par mode d'occupation du sol (Weber, 2001). Dans un cas comme dans l'autre, l'identification des agrégats à fusionner en une même agglomération morphologique s'appuie sur la notion de continuité du bâti, avec une contrainte de distance souvent fixée à 200 m. Ces démarches se rapprochent, telles quelles, des méthodes de délimitation employées par les instituts statistiques. Elles s'en distinguent néanmoins par une conception plus simple de l'agglomération, qui n'applique généralement pas de clause restrictive au critère de continuité du bâti. Cela dit, le caractère pragmatique et opérationnel d'un recours aux images satellitaires suscite de plus en plus l'intérêt des instituts statistiques, qui y voient un grand avantage pour automatiser et mettre plus facilement à jour les procédures de délimitation des agglomérations. Ainsi, Eurostat a lancé depuis une dizaine d'années un projet-pilote pour définir l'apport des images satellitaires à la délimitation des agglomérations⁴ (Eurostat, 1993).

En regard du petit nombre de cas auxquels se sont appliqués la plupart de ces travaux, la vaste étendue couverte par l'image CORINE offre la possibilité de tester et d'appliquer ces méthodes à un plus grand nombre d'agglomérations à la fois. Si l'identification du contour

⁴ Depuis, un prototype logiciel de traitement d'images spécialisé dans l'extraction des limites d'agglomérations urbaines a été développé en accord avec la définition d'Eurostat, dans le cadre du programme « Center of Earth Observation » de l'agence SCOT de production et de traitement d'images satellitaires (<http://www.scot-sa.com/scotnew/urbain.htm>).

des taches urbaines dans CORINE peut s'inspirer de ces travaux, elle s'en démarque néanmoins du fait même de son niveau de résolution. La délimitation des agglomérations doit en effet tenir compte de la résolution de la source utilisée et en particulier, de la sous-estimation de l'urbanisation linéaire qu'elle engendre. En général, les zones de bâti extraites des cartes topographiques ou des images satellitaires correspondent à des résolutions bien plus fines : E. Bailly (1996) s'est par exemple appuyé sur la numérisation de cartes au 1/50 000^e pour créer une image binaire du bâti, de 35 m de résolution tandis que du côté des images satellites, ces résolutions peuvent désormais être inférieures à la dizaine de mètres. Dans le cas de l'image CORINE, certains auteurs ont justifié de l'application d'un seuil de discontinuité du bâti de 200 m en montrant que ce seuil était supérieur à la résolution minimale de 100 m de large retenue pour représenter les éléments linéaires dans CORINE (Madella, 1999). On doit bien avoir conscience, cependant, que la résolution minimale de 25 ha (ou même de 10 ha) des unités cartographiées entraîne une forte sous-représentation des formes d'urbanisation linéaire et des fragments de bâti situés en marge de l'agglomération. L'extension de la zone de bâti continu risque donc d'être fortement sous-estimée, et il semble difficile dans ce cas d'appliquer un seuil comparable de 200 m, d'autant que l'on s'appuie sur la version raster de CORINE.

Pour ces raisons, et parce que l'échantillon de villes traitées est relativement important, il n'est donc pas question pour nous de proposer une délimitation aboutie des agglomérations européennes, à l'instar de celles que produisent les instituts statistiques nationaux, bien plus complexes et bien plus lourdes à mettre en œuvre. Ayant choisi de privilégier la reproduction d'une démarche relativement simple à mettre en œuvre, susceptible d'être standardisée et mise à jour au gré de la réactualisation de l'image CORINE, nous avons pas à pas déterminé une méthode qui permette d'individualiser les taches urbaines de manière comparable. Nous l'exposons en en discutant précisément des critères retenus puisqu'à ce jour et à notre connaissance, l'image CORINE n'a que très peu été utilisée à cet effet.

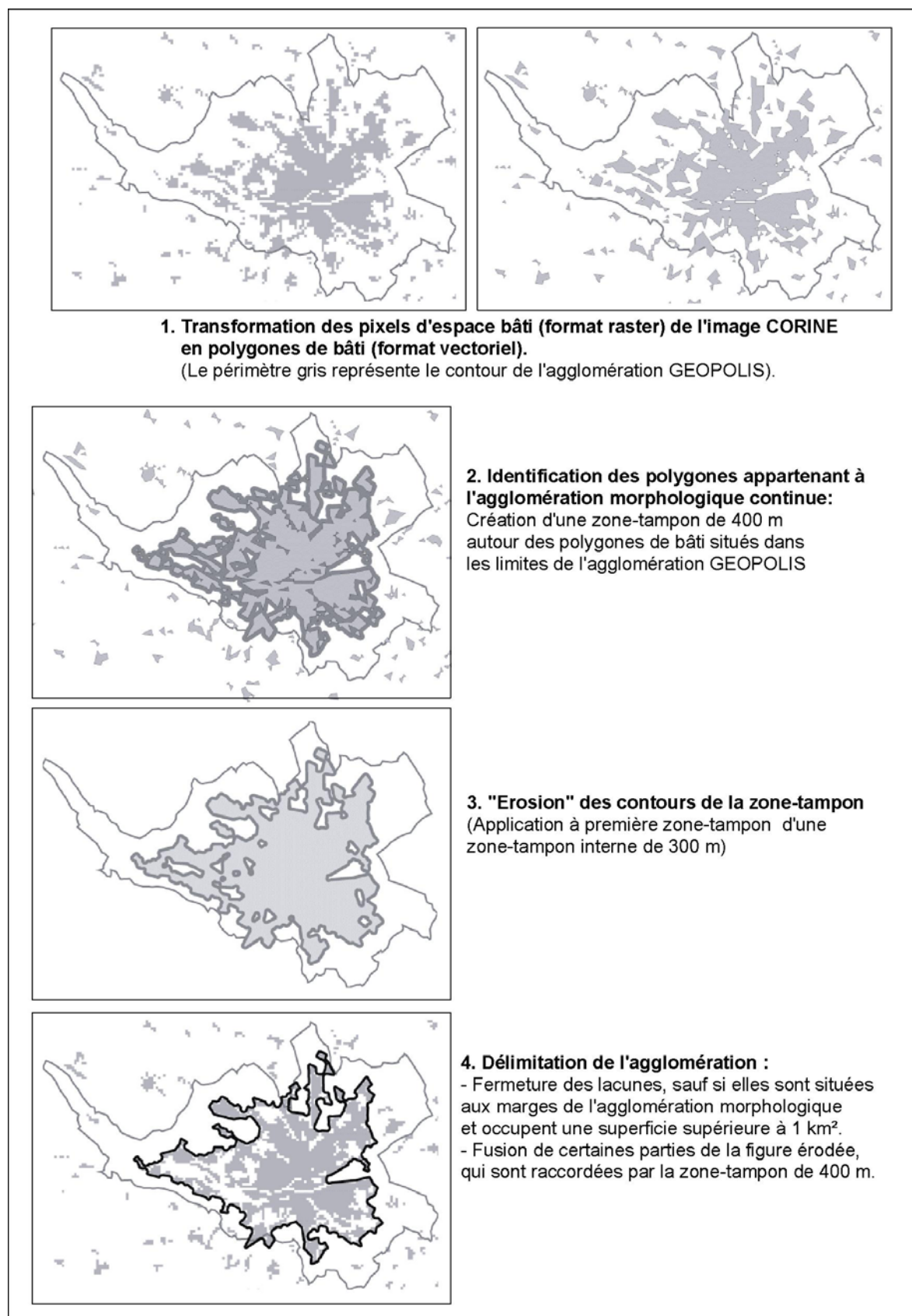
2.2. L'application d'une enveloppe dilatée aux agrégats de bâti

La méthode que nous proposons repose sur l'application d'une enveloppe dilatée aux espaces bâtis (zone-tampon). Plusieurs étapes, illustrées par l'exemple de Nantes, ont été suivies pour mener à bien cette procédure sur les 45 agglomérations de plus de 500 000 habitants (**Figure 4.7**) :

- Bien que détachées de l'agrégat principal, on considère que les zones de bâti périphériques sont situées dans la continuité morphologique de ce « noyau » si la distance qui les en sépare ne dépasse pas un certain seuil de distance. La première étape de la délimitation des agglomérations consiste donc à identifier les zones de bâti qui devront être fusionnées en une même agglomération morphologique, autour de l'agrégat de bâti principal. Elle s'appuie sur la création d'une enveloppe dilatée autour des espaces bâtis (**Figure 4.7, 2**), de 400 m de large⁵. Ce choix, qui identifie le seuil de discontinuité du bâti à 800 m, tient compte à la fois de la résolution de l'image CORINE et, à titre de comparaison, de la cohérence observée entre la limite des formes extraites par ce procédé et la limite « administrative » des agglomérations de la base Geopolis (Moriconi-Ebrard, 1994).
- Le périmètre obtenu à la suite de cette étape de dilatation est affiné pour s'ajuster plus précisément au contour des zones bâties, avant d'être soumis à l'analyse des indices de forme. L'étape suivante consiste donc à « éroder » les contours de la forme dilatée, à l'aide d'une zone-tampon « interne » de 300 m de large (**Figure 4.7, 3**). Toutes les zones bâties qui ont été identifiées comme rattachées à l'agglomération morphologique à l'étape précédente sont reliées à la tache de bâti continu.
- Enfin, on doit décider du traitement des lacunes comprises dans la forme ainsi délimitée (**Figure 4.7, 4**). Ces lacunes devraient *a priori* être comblées pour aboutir à une forme pleine et homogène. Toutefois, nous avons choisi de tenir compte des lacunes situées en marge des taches urbaines lorsqu'elles faisaient plus d'1 km², et les avons « ouvertes » pour créer une indentation dans le premier contour identifié.

⁵ Les agrégats de pixels d'espace bâti ont auparavant été transformés en polygones car la procédure qui permet de créer ces zones-tampons à partir du logiciel utilisé, Arcview 3.2., ne s'applique qu'aux images en format vectoriel (**Figure 4.5, 1**).

Figure 4.7. Les étapes de la délimitation des agglomérations morphologiques



Sources : AEE (1996), Megrin (1991), Moriconi-Ebrard (1994)

Bien que plus simple à mettre en œuvre, cette méthode se rapproche dans une certaine mesure des opérations de morphologie mathématique utilisées pour délimiter les agglomérations (Bailly, 1996 ; Donnay, 1994 ; Weber, 2001) puisque l'enveloppe du bâti est dans un premier temps « dilatée » à l'aide d'une zones-tampons « externes », puis « érodée » à l'aide des zones-tampons « internes ».

2.3. Discussion des critères de délimitation

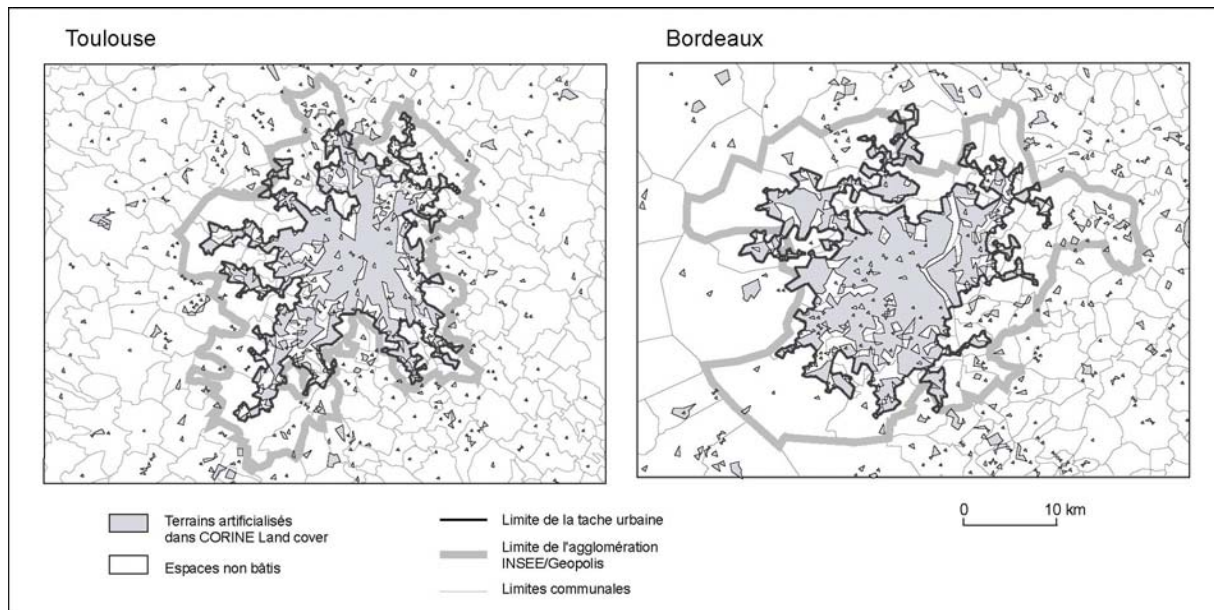
La recherche des contours de l'agglomération morphologique dépend donc d'un certain nombre de choix, parmi lesquels la portée de la dilatation et le traitement des lacunes sont les plus déterminants. Ces choix sont le résultat d'un compromis entre la nécessité d'appliquer une méthode reproductible, qui reste simple à mettre en œuvre dans un système d'information géographique, et l'appréciation empirique de la pertinence des délimitations effectuées. Nous discutons ici des critères retenus en fonction de la sensibilité des formes urbaines aux seuils choisis. Dans la mesure où la représentation du bâti est moins détaillée dans l'image CORINE que sur les cartes topographiques et les images satellitaires d'habitude utilisées à cet effet, nous avons systématiquement testé deux critères de discontinuité supérieurs à 200 m, l'un de 500 m, l'autre de 800 m. La confrontation des agglomérations morphologiques obtenues à partir de cette méthode avec les limites administratives des agglomérations de la base Geopolis a été menée à titre indicatif, pour réfléchir sur ces critères à partir d'une référence commune, dont nous savons par ailleurs qu'elle n'a pas de valeur absolue. Précisons d'ores et déjà que cette démarche, appliquée aux agglomérations de plus de 500 000 habitants de notre échantillon, exclut les agglomérations belges de l'analyse car l'application de seuils de cet ordre de grandeur conduisait à une délimitation beaucoup trop extensive des agglomérations, du fait non seulement des fortes densités de bâti, mais aussi de la résolution plus fine à partir de laquelle les espaces bâtis ont été représentés dans l'image CORINE.

De manière générale, et quelque soit le seuil retenu, les agglomérations morphologiques sont contenues dans les limites des agglomérations Geopolis. Ajustées aux contours des communes, elles montreraient ainsi une extension de l'agglomération assez proche, même si sensiblement plus restrictive. Par ailleurs, dans de nombreux cas, la variation du seuil de discontinuité retenu, entre 500 et 800 m, n'a que peu de conséquences sur l'allure générale de la tache urbaine. Dans le cas des agglomérations françaises, Paris, Nantes, Bordeaux et Toulouse illustrent à la fois la stabilité de la méthode retenue, quelque soit le critère de

distance choisi, et la cohérence de cette délimitation avec celle des agglomérations de la base Geopolis (**Figure 4.8**). En revanche, certaines agglomérations comme Barcelone, Brême, Berlin ou Rotterdam incitent à privilégier le critère des 800 m, au dessous duquel la délimitation de l'agglomération morphologique resterait trop restrictive.

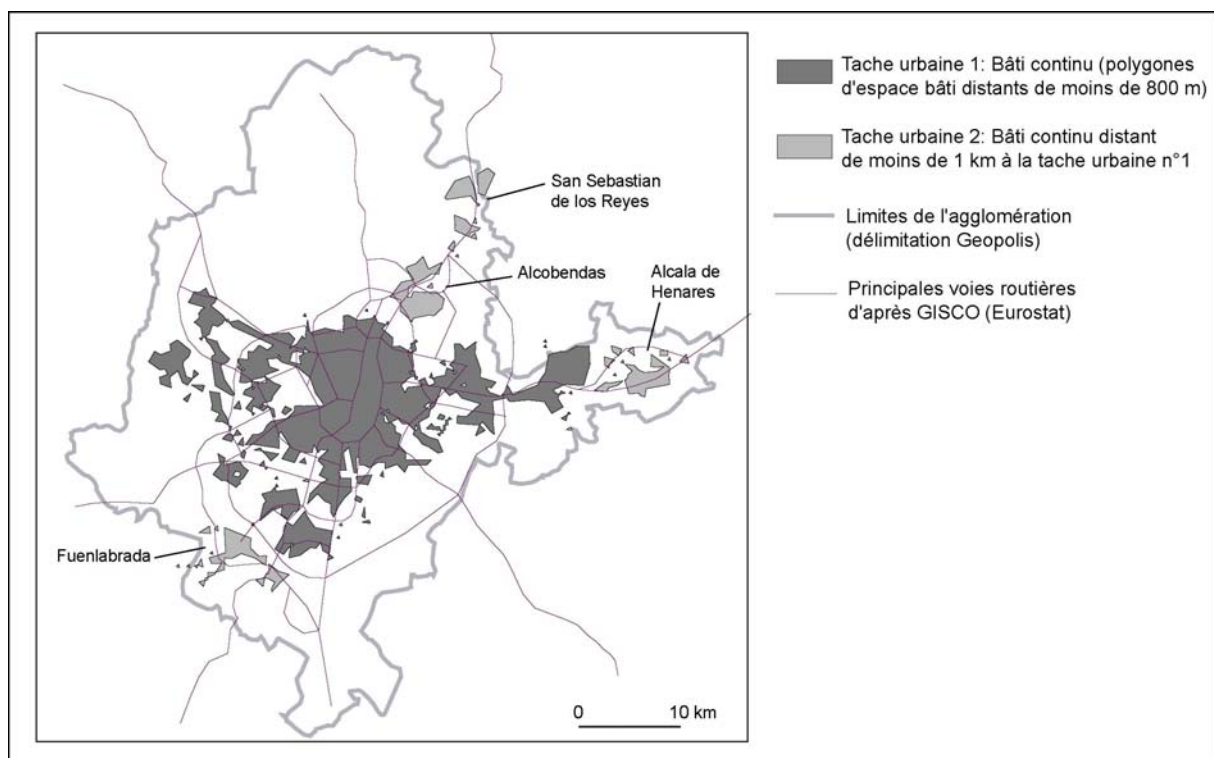
D'autres agglomérations morphologiques s'éloignent beaucoup plus des limites des agglomérations Geopolis. Deux cas de figure se présentent : les agglomérations morphologiques peuvent tout d'abord se distinguer par une délimitation sensiblement plus restrictive, même avec le seuil des 800 m ; la sous-estimation de l'urbanisation linéaire semble en être notamment responsable. C'est le cas, pour ce qui est des agglomérations françaises, de Marseille, dont l'extension s'interrompt au nord sans avoir atteint la zone d'espace bâti correspondant à Aix-en-Provence et ses environs, alors que ces deux agglomérations ont été fusionnées par l'INSEE en 1990. Le cas de Madrid soulève un autre type de difficulté relatif à l'application d'une même portée à toutes les agglomérations de l'échantillon (**Figure 4.9**). Si l'on s'en tient au seuil de 800 m défini pour délimiter les zones de bâti continu, on exclut de cette zone certains noyaux de peuplement pourtant très proches, comme Alcobendas et San Sebastian de los Reyes au Nord, ou Alcala de Henares à l'est, qui correspondent à de très grands ensembles d'habitation. Lorsque l'on superpose à l'image du bâti celle des principales voies routières contenues dans la base GISCO d'Eurostat, on voit que ces zones bâties sont alignées sur les principales directions d'urbanisation de la capitale espagnole. On peut supposer que ces zones de bâti se détachent de l'agglomération de bâti continu parce que l'urbanisation linéaire est fortement sous-estimée par l'image CORINE. Ces zones seraient intégrées si l'on fixait un nouveau seuil d'un kilomètre. Toutefois, on peut s'interroger sur la pertinence d'un tel rattachement dans la mesure où ces noyaux de peuplement périphériques, typiques de l'urbanisation des périphéries madrilènes, sont connues pour avoir marqué leur emprise sur la Meseta castillane tout en marquant une forte discontinuité avec le centre, semblant « [sur]gir brusquement au-dessus des champs » (Pelletier, Delfante, 2000).

Figure 4.8. Le cas fréquent d'une relative cohérence entre la tache urbaine et l'agglomération « administrative » (Geopolis/INSEE)



Sources : AEE (1996), Megrin (1991), Moriconi-Ebrard (1994)

Figure 4.9. Madrid : un exemple de sous-estimation de l'urbanisation linéaire ?



Sources : AEE (1996), Megrin (1991), Moriconi-Ebrard (1994)

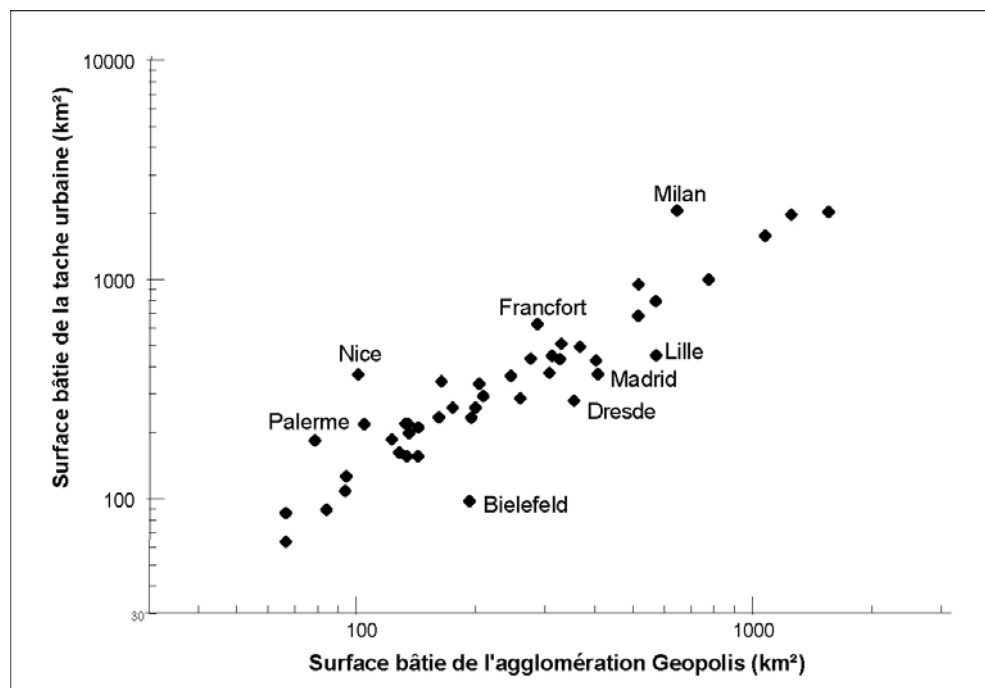
A contrario, l'agglomération morphologique dépasse parfois sensiblement le cadre administratif de l'agglomération Geopolis dans les régions de forte densité de bâti et plus précisément dans les conurbations industrielles et littorales. Les cas de Francfort et de Milan sont les plus frappants, puisque sont intégrés dans la même agglomération morphologique des noyaux urbains - Francfort avec Wiesbaden, Milan avec Bergame -, qui sont classés comme agglomérations à part entière dans la délimitation Geopolis. De même, pour Nice, la continuité du bâti vers les agglomérations de Grasse, Cannes et Antibes, à l'ouest, a été conservée, au-delà des limites de l'agglomération niçoise – cet d'ensemble d'agglomérations ayant d'ailleurs été fusionné par l'INSEE en une seule agglomération, au recensement de 1999. Dans les cas plus particuliers de l'agglomération de Lille-Courtrai et des agglomérations de la Rhin-Rhur, certaines extensions continues de bâti ont été néanmoins tronquées ou séparées. Dans le cas de Lille, nous avons interrompu, au nord de Courtrai, la continuité du bâti qui, du fait de la plus fine résolution de l'image CORINE pour la Belgique, se poursuivait encore plusieurs dizaines de kilomètres en direction du nord. Pour la région de la Rhin-Rhur, nous nous sommes appuyés sur les limites des agglomérations Geopolis pour ne pas aboutir à une seule et même agglomération. Ce choix est certes discutable parce qu'il néglige la réalité de l'agglomération de bâti, mais il nous permettra de comparer les résultats obtenus avec ceux donnés par les indicateurs d'emprise spatiale pour ces trois mêmes agglomérations.

On traitera plus rapidement de la question du traitement des lacunes d'espaces non bâtis. Nous avons pu constater que la règle fixée - les lacunes de plus de 1 km² et situées à moins de 1 km du contour de la forme étant « ouvertes », « détournées » en modifiant le contour urbain – a nettement influencé l'allure finale de la tache urbaine dans les cas des plus grandes agglomérations de forme concentrique, situées dans des zones de très forte densité de bâti, comme avant tout Milan, mais aussi Barcelone.

Au final, et à titre de comparaison, nous avons confronté l'emprise spatiale des taches urbaines ainsi délimitées à celle des agglomérations considérées au chapitre précédent, dans les limites définies par la base Geopolis (**Figure 4.10**). En moyenne, la surface des taches urbaines correspondant aux 45 agglomérations communes aux deux chapitres ressort comme une fois et demi supérieure à la surface bâtie des agglomérations Geopolis. L'écart peut paraître inattendu en raison de l'intégration, dans cette dernière mesure, de zones bâties

situées en franche discontinuité par rapport à l'agrégat morphologique principal, mais incluses dans les limites administratives de l'agglomération Geopolis (section 3.1.1). Il s'explique néanmoins aisément par la superficie gagnée sur le comblement des lacunes d'espaces non bâtis et par le « remplissage » consécutif de la tache urbaine. En dépit de cet écart, les distributions statistiques des deux mesures de superficie bâtie restent fortement corrélées⁶, et le classement des agglomérations par ordre de superficie reste le même pour l'essentiel. Seules quatre taches urbaines se distinguent par une superficie relativement restreinte, dont celle de Bielefeld, qui, du fait d'une distribution très éclatée du bâti, atteint à peine la moitié de la superficie bâtie de l'agglomération Geopolis. A l'autre extrême, les taches urbaines de Milan, Nice et Francfort montrent une superficie au moins deux fois, voire trois fois supérieure à celle des espaces bâtis contenus dans les limites de l'agglomération Geopolis. Milan devient ainsi la première agglomération par ordre de superficie, devant Londres et Paris, et ce dans la mesure où la conurbation de la Rhin-Rhur a été partagée en trois ensembles distincts.

Figure 4.10. Deux mesures de la surface bâtie des agglomérations (1990)



Sources : AEE (1996), Moriconi-Ebrard (1994)

⁶ Le coefficient de corrélation de Pearson est supérieur à 0,9 pour les 45 villes considérées.

3. INDICES DE FORME ET TYPES D'AGGLOMERATIONS EUROPEENNES

Les caractéristiques morphologiques des agglomérations ainsi constituées peuvent être décrites à partir de leur position sur l'échelle de valeur de chaque indice de forme⁷. C'est dans ce cadre comparatif que l'interprétation des mesures prend tout son sens, si l'on parvient du moins à synthétiser l'information recueillie sur chaque indice.

3.1. Le pouvoir discriminant des indices

3.1.1. La caractérisation des agglomérations par chaque indice de forme

On étudie dans un premier temps la distribution statistique des valeurs obtenues pour chacun des indices retenus (**Tableau 4.1**) et la manière dont les villes sont classées par chacun de ces indices. A titre d'illustration, on a représenté quelques unes des taches urbaines caractérisées par des positions extrêmes sur un ou plusieurs de ces indices (**Figure 4.11**).

Tableau 4.1. Les valeurs remarquables de la distribution statistique des indices de forme*

	Minimum	Maximum	Médiane	Moyenne	Ecart-type	Coefficient de variation
I1	0,008	0,089	0,044	0,045	0,019	0,428
I2	0,228	0,994	0,602	0,629	0,204	0,324
I3	0,052	0,449	0,229	0,227	0,082	0,363
I4	0,091	0,424	0,223	0,237	0,082	0,345
I5	0,062	0,464	0,247	0,256	0,096	0,376
I6	0,125	1,000	0,250	0,300	0,154	0,515

* Statistiques réalisées sur un échantillon de 45 agglomérations européennes

Sources : AEE (1996), Megrin (1991), Moriconi-Ebrard (1994)

Les distributions statistiques de chaque indice se caractérisent par des ordres de grandeur assez variables, à l'exception des indices I3, I4 et I5 qui restent très proches par construction. En revanche, elles ont en commun une allure plutôt symétrique autour des valeurs moyennes ; seule la distribution correspondant à l'indice de digitation montre une forte dissymétrie à

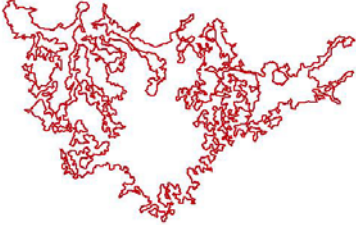
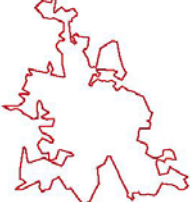
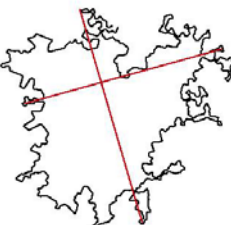
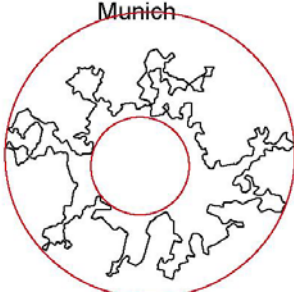
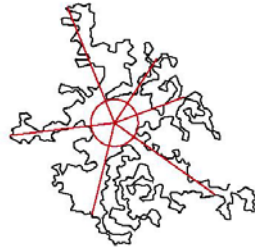
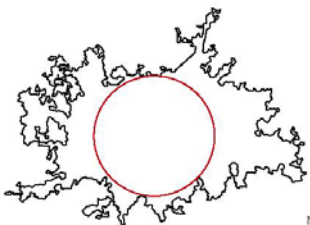
⁷ Le calcul des dimensions morphologiques de chaque tache urbaine a pu être automatisé à partir du logiciel de S.I.G. pour ce qui est de la superficie et du périmètre, tandis que la recherche et la mesure des deux plus grands axes, ainsi que la détermination du plus grand cercle inscrit et du plus petit cercle circonscrit, ont nécessité un traitement manuel plus long.

droite, du fait de la présence de quelques agglomérations très peu digitées - celle de Londres, en particulier, ne compte aucun axe de digitation. C'est d'ailleurs ce dernier indice qui, avec l'indice d'irrégularité du contour I1, introduit le plus de différences entre les villes.

L'**indice I1**, qui décrit le degré d'irrégularité du contour des formes urbaines, montre ainsi une des distributions les plus dispersées. Les villes qui se distinguent par la très grande régularité de leur périmètre sont Amsterdam (avec une valeur de 0,09, pour une moyenne de 0,05), mais aussi Nantes, Bielefeld et Florence (0,08). A l'opposé, la tache urbaine dont le contour apparaît le plus sinueux est celle de Milan (0,008), suivie de Barcelone (0,012), Berlin (0,014) et Francfort (0,018).

L'**indice I2**, qui décrit le degré d'élongation des formes, oppose aux deux extrêmes la forme très circulaire de Bordeaux (0,99 pour une valeur moyenne de 0,63) à celle de Bilbao (0,28), qui présente le degré d'élongation le plus important. Parmi les formes décrites comme les plus circulaires, on retrouve par ailleurs celles de Bielefeld (0,97), Rome (0,94) et Turin (0,9). A l'opposé, les autres formes les plus linéaires sont celles de Bari (0,30), Rotterdam (0,31), et de Francfort (0,35). La configuration du site physique semble ici jouer un rôle certain, dans la mesure où les villes les plus étirées sont pour la plupart situées sur le littoral ou dans la vallée d'un cours d'eau majeur, voire à son embouchure. Cela dit, toutes les villes caractérisées par des sites dégagés de plaine ou de plateau ne montrent pas des configurations circulaires (on notera les contre-exemples de Lille et de Madrid).

Figure 4.11. Les taches urbaines correspondant aux valeurs extrêmes des indices de forme

	Taches urbaines correspondant aux valeurs les plus faibles	Taches urbaines correspondant aux valeurs les plus élevées
Indentation	Milan  $I1 = 0,008$	Amsterdam  $I1 = 0,09$
Elongation	Bilbao  $I2 = 0,28$	Bordeaux  $I2 = 0,99$
Remplissage discal	Nice (Grasse-Cannes)  $I4 = 0,1$	Munich  $I4 = 0,35$
Digitation	Stuttgart  $I6 = 0,125$	Londres  $I6 = 1$

N.B.: La taille réelle des formes n'est pas respectée de manière à ce que les différences de structure ressortent avant les effets de taille.

Sources : AEE (1996), Megrin (1991)

En s'appuyant sur les caractéristiques du plus grand cercle inscrit et du plus petit cercle circonscrit, autrement dit en raisonnant sur la part relative de l'agrécat central et des extensions elles-mêmes plus ou moins massives, les **indices I3, I4 et I5**, classent sans surprise les villes de façon très proche, notamment dans les valeurs extrêmes. Les taches urbaines qui présentent le plus fort degré de « remplissage discal » sont celles de Londres et de Bordeaux, suivies selon les indices considérés de Munich et de Nantes. Celles qui s'en éloignent le plus sont celles de Nice (sur I3 et I4 surtout), Gênes (sur I4 et I5 surtout) et Francfort. Mais ces distributions ne se confondent pas tout à fait. Quelques villes montrent des positions très différentes sur les deux indices I3 et I5, et permettent de mieux saisir l'intérêt des nuances qu'ils introduisent. La forme des excroissances comprises entre le cercle inscrit et le cercle circonscrit est ici déterminante : lorsque l'indice I3 est significativement inférieur à l'indice I5, il traduit l'existence d'excroissances dont l'emprise spatiale est plus importante, car soit plus nombreuses, soit plus massives ; à l'inverse, une valeur nettement plus faible sur I5 signale l'existence d'axes d'urbanisation très étirés comme à Bari ou à Gênes. En d'autres termes, l'indice I3 est plus sensible aux formes d'excroissances massives tandis que l'indice I5 restitue mieux la particularité des axes d'urbanisation très étirés autour de la masse centrale bâtie. Ils introduisent donc une distinction intéressante parmi les formes très découpées. Les valeurs de l'indice I4 apparaissent moins discriminantes, et adoptent une position médiane entre ces deux indices.

Enfin, l'indice de digitation **I6**, le plus discriminant des six, classe en tête la ville de Londres qui, en n'enregistrant aucun axe de digitation, signale à la fois l'amplitude relative de la zone agglomérée centrale et le caractère contenu de l'urbanisation sur ses marges. Les villes les plus digitées sont, a contrario, celles de Stuttgart, Bologne et Milan, qui comptent six axes de digitation.

3.1.2. Les principales dimensions de la différenciation morphologique

Les valeurs obtenues sur ces six indices peuvent être croisées afin d'évaluer la manière dont elles différencient les agglomérations lorsque les indices sont associés entre eux. Leur combinaison permet-elle de faire ressortir les caractéristiques d'élongation, de digitation et d'indentation que nous souhaitons comparer d'une ville à l'autre et que nous avons pu distinguer à partir de l'analyse des figures élémentaires ? De plus, ces indices dont nous avons

principalement apprécié la pertinence en fonction de formes « extrêmes » et très typées, permettent-ils de rendre compte de ces paramètres de forme pour des profils plus moyens ?

Confrontés aux figures élémentaires, nous avons vu que plusieurs indices présentaient un certain nombre de redondances entre eux. Nous vérifions ici, pour l'échantillon d'agglomérations observées, le comportement des indices les uns par rapport aux autres en mesurant leur degré de corrélation (**Tableau 4.2.**). Les valeurs, toutes positives, de la matrice de corrélation signalent que la principale différenciation des formes entre elles est créée par l'opposition entre les agglomérations qui obtiennent partout des valeurs fortes, donc relativement compactes, car proches de la figure du cercle, et celles qui s'en éloignent. Elles reflètent ainsi un effet banal de construction des indices, conçus de telle manière que leurs valeurs doivent être interprétées dans le même sens lorsqu'ils tendent vers 0 ou vers 1. Par ailleurs, ces indices sont pour la plupart corrélés entre eux de manière significative. On observe en particulier de très fortes corrélations entre les indices de remplissage discal I3 et I4 d'une part, I4 et I5 d'autre part. L'indice I1 d'irrégularité du périmètre et l'indice de digitation I6 se distinguent à l'inverse par une relative indépendance.

Tableau 4.2. Matrice de corrélation des valeurs obtenues sur les six indices de forme*

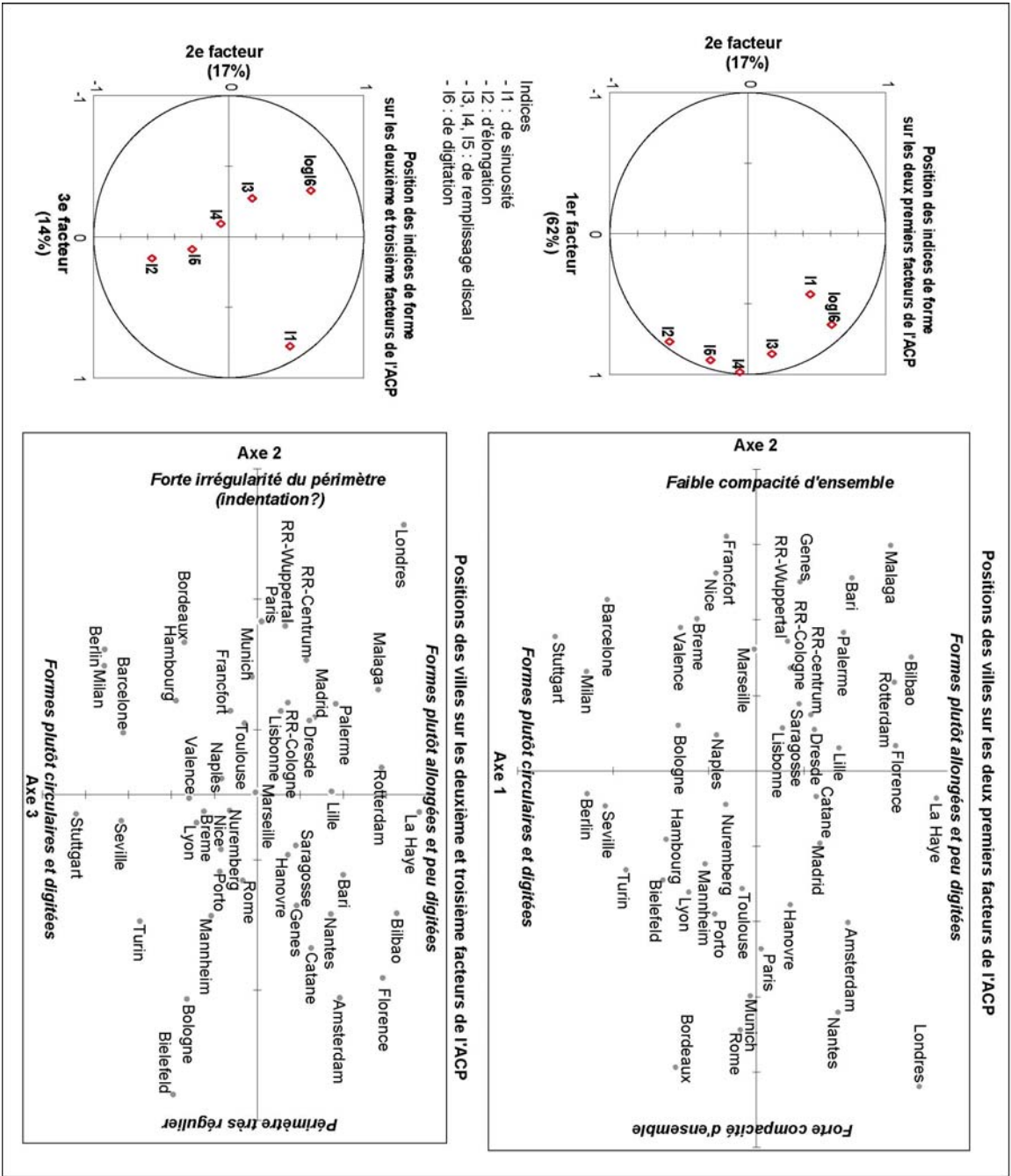
	I1	I2	I3	I4	I5	logI6
I1	1	0,195	0,262	0,330	0,315	0,285
I2		1	0,508	0,746	0,818	0,139
I3			1	0,890	0,588	0,629
I4				1	0,890	0,593
I5					1	0,444
LogI6						1

*matrice de corrélation : en gras, les valeurs significatives au seuil de 5% (hors diagonale)

Une analyse multivariée en composantes principales (ACP) a été menée sur les agglomérations et les indices de forme⁸ afin d'explorer de manière plus synthétique les principales dimensions de la différenciation morphologique des agglomérations (**Figure 4.12**). Le premier facteur de différenciation résume l'essentiel des variations observées d'une agglomération à l'autre (62%) et ressort comme tout à fait conforme aux structures révélées par le test sur les figures élémentaires.

⁸ Les valeurs de l'indice de digitation I6 ayant été transformées en logarithmes pour les raisons exposées dans la section 4.2.1.

Figure 4.12 : Les principales dimensions de la différenciation des agglomérations européennes



M. Guérois, 2003, UMR Géographie-cités

Il combine tous les indices, et avant tout les trois indices de remplissage discal, pour composer un gradient de compacité générale et opposer les formes qui se rapprochent le plus de la figure circulaire (Londres, Bordeaux) à celles qui s'en éloignent le plus (Francfort, Barcelone, Bari), parce qu'elles sont digitées, linéaires, ou les deux à la fois. C'est cette différence de degré, introduite par un indicateur très synthétique de compacité, qui détermine les ressemblances et les oppositions les plus structurantes en vue d'une typologie des formes urbaines.

Le deuxième facteur, qui rend compte de 17% des variations non prises en compte par cette distinction majeure, oppose avant tout l'indice de digitation à l'indice d'élongation pour différencier, parmi les formes déjà classées sur l'échelle de compacité générale, celles qui sont plutôt digitées de celles qui sont plutôt linéaires. A la différence des résultats issus des figures élémentaires, l'indice de digitation est associé à l'indice d'irrégularité du périmètre. Ce facteur oppose donc des figures plus composites avec d'un côté, les formes linéaires mais peu digitées, et plutôt régulières (de type La Haye, Bilbao, Florence –la position de Londres étant avant tout due à sa très bonne position sur l'axe de digitation), et de l'autre, les formes très digitées et circulaires, de contour plutôt irrégulier (de type Stuttgart et Milan parmi les peu compactes, et Séville et Turin parmi les formes compactes).

Enfin, le troisième facteur, qui résume encore 14% de l'information une fois les deux premiers critères pris en compte, est presque exclusivement construit sur l'indice I1, alors qu'aucun des autres indices n'a de position vraiment significative. Ce facteur oppose par exemple les formes d'Amsterdam, de Bologne et de Bielefeld à celles de Londres, de Paris, des agglomération d'Essen-Dortmund et de Dusseldorf dans la région Rhin-Rhur. On note au passage que des villes comme Barcelone et Turin, identifiées sur le deuxième axe comme très digitées, s'opposent sur ce troisième axe du fait du degré d'indentation plus marqué des marges de l'agglomération de Barcelone. C'est donc peut-être à partir de cette dernière dimension qu'il est possible de faire la distinction entre le degré de digitation de la tache urbaine dans son ensemble et celui d'indentation du périmètre dans le détail. Notons enfin que si la structure de ces différenciations est dominée par l'opposition majeure entre Londres et Bielefeld, le fait de retirer ces deux villes de l'analyse ne change pas sensiblement la position relative des autres villes.

Au final, les principales dimensions de la différenciation morphologique des taches urbaines ont pu être hiérarchisées, même si, du fait de la proximité des indicateurs et de la complexité des figures soumises aux indices, ces dimensions s'avèrent moins explicites que dans le cas des figures élémentaires. La première d'entre elles, qui est introduite par les indices de remplissage discal, crée une échelle de compacité globale des taches urbaines. On a pu vérifier par ailleurs que l'indice d'irrégularité du périmètre s'opposait bien à l'indice de digitation, exprimant une différence d'échelle dans le degré d'indentation. De plus, les formes linéaires semblent pouvoir être bien distinguées des formes digitées du fait de l'opposition entre l'indice d'élongation et l'indice de digitation.

3.2. Une typologie des configurations de taches urbaines

Une classification des formes urbaines a été menée à partir des mêmes indices pour mieux faire apparaître les grands types de formes ressortant de leur combinaison et pour attribuer une position plus claire aux villes situées en position intermédiaire, jusqu'ici faiblement caractérisées. Une telle démarche paraît prometteuse au vu des résultats tirés des figures théoriques. Toutefois, à notre connaissance, très peu d'études s'en sont jusqu'à présent inspirées, la plupart s'appuyant sur un seul indice de forme à la fois (Wentz, 2000). Il s'agit donc de dégager, d'ordonner et de synthétiser les grandes structures de ressemblance et d'opposition entre les taches urbaines, afin de produire une typologie des formes de l'extension physique des agglomérations et d'en cartographier les différentes catégories d'un pays à l'autre. Cette combinaison d'indices permet-elle de dégager des types morphologiques qui correspondent à des catégories intuitives de discernement des formes ? Peut-on, à partir de ces types, et de leur distribution spatiale, dégager des régularités liées à l'inscription nationale des villes, à la taille de leur population, aux caractéristiques topographiques de leur site, comme nous l'avons fait pour les indicateurs d'emprise spatiale ?

3.2.1. Six types de morphologies urbaines

Avant de parvenir à une typologie des formes, nous avons procédé à plusieurs classifications⁹ qui s'appuient sur des combinaisons variables d'indices¹⁰. L'objectif de ces tests multiples est double : tester, d'une part, la stabilité des types identifiés en fonction du nombre et de la nature des indices introduits dans l'analyse ; éviter, d'autre part, les redondances entre indices, tout en continuant à bien discerner les trois critères morphologiques que nous voulons mettre en valeur. Cette typologie des formes urbaines doit être au final le résultat d'un compromis entre la recherche d'une différenciation claire des paramètres combinés (une telle méthode permet-elle, par exemple, de mieux distinguer les différences d'échelle dans le degré d'irrégularité du périmètre ?) et l'examen de la stabilité des résultats en fonction des indices introduits. La classification qui ressort comme la plus pertinente associe l'ensemble des indices, à l'exception de l'indice I4 de remplissage discal (**Annexe 4.1**). Elle identifie six principaux types significatifs de morphologies urbaines (**Figure 4.13**).

En retenant ces six catégories, la combinaison des cinq indices de forme permet de rendre compte de plus de deux-tiers (70%) de la dispersion des valeurs. On notera qu'une partition en deux classes résume déjà à elle-seule plus d'un tiers (35%) des ressemblances et oppositions observées entre les 45 agglomérations étudiées. Ces agglomérations se répartissent donc avant tout en deux grandes catégories de formes, que l'on peut assimiler schématiquement aux catégories plutôt compactes d'une part, et peu compactes d'autre part, la compacité étant toujours définie à partir de la figure du cercle. Cette division se calque sur le comportement moyen de l'indice d'élongation I2 et de l'indice de remplissage discal I3, qui, s'ils ne contribuent pas toujours de manière significative à la constitution des classes, épousent néanmoins cette opposition dans la description de leur profil moyen : ils prennent en effet des valeurs moyennes négatives dans les catégories peu compactes, et positives dans les catégories de formes compactes.

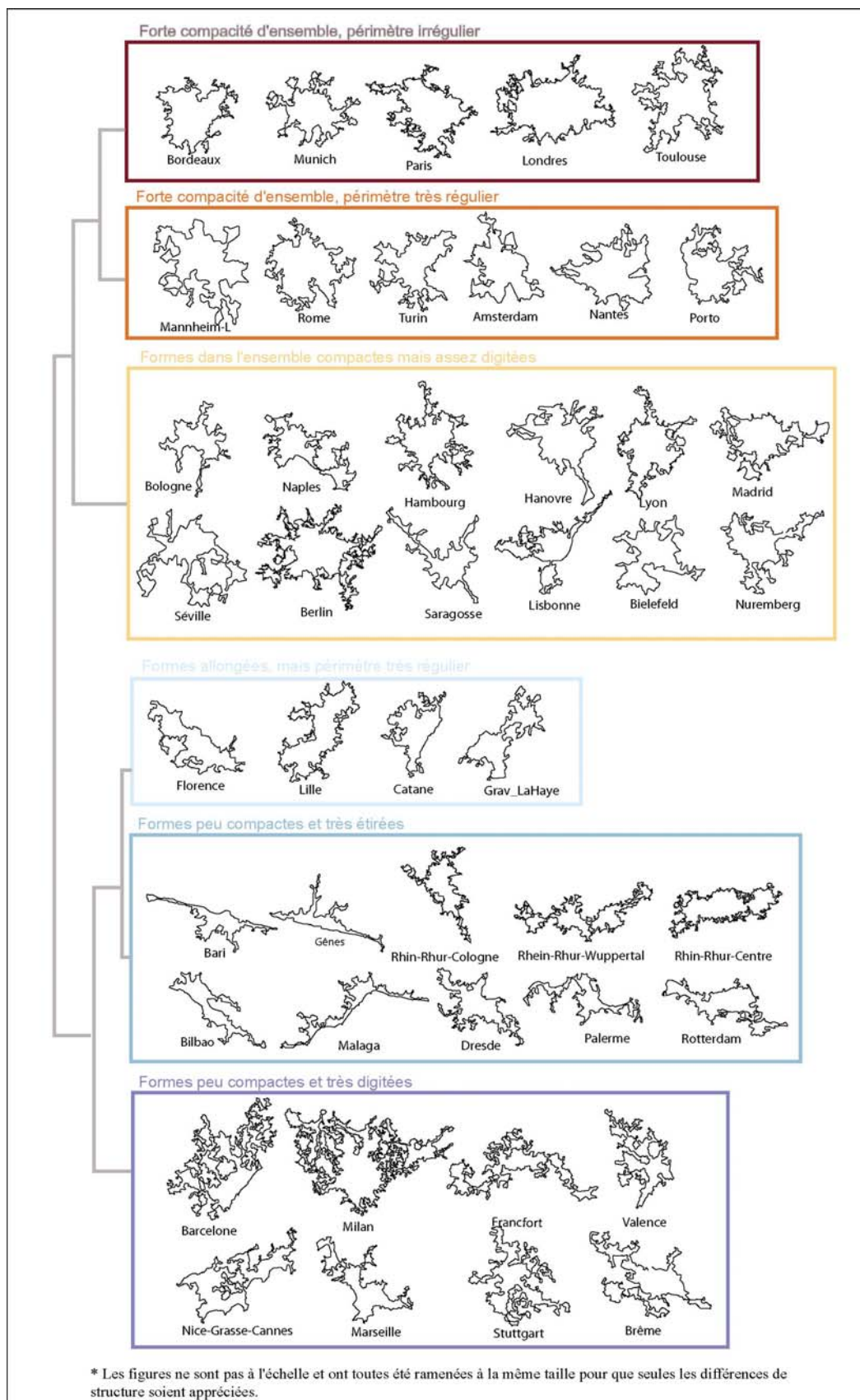
⁹ Il s'agit de classifications ascendantes hiérarchiques, qui utilisent la distance du Chi-2.

¹⁰ Ces analyses ont été menées sur les indices transformés par centrage et par réduction afin que les résultats ne reflètent pas seulement le mode de construction de chaque indice. En effet, bien que bornés entre 0 et 1, ces indices montrent des distributions très hétérogènes puisque issues de variables ou de rapports de variables qui ne montrent pas les mêmes ordres de grandeur à l'intérieur de cet intervalle. Les effets de masse étant éliminés, seul compte le pouvoir discriminant des indices par rapport aux formes des taches urbaines. L'allure symétrique des distributions est de plus adaptée à une telle standardisation. Seules les valeurs de l'indice I6 ont été transformées en logarithme avant l'opération de centrage-réduction, afin d'atténuer le caractère très dissymétrique de leur distribution de départ. Cela dit, les valeurs extrêmes sur cet indice risquent encore d'être surestimées.

Trois classes sont associées aux morphologies les moins compactes. Une première classe (huit agglomérations) rassemble les agglomérations les plus digitées et les plus indentées, comme Barcelone, Milan ou Stuttgart, par ailleurs de forme plutôt circulaire. Une deuxième classe (dix agglomérations) se distingue avant tout par une configuration d'ensemble très allongée et par des axes d'urbanisation secondaires également très étirés et de faible emprise spatiale. Elle correspond aux profils de Gênes et Malaga, mais aussi à ceux des agglomérations de la région Rhin-Rhur. La troisième classe, plus conforme au profil moyen, se rapproche de ce deuxième profil du fait du caractère allongé des formes qui la composent, mais s'en distingue par la régularité prononcée de leur périmètre. Elle rassemble quatre agglomérations, dont Florence et Lille.

Le profil des formes compactes se décline en trois variantes, qui comptent deux profils très marqués, et un profil plus moyen. Ce dernier, s'il se caractérise par le caractère digité et plutôt indenté des extensions morphologiques, pourrait tout aussi bien être rapproché de la catégorie des formes compactes en raison d'un degré de remplissage discal élevé et d'un développement plutôt concentrique. Il compte 11 agglomérations parmi lesquelles Bologne, Lyon, ou encore Berlin. Les morphologies caractéristiques des deux autres classes, qu'un développement spatial concentrique et que le très haut degré de remplissage discal rapprochent, se distinguent à partir des indices de digitation et d'indentation : les cinq agglomérations de la cinquième classe, dont Paris, Londres et Munich, sont en effet particulièrement massives, tout en présentant un contour assez indenté dans le détail, tandis que les sept agglomérations de la sixième classe, à laquelle appartiennent Amsterdam, Turin ou Nantes, combinent toutes des positions positives sur les indices de forme, et, tout en étant plus digitées que les précédentes, se caractérisent par la régularité remarquable de leur périmètre.

Figure 4.13. Une classification des taches urbaines en six types morphologiques



Source : AEE (1996)

3.2.2. Des configurations avant tout sensibles aux caractéristiques locales des sites urbains

La distribution spatiale de ces types de taches urbaines mérite d'être commentée dans la même perspective que celle que nous avons suivie à propos des contrastes d'emprise spatiale (Chapitre 3), à la recherche de logiques spatiales à petite échelle (**Figure 4.14**).

L'existence d'une relation entre les inégalités de taille des agglomérations et la variation des configurations de taches urbaines peut tout d'abord être interrogée. On peut notamment faire l'hypothèse que les villes qui, d'un point de vue morphologique, apparaissent les plus compactes, sont également dans leur majorité les agglomérations les « plus petites » de l'échantillon. On peut par ailleurs supposer que le degré d'irrégularité du contour, qui exprime la complexité du contact entre les espaces de la continuité morphologique et les espaces périurbains, est plus prononcé dans les plus grandes villes, du fait d'une plus forte pression foncière. A l'examen de la carte, la taille des agglomérations, estimée d'après la superficie des taches urbaines, n'apparaît pas systématiquement liée à la distribution des configurations physiques, mais n'en ressort pas non plus comme tout à fait indépendante : d'une part, on ne compte qu'une seule ville pluri-millionnaire, Rome, parmi les villes qui montrent la configuration la plus compacte et se distinguent par la régularité de leur contour. Les six autres, de Nantes à Porto, font moins de deux millions d'habitants. Et d'autre part, les deux plus grandes agglomérations de l'échantillon, Paris et Londres, se retrouvent toutes deux classées dans la catégorie des formes circulaires au périmètre très indenté dans le détail. Par ailleurs, on peut se demander dans quelle mesure l'inscription des villes dans des régions de forte densité influe sur l'allure plus ou moins sinueuse de leur contour, en supposant l'existence d'un contact plus complexe entre les espaces bâtis continus et leur environnement de densité élevé tel que Milan, Francfort ; ou à l'opposé Berlin et Valence. Mais là encore, aucune relation systématique entre la valeur de l'indice et leurs fortes densités régionales n'est mesurée.

La distribution spatiale des configurations de taches urbaines fait davantage ressortir une dépendance à l'égard de caractéristiques locales, en particulier de contraintes topographiques. Les configurations classées comme les moins compactes sont ainsi associées dans leur grande majorité à des sites littoraux et portuaires : parmi les 22 villes distinguées pour leur forme très allongée ou très découpée, que leur périmètre soit perçu comme régulier ou non, on compte 12 agglomérations littorales (dont des conurbations littorales). Font exception à cette

association les villes de Lisbonne, Porto et Naples, dont le développement ressort comme plutôt concentrique, même si assez digité. Parmi les formes peu compactes, celles de type très étiré renvoient par ailleurs aux villes dont le développement est marqué par la présence d'un fleuve important (on pense à Dresde le long de l'Elbe, à Florence le long de l'Arno, à l'urbanisation rubanée des agglomérations rhénanes). On peut suggérer par ailleurs que les contraintes exercées par certains sites physiques sur le développement des agglomérations sont en partie reflétées par une forte irrégularité du contour, comme à Stuttgart. Ces contraintes topographiques ne jouent pas seules, se combinant avec d'autres caractéristiques locales. Les formes de type digité peuvent aussi bien refléter la présence d'un relief, à Stuttgart par exemple, que l'influence de grands axes de communication sur la forme des extensions périphériques, comme l'illustre le cas de Bologne. Ces deux explications devraient sans doute être parfois combinées, par exemple dans le cas de Turin et Lyon, ou de Saragosse dans la vallée de l'Ebre. De plus, les formes linéaires sont parfois associées aux conurbations industrielles, comme dans le cas de l'agglomération de Lille-Roubaix-Tourcoing, étendue à Courtrai.

Figure 4.14. La distribution spatiale des types de taches urbaines



Sources : AEE (1996), Megrin (1991), Moriconi-Ebrard (1994)

4. LES DEUX DIMENSIONS DE LA COMPACTITE MORPHOLOGIQUE DES AGGLOMERATIONS

La compacité morphologique des agglomérations a été explorée tour à tour à l'aide de deux approches distinctes, l'une qui mesure leur emprise spatiale absolue et relative, via les superficies bâties et les densités moyennes de population, l'autre qui s'attache aux types de configuration morphologique, selon une acception plus géométrique des formes urbaines. Il est possible de croiser les résultats obtenus d'après chacune de ces approches pour voir dans quelle mesure ces dimensions se recoupent, sont complémentaires, se nuancent l'une l'autre. Nous avons réalisé ce croisement sur les agglomérations de plus de 500 000 habitants pour lesquelles nous disposons des deux séries de résultats. Notons que la délimitation de l'agglomération adoptée dans chacun des deux cas n'est pas tout à fait semblable : pour ce qui est de l'emprise spatiale, l'extension de l'agglomération est mesurée à partir de l'ensemble des zones bâties contenues dans les limites administratives de l'agglomération, tandis que dans l'appréhension de la configuration morphologique, le contour des agglomérations a été plus strictement ajusté aux limites de la tache urbaine agglomérée. Les deux logiques se comprennent bien : dans le premier cas, on est resté dans les limites des communes pour conserver une certaine cohérence avec la mesure des populations effectuée à l'intérieur de ces mailles. L'autre mesure, indépendante du calcul des populations, a été ajustée aux limites de la tache urbaine pour en définir les caractéristiques morphologiques avec plus de précision. Nous avons néanmoins considéré ces résultats comme comparables puisque ces deux mesures de la superficie bâtie classent les agglomérations de manière très proche.

Le **tableau 4.3** présente les résultats du croisement effectué entre les six types de morphologie urbaine et les différents degrés d'emprise spatiale issus de la **figure 3.9** (Chapitre 3)¹¹. Leur distribution spatiale est par ailleurs reprise de manière simplifiée (chacun des deux classements est réduit à deux catégories de formes, compactes ou peu compactes) à travers une carte qui synthétise l'ensemble de ces positions (**Figure 4.15**).

Cette confrontation fait avant tout ressortir, pour les 45 agglomérations étudiées, l'absence de concordance entre les deux classements. Elle montre ainsi combien ces deux dimensions de la

¹¹ Ce sont donc les écarts à l'ajustement entre les superficies bâties et les populations qui définissent différents degrés d'emprise spatiale relative.

compacité morphologique s'enrichissent l'une et l'autre lorsqu'elles sont mises en regard. Plusieurs agglomérations, à degré d'emprise spatiale équivalent, se caractérisent par des configurations de taches urbaines très variées. Milan et Nantes, par exemple, qui se distinguent toutes deux par un faible niveau d'emprise spatiale, appartiennent respectivement à la catégorie des formes les moins compactes et à la catégorie des formes les plus compactes. Par ailleurs, l'appréciation de la compacité donnée par la mesure de l'emprise spatiale doit être nuancée : les agglomérations les plus denses, parmi lesquelles Bari, Gênes et Naples, ont tendance à être associées aux configurations physiques les moins compactes, car les plus linéaires, indentées et digitées.

Tableau 4.3. Un classement selon une double dimension de compacité morphologique

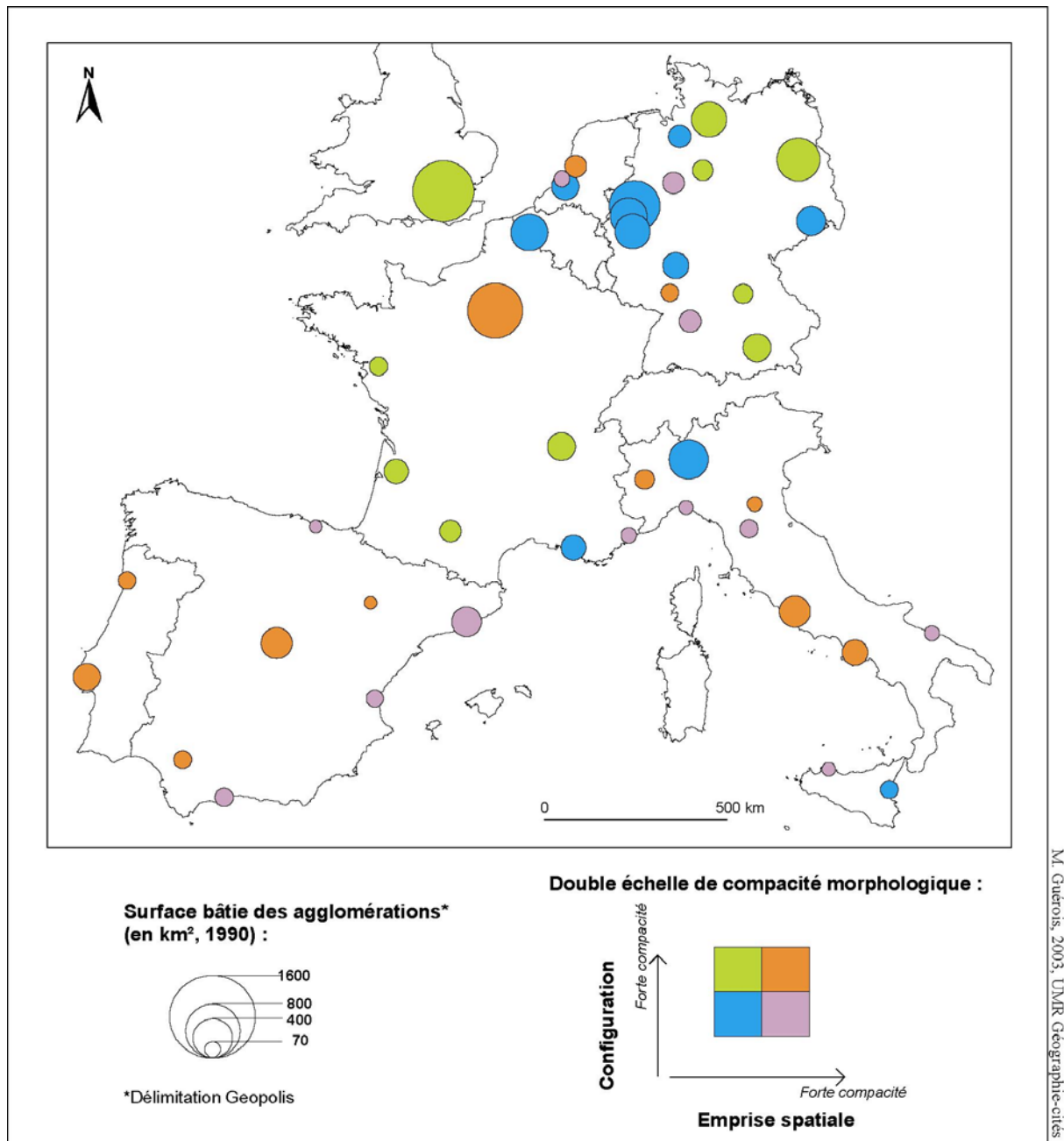
		EMPRISE SPATIALE					
		Diluée			Concentrée		
		- - -	- -	-	+	++	+++
Non compacte	Très digitée et très indentée		Breme	Milan Francfort Marseille	Nice Stuttgart		Barcelone Valence
	Très étirée	Dresde	RR-Centre RR-Cologne	RR-Wuppertal Rotterdam	Malaga	Bari	Genes Palerme Bilbao
	Étirée, mais périmètre régulier	Lille		Catane		Florence	La_Haye
Compacte	Compacte mais assez digitée		Lyon Hambourg	Hanovre Bielefeld Nuremberg Berlin		Lisbonne Séville Bologne	Naples Saragosse Madrid
	Très compacte mais périmètre irrégulier		Toulouse Bordeaux	Munich Londres	Paris		
	Très compacte, périmètre très régulier			Nantes	Mannheim Amsterdam	Rome	Turin Porto

M. Guérois, 2003, UMR Géographie-cités

Sources : AEE (1996), Eurostat (1990), Megrin (1991), Moriconi-Ebrard (1994)

De plus, la combinaison de ces deux critères incite à affiner le caractère compact des formes circulaires car plusieurs agglomérations de développement spatial concentrique, comme Munich et Toulouse, sont associées à une forme d'occupation du sol relativement extensive. En revanche, il est vrai que les configurations très compactes, qui se distinguent par la régularité de leur périmètre, se caractérisent par une emprise spatiale très intensive, sauf dans le cas de Nantes. Parmi les formes très étirées, on fait bien la distinction entre les agglomérations littorales et les conurbations industrielles, sauf dans les cas de Marseille et Catane.

Figure 4.15. Les agglomérations européennes sur une double échelle de compacité morphologique (1990)



M. Guérois, 2003, UMR Géographie-cités

Sources : EEA (1996), Eurostat (1990), Megrin (1991), Moriconi-Ebrard (1994)

CONCLUSION

Plusieurs résultats doivent être retenus de l'analyse de la configuration des taches urbaines. Nous avons d'une part montré l'intérêt du recours à certains indices de forme pour caractériser cette configuration. A partir de figures élémentaires, puis des agglomérations européennes, nous avons constaté que le pouvoir discriminant de ces indices était considérablement augmenté lorsque ces indices étaient combinés entre eux, à l'aide, par exemple, d'une classification automatique. Ce résultat doit être souligné car peu de travaux empiriques l'ont mis en valeur à ce jour. L'apport de CORINE Land cover à une délimitation simplifiée des agglomérations morphologiques a pu être à la fois discuté et affirmé, compte tenu de la résolution caractéristique de cette image. Ainsi, tout en ayant fixé les limites de mesures associant la compacité morphologique à la figure du cercle qui nous servait de référence, nous avons pu distinguer des catégories pertinentes de formes urbaines, à une échelle internationale encore trop peu investie par l'application de ce type d'indices. Nous avons par ailleurs tenté de dépasser les questions méthodologiques associées à l'utilisation de tels indices pour engager l'interprétation de la distribution spatiale de ces configurations.

Enfin, la confrontation de la typologie des formes avec celle issue des mesures d'emprise au sol a démontré la pertinence d'une double approche de la notion de compacité morphologique, les mesures quantitatives et qualitatives se complétant bien plus qu'elles ne se recouvrent. De ce point de vue, la contribution de CORINE se révèle doublement utile au débat sur les morphologies urbaines, en permettant une description comparative et répétable, suffisamment nuancée bien que de mise en œuvre relativement simple, de la diversité des configurations des villes européennes.

La mesure de la configuration des taches urbaines pourrait toutefois être précisée et améliorée de plusieurs manières. L'une des dimensions importantes de ce prolongement pourrait être la description des « lacunes », des espaces libres compris dans le périmètre des taches urbaines. La comparaison de leur superficie totale ainsi que de leur distribution, plus ou moins massive et fragmentée, a déjà fait l'objet de mesures (Wentz, 2000), et viendrait enrichir utilement les caractéristiques morphologiques des taches urbaines. D'un point de vue plus technique, il serait nécessaire d'automatiser davantage la chaîne de traitement qui, dans le logiciel de

système d'information géographique, permet de mesurer certains paramètres de forme comme le diamètre du plus grand cercle inscrit ou du plus petit cercle circonscrit.

L'appréciation de l'emprise spatiale des espaces bâtis dans les villes doit dépasser cette première approche pour au moins deux raisons : malgré la pertinence du périmètre de l'agglomération, on peut difficilement caractériser l'étalement urbain de manière complète en restant confiné dans ses limites. D'autre part, ces mesures moyennes masquent, dans l'espace des agglomérations et *a fortiori* des aires urbaines fonctionnelles, de forts contrastes internes entre, aux deux extrêmes, des espaces centraux totalement artificialisés et des espaces bâtis fragmentés caractéristiques des périphéries urbaines éloignées. L'analyse de la dimension de la compacité urbaine passe donc ici par une comparaison plus détaillée de la distribution du bâti dans l'espace des aires urbanisées, définies par l'extension des zones péri-urbaines au-delà du périmètre des agglomérations.

CHAPITRE 5

LES CHAMPS URBAINS REVELES PAR LE BATI EXPLORATIONS METHODOLOGIQUES

Nous avons commencé notre étude de la compacité morphologique dans le cadre prédéfini des agglomérations de bâti continu, essentiel à la comparaison des villes dans un cadre supranational. Il est cependant nécessaire d'élargir notre analyse à l'espace plus étendu des aires urbanisées, dont nous avons fait en sorte qu'elles embrassent les territoires de l'étalement urbain. C'est dans ces espaces périurbains que se jouent les questions de la conversion des espaces « libres » du fait de la pression exercée par les zones construites, c'est là que l'on évoque la fragmentation des espaces bâtis et son corollaire, le « mitage » des espaces libres. C'est sur ces fronts d'urbanisation, dans ces marges urbaines, que la dynamique de la consommation des sols est la plus forte. Ce chapitre est donc consacré à l'étude des formes urbaines révélées par le bâti dans le cadre de périmètres urbains élargis. Nous quittons l'espace exclusif des zones continûment bâties pour tenter de caractériser la distribution plus fragmentée des agrégats de bâti à l'échelle d'aires urbanisées non précisément délimitées. Nous avons choisi de ne pas fixer de cadre territorial *a priori* pour étudier ces formes, mais de caractériser leur distribution en considérant l'espace dans sa continuité.

Alors que la distribution des espaces bâtis dans les périphéries urbaines est souvent présentée comme « chaotique », ou du moins déstructurée, nous avons choisi de l'aborder à partir de la notion de champ urbain, qui rend compte de systèmes de forces générateurs de régularités et de structures fortes dans l'espace. Cette expression est fréquemment utilisée par les économistes et les géographes. Au sens strict, elle désigne d'abord la zone d'influence urbaine

définie par le champ de mobilité des navettes domicile-travail, soit l'aire de migration des navettes quotidiennes. Elle renvoie à l'attraction qu'exerce le « noyau central » sur des zones périphériques élargies à travers les mouvements pendulaires quotidiens, mais aussi hebdomadaires (Friedman, Miller, 1965). Le champ urbain a été défini dans un sens plus large par P. Claval (1982) comme un « champ de forces » provoquant des effets de gradient et de distance, lieu de polarisation et centre d'influence : « son utilité, c'est de faire comprendre la manière dont toutes les activités ont tendance à s'ordonner par rapport au centre. C'est le champ qui exprime les valeurs attribuées par chaque type d'usager aux localisations – et dans la compétition qui s'instaure, à chaque zone se voient affectés les usages qui lui confèrent la plus forte valeur ». Ce concept synthétise l'expression des formes sélectives d'occupation des sols modélisées par von Thünen dès 1826 à partir de la notion de rente, et les effets du principe de centralité associés à la présence des villes formalisés dans le cadre de la théorie des lieux centraux.

C'est d'ordinaire à travers les gradients de densités, c'est-à-dire à travers la régularité de la décroissance des densités en fonction de la distance au centre, que sont étudiés les champs urbains. A cet égard, la notion de champ urbain a été explorée dans deux grands cadres théoriques : en géographie, elle s'appuie sur le modèle gravitaire des interactions spatiales qui engendre un processus cumulatif de différenciation centre/périphérie (Claval, 1982). En théorie économique, cette notion renvoie aux avantages d'agglomération, et le gradient résulte de l'arbitrage entre les coûts des localisations centrales (rente de localisation) et les coûts de transport (Alonso, 1964). L'étude de l'emprise du bâti peut s'appuyer sur cette approche radiale, qui considère comme clé de lecture principale la distribution des espaces bâtis en fonction de la distance au centre. Ces études sont habituellement menées à partir de la distribution des densités de population, mais leur portée est dans ce cas limitée par la forte hétérogénéité des maillages NUTS 5. L'application de ces gradients à la distribution des espaces bâtis est-elle susceptible de rendre compte de telles structures ?

Nous faisons d'autre part l'hypothèse que ces champs urbains peuvent être saisis et décrits par une autre entrée plus générale, qui ne privilégie pas les centres, mais aborde l'étude généralisée de la distribution du bâti à travers plusieurs composantes d'échelle spatiales, faisant émerger ces structures à l'aide de méthodes de lissages. Peut-on, à partir de ces agrégats dispersés, faire émerger des structures du peuplement plus ou moins dispersées ou concentrées ?

Ces deux approches théoriques retrouvent en pratique, à plusieurs échelles, la question du polycentrisme, si souvent invoquée en Europe aujourd'hui, et qui soulève autant de difficultés lorsqu'il s'agit de mettre en évidence et de mesurer de telles structures, que d'en favoriser l'émergence par des politiques de développement durable ou dans une perspective d'aménagement du territoire.

Nous avons souhaité placer cette partie de notre travail, à la fois sur les gradients et sur la cartographie lissée, dans le champ d'explorations méthodologiques. Non pas parce qu'on y éprouve de nouvelles démarches ou de nouveaux outils méthodologiques, mais bien parce que l'on applique à l'analyse de la distribution des espaces bâtis des démarches qui sont pour la plupart appliquées à l'étude des populations et des densités.

1. UNE ANALYSE RADIALE DE LA DISTRIBUTION DES ESPACES BATIS

Articulée à la notion de champ urbain, la notion de gradient renvoie en général à l'étude de la variation des densités de population en fonction de la distance au centre. Quelle est la pertinence du transfert de la notion de gradient intra-urbain à la distribution des espaces bâtis ?

Bien que de plus en plus discuté et remis en cause sous l'effet des dynamiques d'étalement urbain, le modèle d'une ville monocentrique, dont la distance au centre serait la clé de lecture principale de la structure interne, reste la référence la plus citée et la plus mobilisée pour rendre compte de la distribution différenciée/contrastée des populations, des emplois, des valeurs foncières, etc., (Huriot, 1996). Ce modèle est en tout cas reconnu comme celui qui offre la meilleure description de l'organisation interne des espaces urbains européens, dont la structure à géométrie rayonnante et circulaire a été maintes fois proposée comme un des marqueurs de la spécificité des formes urbaines sur le « continent » européen (Benevolo, 1993 Cattan *et al.* 1999).

L'hypothèse sous-jacente à ce modèle est celle d'une force d'organisation de l'espace environnant par un centre. On peut faire remonter à Von Thünen la notion de polarisation de l'espace par un centre, qui définit autour de lui un champ d'accessibilité où la rente varie de manière systématique en fonction de la situation géographique, appréciée en termes de distance au centre. C'est à cette théorie que se réfèrent les modèles de localisation de la théorie économique néo-classique. Les modèles économiques ont mis en relation les notions d'accessibilité, d'économies d'agglomération, de rente urbaine, et étudié leurs conséquences sur la répartition de différents types d'activité. La formalisation de ce schéma d'organisation radiale et du principe d'ordre exercé par le facteur de la distance au centre s'appuie sur la description des gradients de densité de population centre-périphérie, en référence aux travaux fondateurs de Clark. Des formulations ont été tentées pour passer de modèles d'équilibre statiques à des modèles prenant en compte les processus de croissance des villes, et pour substituer au modèle monocentrique l'émergence de structures polycentriques. Il ne s'agit pas ici pour nous de revenir longuement sur ces formalisations, ni sur les différentes formes d'ajustements qui ont été proposées depuis Clark, puisque ces discussions ont été bien menées dans des travaux récents (Berroir, 1998, Péguy, 2000).

La principale question est pour nous celle de la pertinence de l'introduction de la notion de gradient intra-urbain, le plus souvent appliquée aux densités de population, pour décrire la distribution des espaces bâtis et transcrire leur degré de compacité ou de dispersion. Quels sont les intérêts et limites de la transposition de ce modèle « classique » à l'emprise du bâti estimée d'après l'image CORINE ? L'analyse a en commun avec celle des densités de population une description des formes de concentration ou de dispersion du peuplement, mais à partir d'une information qui porte ici sur une simple « présence en surface ». Un indicateur élémentaire est celui de la densité du bâti, proche de 100% dans les espaces centraux saturés, qui diminue progressivement à mesure que l'on s'éloigne du centre. On peut supposer que la forme de la distribution des espaces bâtis dans les villes reflète en grande partie celle des densités de population ou des activités autres que la fonction résidentielle, dans la mesure où elle serait l'empreinte, en deux dimensions, de ce champ d'attraction¹. L'intensité de la consommation des sols est un révélateur de l'attraction de certains espaces et de la force du champ d'attraction à tel ou tel endroit. L'indicateur choisi limite les possibilités de transfert de la théorie du champ urbain, difficile à formuler (faute par exemple de compléments d'information essentiels qui seraient les prix fonciers) mais n'interdit pas un usage descriptif des modèles, pour une mesure partielle et approchée du champ d'attraction de la ville. En contrepartie, l'indicateur de présence du bâti est disponible et comparable sur un très grand espace, sans les discontinuités introduites par les frontières nationales ni les maillages administratifs.

Nous avons testé trois types d'ajustements reposant sur différentes formalisations de la relation entre emprise du bâti et distance au centre, en nous interrogeant à chaque fois sur les interprétations possibles de telles démarches. Nous avons choisi de développer plus précisément les résultats d'un double ajustement linéaire, mais présentons également les tests réalisés à partir de deux autres ajustements. Il nous a semblé difficile de comparer entre eux ces trois types de résultats, d'une part parce que la mesure des qualités d'ajustement n'est pas strictement comparable d'un ajustement à l'autre, d'autre part parce que chacun de ces ajustements repose sur un nombre variable de paramètres. A quel rythme l'emprise du bâti se

¹ Les densités bâties déclinent généralement du centre des agglomérations vers leurs périphéries, avec parfois le schéma plus complexe d'un centre où la hauteur des bâtiments a été limitée par des règlements d'urbanisme (même si certaines villes ont fait le choix du Central Business District et de la sky-line à l'américaine), et une proche périphérie où l'urgence de la construction des logements a concentré les immeubles résidentiels en hauteur (grands ensembles en France, banlieues des villes d'Europe de l'est). A plus grande échelle il faudrait même considérer la taille des logements (qui présente un fort gradient Centre/Périphérie en Ile-de-France par exemple) pour être en mesure de rapprocher les estimations de densité de bâti de celles de la population.

dilue-t-elle en fonction de la distance au centre ? La distinction entre la partie centrale des villes et leurs périphéries s'appuie souvent sur une opposition entre le bâti continu des agglomérations et la fragmentation des espaces bâtis dans les marges périurbaines. Cependant, on insiste aussi de plus en plus sur le fait que la distinction entre les deux n'est pas nette et se caractérise par une zone de transition, un continuum. Comment cela est-il transcrit par les gradients ? Les limites de l'agglomération sont-elles encore perceptibles ? Peut-on déceler une organisation spatiale des espaces périphériques en termes de bâti ? Jusqu'à quelle portée ce principe d'ordre autour du centre se fait-il sentir ? A défaut d'une articulation de ces observations avec les théories du champ urbain, qui serait un exercice prématuré, ces analyses permettent-elles d'apporter des indications sur sa forme générale et sur les différences entre les villes ?

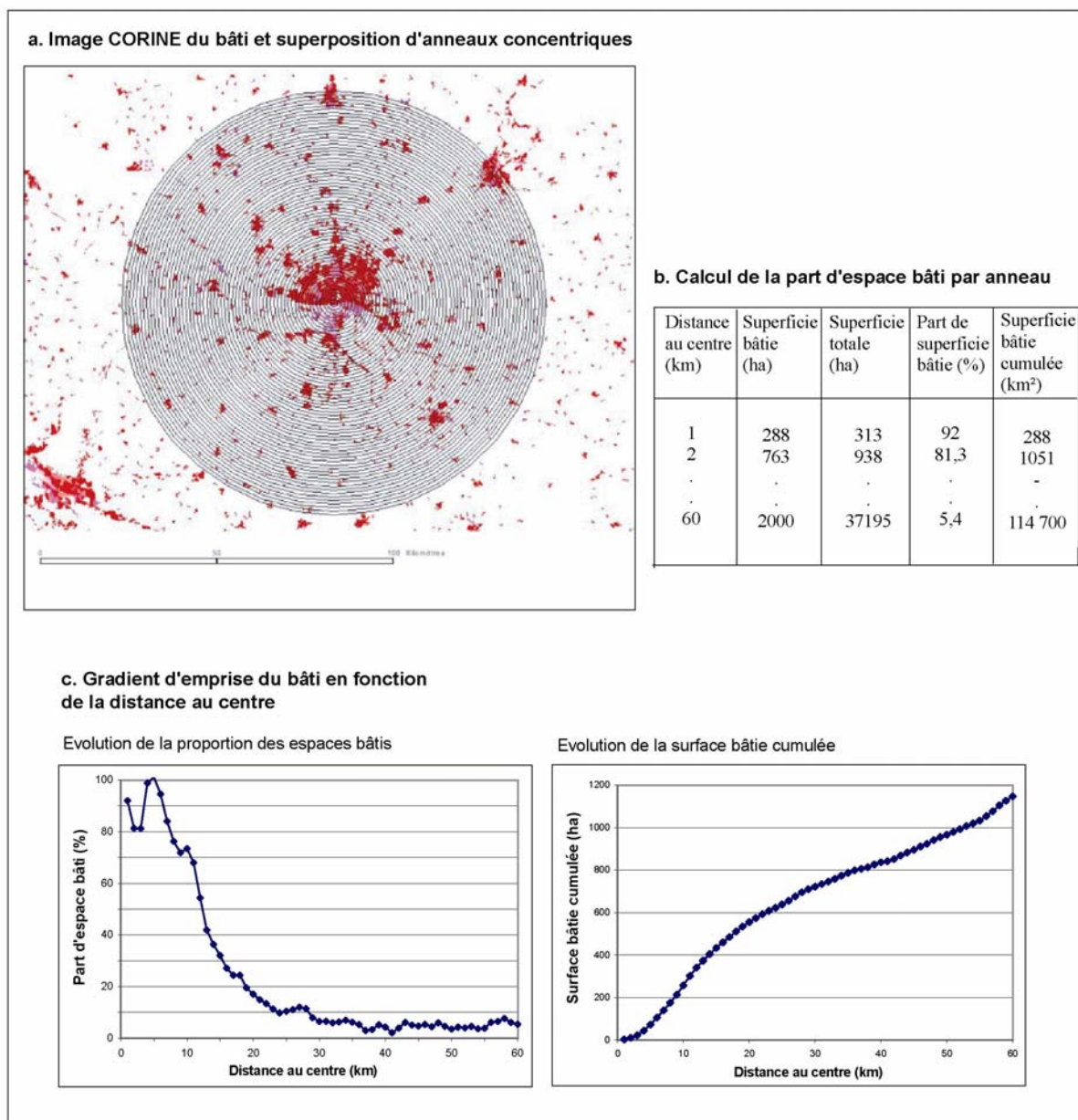
1.1. Des agrégats fragmentés de bâti au gradient continu d'emprise du bâti

Nous avons suivi, pour représenter les gradients d'espace bâti, une démarche relativement simple, qui a déjà eu l'occasion d'être appliquée à l'image CORINE dans le cadre d'une étude sur la structure des espaces bâtis aux environs d'une vingtaine de villes allemandes (IERP, 1998). Pour passer de la distribution fragmentée du bâti restituée par l'image CORINE à un gradient continu d'emprise du bâti, nous avons appliqué le même principe à la plupart des villes de plus de 500 000 habitants déjà étudiées dans le chapitre 4 : une série d'anneaux concentriques a été créée à partir du centre de chaque agglomération, suivant un espacement régulier d'1 km dont le pas a été avant tout défini en fonction de la résolution minimale de l'image CORINE (Une distance de 1 km sur l'axe des abscisses de la figure 5.1.c équivaut donc à l'intervalle compris entre 0 et 1 km autour du centre) (**Figure 5.1**). Chaque circonférence renvoie à un intervalle de distance au centre et il est possible de mesurer la superficie totale des espaces bâtis dans cet intervalle.

A partir de ce même filtre, l'évolution de l'emprise des espaces bâti en fonction de la distance au centre peut être représentée de deux manières. On peut estimer l'emprise du bâti à une distance donnée du centre en mesurant le pourcentage d'espace bâti compris dans l'intervalle de distance correspondant, c'est-à-dire en comparant dans cet intervalle la superficie totale des espaces bâtis à la superficie totale de l'anneau (proportion de sols artificialisés). Ces proportions de bâti pouvant être interprétées comme des fréquences, on peut par ailleurs représenter l'augmentation de la surface cumulée d'espace bâti à mesure que l'on s'éloigne du

centre en faisant la somme des surfaces bâties décomptées dans chaque anneau. Les deux gradients obtenus sont deux expressions pertinentes de l'évolution du degré d'artificialisation des sols en fonction de la distance au centre. Bien que relativement simple, cette mesure radiale de l'emprise du bâti repose sur certains choix et présupposés dont il est important de rendre compte.

Figure 5.1. Construction des gradients d'emprise du bâti : exemple de Hambourg.



Source : AEE (1996).

- *Le choix du centre dans l'agglomération bâtie*

La détermination du centre de l'agglomération est un problème classique des études de gradients intra-urbains, confrontées à un choix d'autant plus varié que l'étalement urbain s'accompagne d'une dissociation croissante des centres historique, du bâti –morphologique–, des emplois et de la population (Orhan, 1998). Dans bon nombre de cas, c'est le centre dit « morphologique » ou « historique » qui est retenu. Identifié à partir des fortes densités du bâti et de la forme de la voirie, ce centre est alors choisi comme point de départ de la structure rayonnante contemporaine. Dans d'autres cas, le centre géométrique de l'unité administrative centrale ou de l'agglomération bâtie est préféré. Ce dernier choix permet notamment de dépasser des difficultés rencontrées lorsque le centre historique est difficilement identifiable, notamment dans le cas des conurbations (Rhin-Rhur, Lille-Roubaix-Tourcoing-Mouscron), ou dans le cas des villes dont la structure interne n'apparaît pas monocentrique (Berlin). Nous avons pour notre part privilégié la référence au centre morphologique, repéré à partir de cartes topographiques, tout en nous écartant de cette règle pour les conurbations urbaines, pour lesquelles nous avons plutôt choisi le barycentre des différents centres historiques. Ce choix peut biaiser la représentation des développements dissymétriques, mais il est plus stable et dans le cadre d'une analyse morphologique, fait avant tout référence à l'idée selon laquelle le modèle urbain européen a été produit en majorité par extension progressive autour de ce lieu central.

- *L'hypothèse d'un développement concentrique dans un espace homogène et isotrope*

Le choix de la morphologie circulaire des zones de comptage s'appuie également sur la reconnaissance de cette structure générique de la ville européenne, de forme radio-concentrique, qui reflète le rôle de la distance au centre dans l'organisation de l'espace urbain (Cattan *et al.*, 1999). En rendant compte de structures rayonnantes et concentriques régulières, ce choix repose sur l'hypothèse d'un espace homogène et isotrope, à l'instar de ce que proposent la plupart des modèles de gradient de densité intra-urbains², qui ne prennent que rarement en compte les irrégularités de la topographie ou des axes de communication, autrement qu'à travers l'interprétation ultérieure des écarts au modèle. Cela dit, la présence

² Signalons néanmoins que cette option se distingue du choix de zones de comptage de forme carrée que retiennent habituellement les analyses fractales de dimension radiale. Il est vrai que le croisement de la grille de pixels avec des surfaces de forme circulaire peut générer une certaine marge d'erreur dans le calcul du pourcentage d'espace bâti, pour les plus petits rayons tout au moins. La référence au critère de la distance au centre ainsi que la facilité de mise en œuvre sous logiciel de SIG nous ont cependant orienté vers un autre choix.

d'un cours d'eau majeur, de topographies accidentées ou d'axes de transport qui viennent troubler la régularité de cette disposition concentrique peut s'avérer plus gênante lorsque l'analyse porte directement sur l'espace construit, à savoir sur une donnée physique plus précisément localisée que ne le sont les populations répertoriées à l'intérieur des mailles statistiques.

Certains auteurs ont parfois cherché à intégrer ce facteur d'anisotropie des sites dans la description de la distribution du bâti, sous des formes plus ou moins abouties. Dans une perspective descriptive, la dissymétrie des développements autour du centre peut être saisie à travers une segmentation du gradient par secteurs : la « position angulaire » des phénomènes observés entre alors en compte dans la description du gradient, comme l'illustre un exemple développé sur les régions de Bâle, Fribourg et Mulhouse (Sandtner, 2002). Il est cependant plus délicat d'intégrer ces variables de position dans un modèle d'estimation des densités de bâti en fonction de la distance au centre. En témoigne, à titre d'exemple, la modélisation des densités de bâti testée par De Keersmaecker (1990) sur l'agglomération de Bruxelles : après avoir tenté d'intégrer la discontinuité introduite par la présence de la Senne de part et d'autre de Bruxelles et l'ampleur différenciée de l'urbanisation selon les secteurs géographiques, l'auteur conclut à la difficulté d'introduire la variable de position angulaire des phénomènes observés sans produire de biais statistique majeur. Des variations angulaires ont été introduites dans le modèle développé par Péguy (2000) pour les densités de population.

En raison du nombre important de villes étudiées, nous avons choisi de ne prendre en compte l'anisotropie des espaces urbanisés que pour les villes côtières, tronquant dans ce cas la série d'anneaux concentriques au-delà de la ligne de côte. Cette approche simplifiée de la « rugosité » de l'espace est renforcée par le choix d'une métrique euclidienne de la distance, qui s'est ici imposée en raison de la difficulté à rassembler des données sur les distances-temps urbaines pour un tel échantillon. On notera enfin que l'application du filtre des zones de comptage de forme concentrique et la prise en compte, pour chaque intervalle de distance, de proportions moyennes d'espace bâti, ne nous permettront pas d'identifier les causes locales des écarts au modèle, ce qui n'est pas gênant dans cette première approche qui s'attache surtout à mettre en évidence des formes générales.

- *La portée maximale du gradient*

Le choix de la portée maximale peut sensiblement influencer la comparaison des formes de gradient d'une ville à l'autre. Or en l'absence de délimitations comparables des aires urbaines fonctionnelles à l'échelle européenne, ce choix reste assez délicat. Une première option peut être de comparer les structures des villes étudiées dans des rayons identiques. Cette limite reste néanmoins arbitraire lorsque l'on prend en compte des villes de gabarits contrastés. On sait en effet combien l'amplitude et la forme des gradients de densité intra-urbains sont sensibles à la taille des villes (Berroir, 1998). Il est donc souhaitable de confronter cette première proposition à une approche qui tienne compte de la variation de l'extension des aires urbanisées en fonction de leur population, à partir de connaissances empiriques. Il est en effet important de pouvoir contrôler l'effet de taille si l'on souhaite faire ressortir d'autres facteurs de différenciation.

Berroir (1998) a par exemple montré, dans le cas des plus grandes villes françaises, que les superficies des aires urbaines fonctionnelles étaient moins différenciées que celles des agglomérations, qui dépendent bien plus étroitement des inégalités de taille démographique. Cette relative homogénéité se vérifierait notamment pour le sous-échantillon des villes « moyennes » (dans les exemples cités, des villes de moins de 500 000 habitants), pour lesquelles la portée maximale du gradient semble pouvoir être fixée à 40 km : ce seuil correspondrait à la « distance maximale que parcourt la très grande majorité des navetteurs travaillant dans une unité urbaine de plus de 100 000 habitants » et « ce voisinage intègre[rait] largement l'espace de la vie quotidienne » (Mathian, Sanders, 1998). Néanmoins, pour les plus grandes agglomérations hormis Paris (Bordeaux, Lille, Lyon, Nice, Toulouse), la distance maximale d'extension des aires urbanisées était en 1990 comprise entre 50 et 70 km. Pour Nantes, dont l'agglomération frôle les 500 000 habitants, elle était plus contenue, comprise entre 30 et 40 km (Berroir, 1998).

La prise en compte dans notre échantillon d'un éventail assez contrasté de tailles de villes, même si elles dépassent toutes les 500 000 habitants, nécessite donc de faire varier, au moins pour certains tests, la portée du gradient. Nous proposerons de fixer la portée maximale à 40 km pour les aires urbanisées dont l'agglomération centrale (d'après la délimitation Geopolis) est comprise entre 500 000 et 1 000 000 d'habitants, 50 km entre 1 et 2 millions d'habitants, 60 km entre 2 et 5 millions d'habitants, et au-delà, 100 km. Il importe de

conserver une certaine souplesse pour réajuster ces seuils en fonction de ce que l'on observera à partir des gradients, dans la mesure où, sans que la relation soit systématique, l'environnement semble jouer un rôle déterminant, par la forme et l'intensité du peuplement urbain régional.

En partant d'images où l'espace bâti apparaît discontinu et fragmenté, le calcul de gradients aboutit à une représentation continue du degré d'artificialisation des sols en fonction de la distance au centre. On dispose alors d'un résumé de la forme de la distribution des espaces bâtis. L'objectif est de dégager les principales caractéristiques des structures révélées par ces gradients, de voir dans quel mesure ils offrent des descripteurs efficaces et pertinents pour comparer les villes entre elles, notamment du point de vue de leur degré d'étalement ou de compacité. Nous testerons plusieurs approches, mais auparavant nous allons mesurer de manière plus empirique des niveaux moyens d'emprise du bâti.

1.2. L'intensité de l'emprise du bâti et ses variations

1.2.1. Les niveaux moyens d'emprise du bâti dans les aires urbanisées

Avant d'entrer dans le détail des gradients, les aires urbanisées peuvent être caractérisées et différenciées par leur niveau moyen d'emprise au sol, à des portées variables du centre. Nous avons dans un premier temps comparé le niveau moyen d'emprise des espaces bâtis dans une même portée de 40 km autour du centre des aires urbanisées (**Tableau 5.1.**). Ce seuil a été choisi à titre indicatif, à partir d'études empiriques menées sur les aires urbaines françaises qui ont montré que dans la plupart des cas, la zone d'influence directe des unités urbaines de plus de 100 000 habitants s'étendait rarement au-delà d'un rayon de 40 km (Berroir, 1998). Dans un rayon de 40 km donc, l'espace bâti occupe en moyenne 13% du total des superficies dans les 40 aires urbanisées considérées, et 12% si l'on écarte les valeurs exceptionnelles obtenues pour Paris et Londres (qui montrent des taux moyens d'espace bâti de respectivement 37% et 40% dans ce rayon). Cette mesure moyenne recouvre des variations assez importantes entre les villes dont le degré d'artificialisation des sols s'échelonne, dans ce périmètre, entre moins de 5% à Séville et Saragosse, et plus de 20% à La Haye, Berlin, Milan et Lille. Par ailleurs, l'emprise moyenne des espaces bâtis diminue régulièrement à mesure que l'on élargit la portée du rayon, passant à 11% à 50 km, puis à 9% à 60 km.

Tableau 5.1. L'emprise moyenne des espaces bâtis dans les zones métropolitaines (1990)

Villes (Classées par ordre de taille)	Part moyenne d'espace bâti pour différentes portées (en %)			Portée à laquelle certains seuils d'emprise moyenne du bâti sont franchis (en km)		
	40 km	50 km	60 km	60%	30%	15%
	37	27	20	28	47	73
Londres	40	31	25	30	52	96
Madrid	12	9	6	11	20	34
Barcelone	17	13	11	10	25	45
Milan	22	18	15	13	28	56
Berlin	22	16	12	19	34	53
Rome	16	11	9	13	21	42
Naples	19	15	11	11	24	50
Lisbonne	11	8	7	11	21	32
Hambourg	17	12	10	16	27	44
Munich	12	10	9	13	21	36
Turin	7	6	4	8	15	25
Francfort	19	15	13	9	21	49
Rotterdam	18	17	18	10	23	*
Valence	8	6	5	4	12	23
Lille	22	20	18	10	19	*
Lyon	14	11	9	13	23	38
Marseille	13	12	10	10	18	37
Stuttgart	15	12	11	5	18	41
Porto	6	10	10	6	11	19
Amsterdam	19	17	17	11	21	*
Séville	4	3	2	5	9	19
Florence	5	4	4	8	15	14
La Haye	23	20	19	8	33	14
Palerme	7	5	10	6	12	22
Nuremberg	9	7	6	8	14	26
Hanovre	12	10	9	10	16	30
Breme	8	7	6	7	15	25
Dresde	8	8	8	8	15	25
Bielefeld	11	10	8	5	10	23
Bordeaux	8	6	5	11	18	27
Bari	6	4	4	6	13	21
Toulouse	5	4	3	9	15	22
Mannheim	13	12	11	8	15	35
Leipzig	11	8	8	9	14	23
Catane	9	6	5	8	15	27
Saragosse	2	1	1	4	6	10
Bologne	5	5	4	5	10	15
Nice	10	7	10	10	18	32
Nantes	6	6	6	8	13	21
moyenne	13	11	9	10	19	36
mediane	11	10	9	9	18	31

*Dans ces aires urbanisées, l'emprise moyenne du bâti est toujours supérieure à 15%, même pour une portée de 60 km (elle est comprise entre 16 et 17% à l'intérieur de ce rayon).

Source : AEE (1996)

Pour la plupart des villes, une portée de 40 km peut donc être interprétée comme une extension maximale du champ urbain, puisque la proportion de surface occupée par le bâti

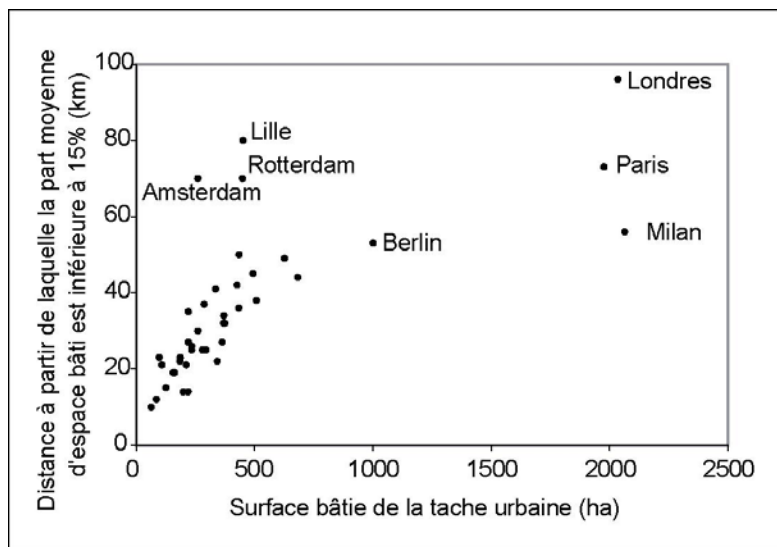
devient assez faible dans ce rayon et ne diminue ensuite que faiblement, aux alentours d'une valeur de 10%. Il semble qu'un seuil de 15% corresponde d'ailleurs mieux à cette notion de portée limite (nous l'utiliserons ci-dessous). Toutefois, on ne peut se contenter d'un même rayon pour comparer les agglomérations. En effet, le premier facteur prévisible des variations observées renvoie aux écarts de taille démographique, dont on peut donner une approximation d'après la population des agglomérations centrales (dans la délimitation de la base Geopolis). Cette tendance se vérifie tout d'abord si l'on distingue les agglomérations par classes de taille : dans un rayon de 40 km, les villes dont les agglomérations centrales sont comprises entre 500 000 et 1 000 000 d'habitants présentent un niveau moyen d'emprise du bâti de 9%, celles dont les agglomérations centrales sont comprises entre 1 et 2 millions, de 14%, entre 2 et 5 millions, de 17% et enfin, Paris et Londres de 38%. On observe la même relation pour des portées élargies de 50 km et 60 km, même si les écarts ont tendance à se resserrer d'une classe de taille à l'autre. Cette relation apparaît un peu moins systématique si l'on essaie d'estimer de manière plus précise, par un ajustement linéaire, le degré d'emprise du bâti en fonction de la population des agglomérations centrales. Pour une portée de 40 km, la relation est significative et présente un coefficient de détermination de 30% (60% si l'on inclut Londres et Paris). Cette relation s'avère néanmoins plus ténue bien que toujours significative à mesure que l'on élargit la portée du rayon et que l'on considère l'emprise moyenne des espaces bâtis dans un périmètre de 50 km, puis de 60 km. Cette relative dépendance exprime certes la relation très étroite qui associe la population des agglomérations à leur superficie : plus l'agglomération centrale est étendue, plus l'aire urbanisée a des chances de l'être. Mais elle indique surtout combien il serait maladroit de comparer les gradients d'emprise du bâti dans un même rayon, quelle que soit la population des agglomérations centrales.

Une autre approche consiste à fixer différents seuils d'emprise du bâti afin d'estimer quelle distance doit être parcourue à partir du centre avant de passer sous ce seuil. Si l'on met à part les cas de Paris et Londres, les moyennes expriment assez bien la disposition générale du gradient de bâti dans les agglomérations européennes : à 10 km du centre, 60% de la superficie apparaît bâtie, à 20 km, cette proportion est divisée par deux, à 30 km, elle est divisée par trois. La régularité de cette dilution de l'emprise au sol autour des centres est remarquable. Certes, des variations subsistent d'une ville à l'autre, mais la progression des portées reste cohérente. S'il faut en moyenne parcourir 36 km (34 km sans Paris ni Londres) à partir du centre pour que l'emprise moyenne du bâti passe sous le seuil des 15%, l'extension de cette zone varie entre 10 km pour Saragosse et 96 km pour Londres. La distribution des

valeurs est fortement dissymétrique dans la mesure où, pour les deux-tiers des villes, la portée correspondant à ce niveau moyen d'emprise du bâti est inférieure à 36 km.

Ces écarts reflètent pour l'essentiel les inégalités de taille démographique des agglomérations centrales et, plus précisément, l'inégale extension des superficies bâties des agglomérations. En effet, si on estime les portées maximales des aires urbanisées en fonction de la surface bâtie de leurs agglomérations centrales, on observe une dépendance assez étroite entre ces deux termes ($R^2=60\%$) : l'extension des aires les plus densément bâties est proportionnelle à la superficie de l'agglomération qui constitue le centre de ces aires. La qualité de l'ajustement reste élevée lorsque Paris et Londres sont retirées de l'échantillon ($R^2=45\%$), et peut même être améliorée par l'exclusion de quelques valeurs extrêmes comme celles correspondant aux villes de Lille, Amsterdam et Rotterdam ($R^2=60\%$) (**Figure 5.2**).

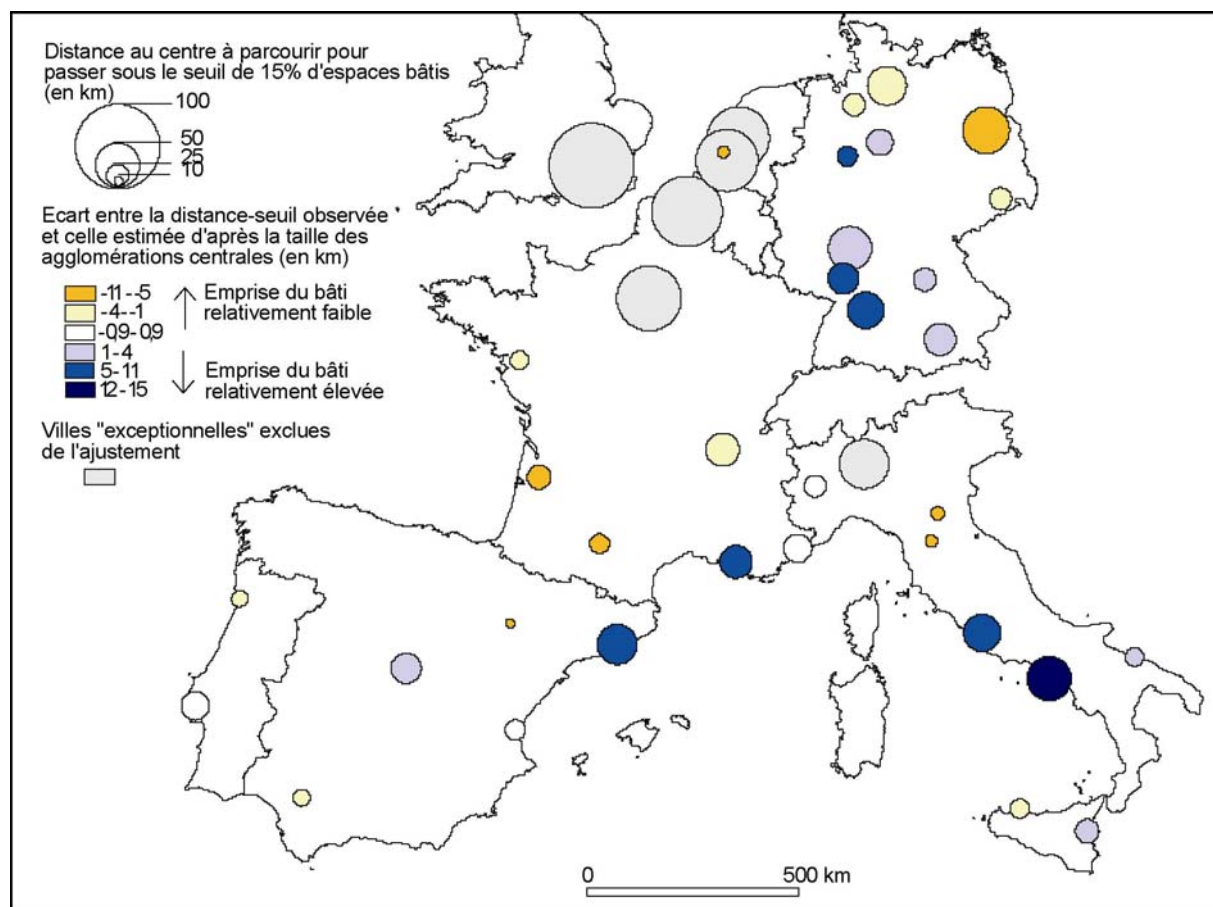
Figure 5.2. Niveau moyen d'emprise du bâti dans les aires urbanisées et étendue des agglomérations centrales (1990)



Sources : AEE (1996).

Dans le détail, la relation générale présente des variations expressives de différents styles d'urbanisation, indépendants de la taille des villes. On a cartographié les écarts à l'ajustement entre la portée des zones les plus densément bâties et la superficie des agglomérations qui constituent le centre de ces zones (**Figure 5.3**). La taille des cercles transcrit l'extension maximale de ces zones densément bâties (distance à parcourir pour tomber sous le seuil de 15% de surface bâtie) et les aplats montrent le caractère plutôt extensif ou plutôt compact de ces zones compte tenu de la surface de l'agglomération centrale (écarts à la relation générale entre portée et taille).

Figure 5.3. L'emprise moyenne du bâti dans les aires urbanisées* comparée à l'étendue des agglomérations centrales



* Les plus grandes aires urbanisées, qui s'écartent le plus de l'ajustement, n'ont pas été retenues.

Sources : AEE (1996), Moriconi-Ebrard (1994).

Le nombre de villes prises en compte est trop faible pour tirer des généralités de cette représentation, mais en tout cas, on ne voit pas ressortir de contraste nord-sud comme dans le cas des agglomérations. Les aires urbanisées pour lesquelles l'emprise moyenne du bâti est relativement faible compte tenu de la taille de l'agglomération centrale sont celles d'Allemagne orientale (Berlin, Dresde), ainsi qu'Hambourg et Brême, Bologne et Florence, Bordeaux et Toulouse. A l'inverse, les villes qui dans un périmètre élargi montrent une emprise relativement forte du bâti sont Naples, Rome, Marseille, Barcelone (métropoles littorales) ainsi que la plupart des villes d'Allemagne occidentale. Pour expliquer ces différences, on pourrait suggérer un rapprochement entre cette première carte de la compacité à l'échelle des zones urbanisées et les trois grands styles de peuplement (plus ou moins dense, régulier ou contrasté) observés en Europe à l'échelle des régions (SDEC, 1999), qui ont

sensiblement la même localisation. Il faudrait par la suite vérifier cette hypothèse sur un échantillon de villes plus large.

1.2.2. Un résumé graphique : le « spectre morphologique » des aires urbanisées

Ces approches moyennes masquent bien entendu d'importants contrastes à l'intérieur des aires urbanisées. Ces contrastes peuvent d'abord être soulignés à partir d'une analyse visuelle et globale des gradients d'emprise du bâti, qui permettent de se familiariser avec leur forme, différente de celle des gradients de densité de population. On propose ainsi une analyse du « spectre morphologique » des agglomérations, construit à travers le filtre de quelques valeurs seuils, qui constituent autant de points de repère pour la comparaison des villes entre elles. Il s'agit à la fois de se familiariser avec quelques ordres de grandeur (quelle est l'emprise moyenne des espaces bâtis à 30 km du centre ? Quelle distance faut-il parcourir pour passer sous le seuil, par exemple, de 50% d'espaces bâtis ?) et de s'appuyer sur ces repères pour offrir une forme de représentation simplifiée des gradients.

Sur la **Figure 5.4**, que l'on propose de lire d'abord sans tenir compte des bandes verticales, les gradients d'emprise du bâti correspondant à 18 villes de l'échantillon montrent un profil commun caractéristique. La diminution de la part des espaces bâtis en fonction de la distance au centre reproduit en partie les structures fortes et bien connues d'organisation intra-urbaine dépendantes de l'accessibilité au centre, tout en présentant quelques traits propres au choix de l'indicateur. Plusieurs parties peuvent être nettement distinguées dans ces gradients :

- Les premiers kilomètres autour du centre (entre 1 et 5 km en général) se caractérisent par une zone plus ou moins vaste, qui prend la forme soit d'un « plateau » de valeurs constantes, comme à Munich, soit d'un « cratère » plus accidenté, comme à Lyon. Les « plateaux », dont les valeurs plafonnent à 100% de part d'espace bâti, indiquent l'emprise quasi exclusive des espaces bâtis dans les centres. Ces valeurs dépendent bien entendu de la résolution de l'image CORINE. La forme des « cratères » centraux peut être considérée à cet égard comme un artefact, puisqu'elle dépend de la prise en compte de surfaces non constructibles dans le calcul des parts d'espace bâti. Ainsi, de manière générale, on parlera de « plateau central » pour qualifier l'une et l'autre de ces formes, et identifier la distance à partir de laquelle l'emprise du bâti commence à décliner.

- A cette première partie centrale succède une pente très marquée qui signale la diminution brutale de l’emprise du bâti dans un intervalle compris en général entre 3 et 20 km autour du centre. On peut faire l’hypothèse que cette zone correspond au premier champ urbain, à la zone la plus fortement polarisée par le centre.
- En s’éloignant plus encore du centre, ce déclin devient beaucoup plus modéré. Ce contraste avec le rythme précédent de dilution du bâti traduit une pression du champ urbain très atténuée par rapport à celles des zones plus proches des centres. Il se distingue parfois assez mal du niveau moyen des densités de bâti environnantes et s’avère parfois très accidenté, par exemple dans les environs d’Amsterdam.

La comparaison de ces gradients peut être conduite à partir d’un premier filtre d’observation : on a déterminé un nombre restreint de seuils d’emprise au sol des espaces urbanisés, seuils à partir desquels peuvent être mis en valeur des rythmes différenciés de dilution du bâti d’une ville à l’autre. Trois seuils de 60%, 30% et 15% d’emprise du bâti ont été sélectionnés pour cette première approche³ qui ne tient pas compte des gabarits différenciés des villes (pour faciliter la présentation, ces gradients sont caractérisés à l’intérieur d’une même portée de 40 km). Sur les graphiques (**Figure 5.4**), les intervalles compris entre ces seuils sont représentés par des bandes verticales dont le dégradé de couleurs signale le niveau d’emprise du bâti, et dont la largeur reflète la rapidité du rythme de dilution du bâti autour du centre. En périphérie, les raies verticales expriment le caractère accidenté et irrégulier de la variation de l’emprise du bâti, et enregistrent de fait la présence de noyaux de peuplement secondaires. On obtient une série de « spectres » caractéristiques de différentes formes de transition entre centre et périphéries. Cette représentation simplifiée des formes des gradients permet néanmoins de dégager, dans un premier temps, plusieurs types de structures urbaines :

Un premier ensemble de villes (**Type 1** de la **figure 5.4**) se distingue par la rapidité de la dilution des espaces bâtis dans leur environnement. Sur les graphiques, les bandes correspondant aux trois premières classes d’emprise du bâti apparaissent très resserrées et le seuil des 15% d’espace bâti est franchi dans un rayon de 10 à 15 km autour du centre, sans être de nouveau dépassé pour des portées plus lointaines. Les villes correspondant à ce profil, Toulouse, Hanovre et Valence, sont également celles dont les agglomérations centrales dont

les moins peuplées. Nous avons vu précédemment que Toulouse et Valence se distinguaient également par la très faible emprise moyenne de bâti dans un rayon de 40 km (respectivement 5 et 8%). Hanovre, à l'inverse, combine ce spectre caractéristique de formes très compactes avec une emprise moyenne supérieure à 10% dans un rayon de 40km. Hambourg a été associée à ce premier groupe mais en représente plutôt un type étendu dans la mesure où la dilution du bâti autour du centre est moins rapide.

Une variante de ce premier ensemble (**Type 2**) se distingue par la présence d'irrégularités plus marquées au-delà du seuil de 15%, qui se traduisent sur le « spectre » par des fréquences de raies plus sombres dans les distances plus éloignées. A Lyon, Stuttgart, Munich, Rome, Madrid et Turin, ces « rebonds » enregistrent la proximité de noyaux de peuplement en périphérie : à Munich, par exemple, le pic observé entre 15 et 20 km coïncide avec la localisation d'une ceinture de petites villes comme Dachau au nord-ouest, ou Gauting au sud-est. Le cas d'Amsterdam est plus particulier dans la mesure où, au-delà d'un rayon de 15 km autour du centre, la part d'espace bâti oscille de part et d'autre du seuil de 15% jusqu'à 40 km du centre, traduisant à la fois la densité de l'emprise du bâti dans son environnement régional, mais aussi la brutalité des contrastes entre les zones bâties très compactes et les espaces libres : le gradient est une première fois perturbé à une quinzaine de kilomètres à hauteur de Haarlem et Almere, à 25 km par la présence de Leyde et Utrecht, et à moins de 40 km par le recoupement de la périphérie de Rotterdam.

On retrouve ensuite des villes pour lesquelles l'emprise du bâti est relativement élevée dans des espaces intermédiaires situés entre le centre et les périphéries plus éloignées : elle est en effet supérieure à 15% jusqu'à plus de 30 km du centre pour Francfort, Naples, Barcelone, (**Type 3**), qui présentent toutes trois des couronnes assez importantes de noyaux secondaires de peuplement (pour Naples, la forte valeur de l'emprise du bâti - plus de 20% d'emprise du bâti à 25 km du centre - coïncide plus précisément avec la présence de Caserta au nord).

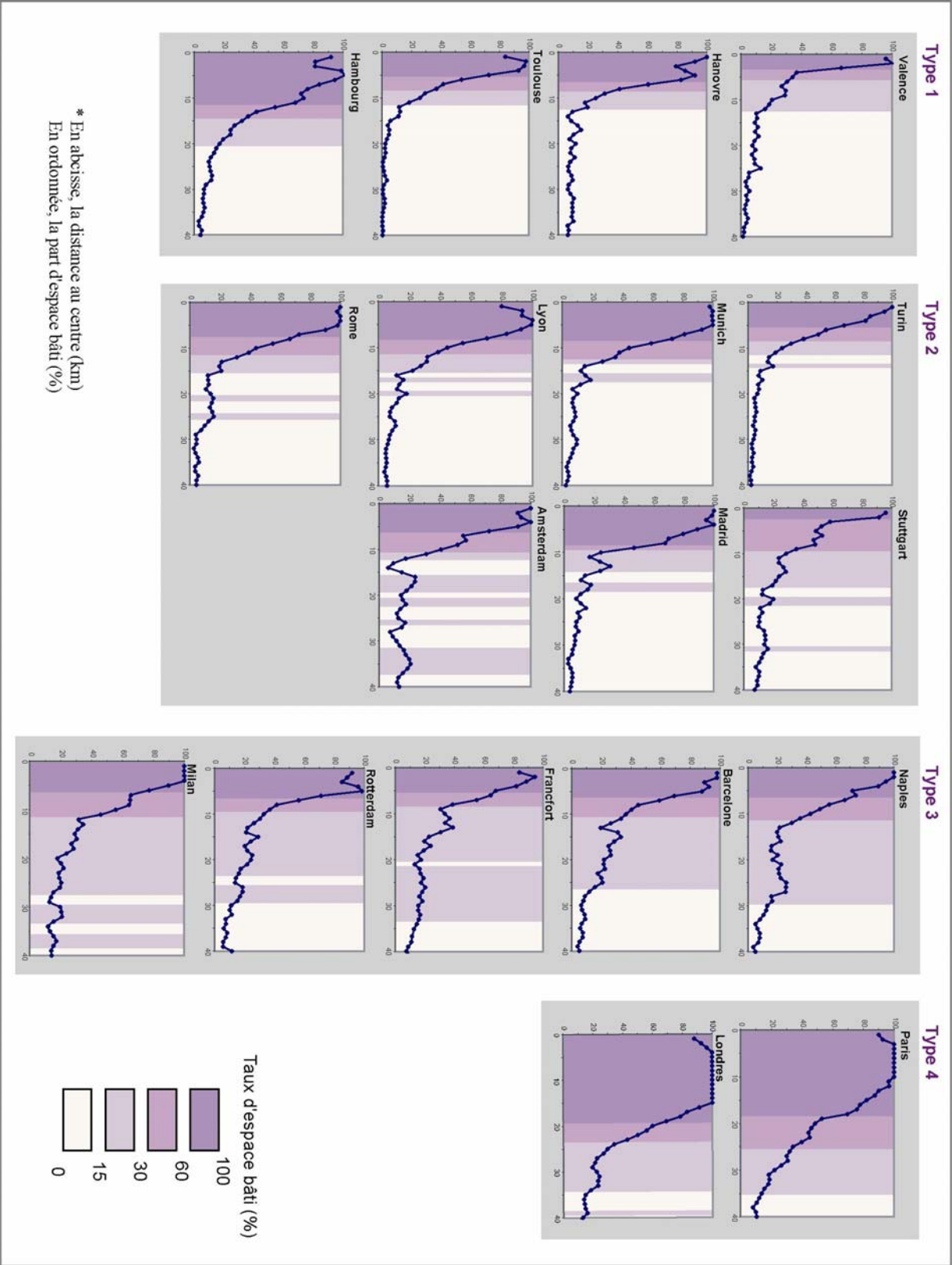
Paris et Londres (**type 4**) se détachent par le degré de saturation de leurs espaces centraux : dans un rayon de près de 20 km, les superficies bâties occupent toujours en moyenne plus des

³ Cette démarche a déjà été appliquée aux espaces bâtis de l'image CORINE Land cover par l'Institut d'économie régionale et d'aménagement de Dresde (IERP, 1998), à partir de seuils légèrement différents, sur une vingtaine d'agglomérations allemandes.

deux tiers des superficies, et il faut dépasser 35 km à partir du centre pour atteindre une emprise au sol moyenne inférieure à 15% des superficies.

Cette représentation simplifiée de la forme de la distribution du bâti dans les aires urbanisées permet une lecture plus immédiate que celle offerte par la confrontation visuelle des gradients. Elle permet d'ores et déjà de classer les villes selon différents types de « spectres morphologiques », qui enregistrent aussi bien l'ampleur des zones centrales « saturées », que les niveaux d'emprise du bâti et leurs fluctuations dans les périphéries urbaines. Néanmoins, les résultats de ce résumé graphique restent sensibles aux seuils d'emprise du bâti déterminés *a priori*, et ne peuvent recouvrir à eux seuls les principales dimensions de la différenciation des gradients. Par analogie avec les modèles d'analyse radiale de la répartition des densités ou des espaces bâtis, nous faisons l'hypothèse que ces gradients se prêtent à une formalisation à la fois plus synthétique et plus précise. La recherche d'un résumé de leur forme à partir d'une fonction décroissante de la distance doit nous permettre non seulement de comparer les distributions d'une ville à l'autre, à l'aide de descripteurs synthétiques, mais aussi de nous interroger sur les logiques sous-jacentes à ces distributions.

Figure 5.4. Le "spectre morphologique" de 18 villes européennes (1990)



M. Guérois, UMR Géographie-cités, 2003

1.3. L'ajustement des gradients de bâti par des fonctions de la distance au centre

Dans cette analyse, il ne s'agit pas tant de rechercher un ajustement optimal que d'identifier des paramètres comparables pour qualifier l'étalement urbain et en comparer les caractères d'une ville à l'autre. L'ajustement des gradients intra-urbains à des fonctions décroissantes de la distance au centre permet de comparer les structures urbaines dans l'espace et dans le temps à l'aide d'un petit nombre de descripteurs et ainsi, de caractériser directement la forme du continuum supposé entre les espaces très densément bâtis du centre et les périphéries urbaines moins densément bâties. Ces paramètres offrent un résumé des distributions du peuplement en une seule dimension, déterminée par la distance au centre, à l'aide d'un nombre restreint de paramètres qui rendent compte du rythme de la décroissance des densités, exprimant lui-même la puissance du champ urbain. Il reste bien évident que ces mesures prendront tout leur sens et toute leur utilité dans une analyse diachronique qui sera rendue possible lorsque la source CORINE sera mise à jour. Signalons toutefois que, si le modèle de gradient intra-urbain et les paramètres tirés de l'ajustement à une fonction continue de la distance permettent en principe une étude comparative, celle-ci n'a été jusqu'ici le plus souvent éprouvée que dans des cadres nationaux lors des applications aux densités de population, et plus rarement pour des comparaisons internationales.

Quelle que soit la méthode utilisée, nous avons à chaque fois ajusté les gradients sur des portées maximales variables, dépendant de la classe de taille à laquelle appartenaient les agglomérations centrales des aires urbanisées (**Tableau 5.2**).

Tableau 5.2. Définition de la portée maximale des gradients en fonction de la taille des villes

Population des agglomérations centrales* (nb d'hab.)	De 500 000 à 1 million	De 1 à 2 millions	De 2 à 5 millions	De 5 à 10 millions
Portée maximale du gradient	40 km	50 km	60 km	100 km
Villes de l'échantillon	Bari Bielefeld Bilbao Bologne Bordeaux Brême Catane Dresde Florence Hanovre La Haye Mannheim Nantes Nice Nuremberg Palerme Toulouse Saragosse Séville	Amsterdam Francfort Lille Lyon Marseille Munich Porto Rotterdam Stuttgart Turin Valence	Hambourg Barcelone Berlin Madrid Milan Rome Naples Lisbonne	Londres Paris

*Délimitation Geopolis, 1990

1.3.1. Les limites d'un ajustement à une fonction continue de la distance au centre

En révélant la forme de la diminution de l'emprise du bâti en fonction de la distance au centre, d'abord très rapide dans les premiers kilomètres, puis plus modérée, les gradients construits à partir de l'image CORINE rappellent les caractéristiques des gradients plus familiers de densités de population. Cependant, ces profils se prêtent mal aux ajustements les plus souvent éprouvés à partir de fonctions continues de la distance. Nous avons vu que la nature même de l'indicateur représenté, borné entre 0 et 100%, introduisait la plupart du temps une discontinuité de fait dans les premiers kilomètres des espaces complètement bâtis. Bien que la référence à un même gradient présente l'avantage d'articuler les formes observées à un processus générateur unique, à travers la référence au principe de centralité et à son rôle dans l'organisation des espaces urbains, il n'est guère possible de traiter l'ensemble du gradient du bâti par une fonction continue de la distance au centre. C'est pourquoi il est plus difficile de faire le lien avec les processus généralement analysés dans le cadre des théories plus générales sur la ville.

Nous avons testé la pertinence d'un premier ajustement qui s'appuie sur la décomposition du gradient en deux parties : le premier paramètre renvoie au rayon de la zone de bâti continu qui entoure le centre, qui varie entre 1 et 6 km, sauf pour Paris et Londres. Le deuxième paramètre correspond à la pente d'un ajustement continu de la distance au centre. Nous avons confronté les résultats de deux ajustements de forme puissance ou exponentielle négative, avant de retenir la fonction exponentielle qui ressort comme mieux adaptée (**Annexe 5.1**). Nous ne pouvons pas interpréter l'ajustement de la seconde partie du gradient sans tenir compte de la largeur du « plateau central ». Il est par ailleurs difficile de croiser les résultats des deux paramètres sur un graphique car celui qui tient compte de la largeur du plateau central est quasi discret et ne comporte qu'un nombre restreint de valeurs. Tout au plus pourrait-on comparer les pentes de l'ajustement non linéaire lorsque les villes ont un plateau central de même largeur. Lyon, Munich, Madrid présentent des profils comparables de ce point de vue (mais Madrid compte plus de 4 millions d'habitants, et apparaît donc comme plus compacte) ; on peut rapprocher Berlin et Barcelone, dont la zone de bâti continu montre à peu près la même ampleur (respectivement 6 et 5 km) pour montrer que dilution du bâti est deux fois plus rapide à Berlin... mais une synthèse de l'ensemble de ces résultats est difficile à conduire.

Sans toutefois remettre en cause l'existence d'une relation générale associant la décroissance de l'emprise moyenne du bâti à la distance au centre, il est vrai que la distribution des valeurs de l'emprise du bâti autour des villes épouse une succession de gradients discontinus et linéaires : on observe dans les premiers kilomètres un plafond de valeurs correspondant aux espaces bâtis saturés, puis un premier régime de décroissance très rapide de la densité du bâti et enfin un deuxième régime qui montre une évolution beaucoup plus lente, voire une indépendance entre la variation de l'emprise du bâti et la distance au centre. Plus qu'une transition de forme progressive, un continuum qui seraient observés pour des ajustements effectués sur les densités de population, les gradients montrent une rupture assez nette entre deux régimes de décroissance, central et périphérique, d'emprise du bâti. Le caractère plus ou moins brutal de cette transition incite à s'interroger sur les seuils mis en valeur par la représentation sous forme de gradient. On est par conséquent tentés, pour résumer et comparer avec un plus grand degré de précision la forme particulière de ces gradients, d'ajuster les régimes de décroissance à l'aide de deux régressions linéaires, afin de mettre en valeur une discontinuité dans la forme du gradient et comparer les contrastes observés d'une ville à l'autre entre les deux parties du gradient.

1.3.2. Le choix d'un double régime linéaire de décroissance

- *Une approche discontinue du champ urbain*

Si le recours à un tel modèle est moins courant, il a toutefois été retenu par certains auteurs comme un compromis pertinent entre la recherche d'un modèle descriptif mieux ajusté à la répartition des densités et la volonté de conserver des paramètres d'ajustement aisément interprétables. Ce modèle a par exemple été valorisé pour décrire l'inégale distribution des valeurs foncières autour d'Avignon, afin d'améliorer l'ajustement obtenu à partir des fonctions continues de la distance (Helle, 1995). L'analyse de la relation entre le prix du mètre carré de terrain à bâtir et la distance au centre d'Avignon s'est ainsi appuyée sur l'identification de deux sous-populations statistiques, correspondant l'une à l'agglomération avignonnaise, l'autre aux périphéries des centres secondaires ; bien que dépendant globalement du même facteur - la distance au centre d'Avignon -, ces deux sous-ensembles révèlent une discontinuité séparant deux gradients auréolaires et soulignent l'existence de deux systèmes fonciers dans le Grand Avignon puisque au-delà des marges de l'agglomération, les valeurs foncières diminuent moins rapidement en fonction de la distance au centre.

En appliquant cette forme d'ajustement à la répartition des densités de population dans les plus grandes « aires polarisées » françaises, S. Berroir (1998) a montré que l'identification d'un gradient central et d'un gradient périphérique de part et d'autre d'un certain seuil de distance « permet[tait] de caractériser précisément le rythme de chacun [des régimes de décroissance] et de déterminer la distance à laquelle ce changement de rythme apparaî[ssait] le plus significatif », en soulignant « la force des discontinuités, la brutalité des transitions ». Comparés aux résultats d'ajustements non-linéaires plus complexes issus par exemple de la fonction log-normale, la distribution des écarts à l'ajustement s'avère plus satisfaisante et les paramètres plus simples à interpréter. Ce modèle permettrait notamment de mieux ajuster « l'augmentation très nette des densités en lointaine périphérie, à la jonction d'aires d'influence d'autres centres urbains », pour les villes dont le phénomène de périurbanisation montre la plus grande ampleur (Berroir, 1998).

Plus récemment, A. Bonnafeux et E. Tabourin (1998) ont confirmé l'utilité du modèle proposé par R. Bussière pour représenter le gradient des densités urbaines et le processus d'étalement urbain, mais ont proposé de le modifier, pour tenir compte de l'aspect linéaire du gradient observé notamment sur le cas de Lyon au-delà de 15 km du centre. Ils obtiennent effectivement de meilleurs ajustements avec un modèle qui combine une fonction exponentielle et une fonction linéaire de la distance pour rendre compte de la distribution cumulée de la population et de son évolution depuis 1950. Ce nouveau modèle décrirait mieux les formes récentes prises par l'étalement urbain en périphérie, qui privilégient le développement le long d'axes de circulation plutôt qu'une extension concentrique de toute l'agglomération, induisant donc dans les auroles concentriques une dilution de la densité résidentielle selon une décroissance linéaire, moins rapide que l'exponentielle.

L'ajustement à un double régime de décroissance répond aussi bien à la recherche pragmatique de critères de comparaison des gradients d'emprise du bâti qu'à la mise à l'épreuve de certaines hypothèses concernant les évolutions récentes de la forme des gradients. Dans une perspective descriptive, ce modèle peut apporter des éléments pertinents à la réflexion sur la délimitation des agglomérations et à la recherche de seuils exprimant des discontinuités dans la morphologie des espaces bâtis. Il s'agit d'un modèle d'ajustement plus souple que les ajustements de forme non linéaire, mais dont l'interprétation semble au premier abord plus difficile à articuler aux théories du champ urbain. On pourrait néanmoins proposer une hypothèse qui lierait ces deux gradients à deux régimes historiques d'urbanisation, l'un

associé à l'image classique de la ville continue, l'autre à celle de la ville émergente, plus récente et plus diluée, issue des usages de l'automobile individuelle.

- *Forme et paramètres du double ajustement*

La formalisation de ce modèle repose sur l'ajustement des densités de bâti à deux régressions linéaires, de part et d'autre d'un point d'intersection. Il s'agit, en d'autres termes, de déterminer le couple de droites qui permet, parmi l'ensemble des couples possibles, de minimiser l'erreur de cet ajustement⁴. La qualité globale d'ajustement est quant à elle calculée à partir des qualités d'ajustement partielles observées sur chacune des deux droites d'ajustement (**Annexe 5.2**). Afin d'adapter ce modèle à la forme particulière des gradients d'emprise du bâti, nous n'avons pas pris en compte les premières valeurs proches de 100%, comprises dans l'intervalle du « plateau » des plus fortes densités de bâti. Nous ajustons donc le premier gradient à partir du moment où l'emprise du bâti commence à décroître.

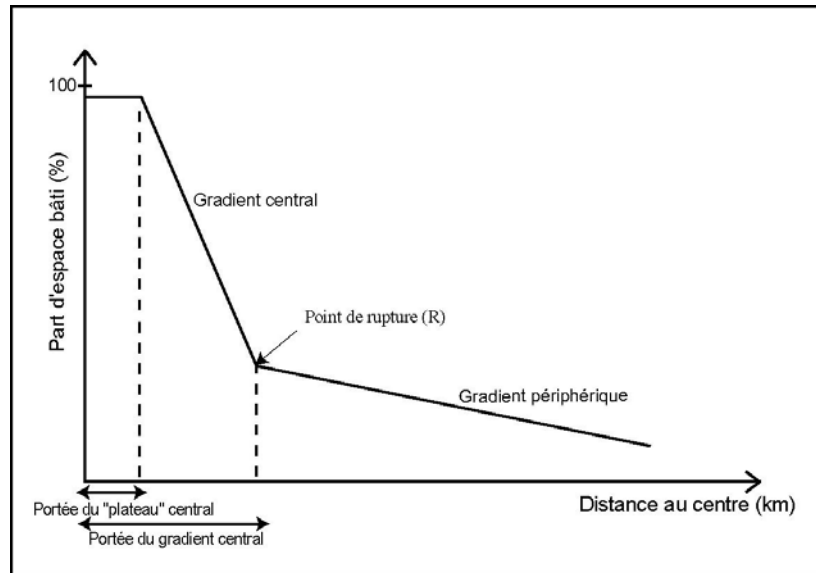
Plusieurs paramètres doivent nous permettre de caractériser le rythme de dilution des espaces bâtis autour des centres et de comparer la manière dont se distribuent les niveaux d'emprise du bâti (**Figure 5.5**) :

- Bien que l'ajustement ne prenne pas en compte les premières valeurs proches de 100%, il nous faut en premier lieu considérer l'extension de cette zone de bâti continu, variable d'une ville à l'autre (**distdeclin**).
- La valeur de la pente du gradient central (**a_central**) constitue un premier descripteur de la compacité des espaces bâtis et de la force d'agrégation du champ urbain dans la mesure où elle signale la rapidité de la dilution des espaces bâtis autour du centre. Plus la pente est faible, et plus la zone correspondant au gradient central montre une distribution homogène des espaces bâtis, qui se diluent moins vite dans leur environnement immédiat.
- La valeur de la pente du gradient périphérique (**a_periph**) exprime de la même façon le rythme de dilution du bâti dans les zones plus éloignées du centre. Ce paramètre est, beaucoup plus que le précédent, sensible à la portée maximale définie pour l'ajustement du profil des densités de bâti.
- Les deux derniers paramètres correspondent aux coordonnées du point de rupture (R) entre les deux régimes de décroissance : l'abscisse (**Xinter**) marque la distance à partir de laquelle

⁴ La chaîne de traitement nécessaire à la mise en œuvre de ce double ajustement a été réalisée par Hélène Mathian, ingénieure statisticienne à l'UMR Géographie-cités.

on observe un changement de régime dans le rythme de décroissance de l'emprise du bâti ; elle rend donc compte de la portée du gradient central. Nous ne nous appuyons pas, en revanche, sur l'ordonnée de ce point (**Yinter**), qui exprime le niveau de l'emprise du bâti autour de ce point de rupture, mais présente un intérêt secondaire dans notre perspective.

Figure 5.5. Les paramètres du double ajustement linéaire



- *La différenciation des villes par les paramètres du double ajustement*

Appliqué aux 40 aires urbanisées, le double ajustement s'avère dans l'ensemble très significatif, ce qui confirme la pertinence d'un tel modèle pour décrire la distribution moyenne des espaces bâtis autour du centre : en moyenne, 91% de la variation totale de l'emprise du bâti est résumée par un tel ajustement. Les ajustements les moins bons correspondent aux profils qui révèlent un gradient central accidenté (cas de Bilbao et de Stuttgart) ou bien une zone intermédiaire complexe qui perturbe la netteté de la transition entre le gradient central et le gradient périphérique (cas de Madrid, de Valence et de Barcelone). L'interprétation de ce coefficient doit néanmoins tenir compte du fait que sa valeur dépend pour beaucoup de la forme du gradient central, plus proche d'une distribution linéaire que le gradient périphérique⁵. Pour La Haye, par exemple, on observe une assez bonne qualité d'ajustement de 77%, malgré le caractère très accidenté et très irrégulier du gradient périphérique qui

⁵ Si l'on considère chaque gradient séparément, la qualité d'ajustement partielle est meilleure et plus homogène sur le gradient central que sur le gradient périphérique (en moyenne 93% contre 53%). L'emprise du bâti n'apparaît plus que très faiblement dépendante de la distance au centre dans les périphéries de Leipzig (11%), Amsterdam (26%), Lille (8%) -qui montrent d'importantes fluctuations-, Hanovre (20%), Bologne (16%) -dont le taux d'emprise du bâti est quasi constant dans les périphéries-.

enregistre la proximité de Rotterdam⁶, car le gradient central suit une décroissance quasi linéaire de l'emprise du bâti. Cette prudence est d'autant plus de mise que, dans de nombreux cas, l'ajustement réalisé sur le gradient central repose sur un nombre restreint d'observations - une dizaine de points environ -. A l'inverse, la qualité d'ajustement du gradient périphérique pèse peu dans le niveau de l'ajustement global et ce même lorsque ce gradient compte un nombre important d'observations (pour La Haye, déjà citée, mais aussi Rotterdam, Londres, Bielefeld, etc.).

Compte tenu de cette qualité d'ajustement, les valeurs remarquables des différents paramètres font très nettement ressortir le contraste entre les deux régimes de décroissance de l'emprise au sol des espaces urbanisés (**Tableau 5.3, Figure 5.6**) : la pente du gradient central traduit une décroissance du pourcentage d'espaces bâtis d'en moyenne 9 points par kilomètre parcouru, tandis que dans les périphéries, elle ne diminue plus que de 0,3 points de pourcentage sur le même intervalle de distance, soit 30 fois moins vite. La portée moyenne du gradient central, donnée par l'abscisse du point de rupture entre les deux régimes de décroissance, est quant à elle de 12,5 km et varie entre 7 km (Séville, Bilbao) et 33 km (Paris).

Tableau 5.3. Les valeurs remarquables des paramètres du double ajustement*

	a_central	a_periph	Xinter (km)	Yinter (%)	R ² central	R ² periph	R ² total
Moyenne	-9	-0,3	12,5	15,1	0,93	0,53	0,91
Valeur minimale	-19,8	-2	6,7	4,7	0,7	0,08	0,69
Valeur maximale	-3,8	-0,1	33,2	75,3	0,99	0,86	0,98
Coeff. de variation	0,3	0,9	0,4	0,8	0,08	0,39	0,08

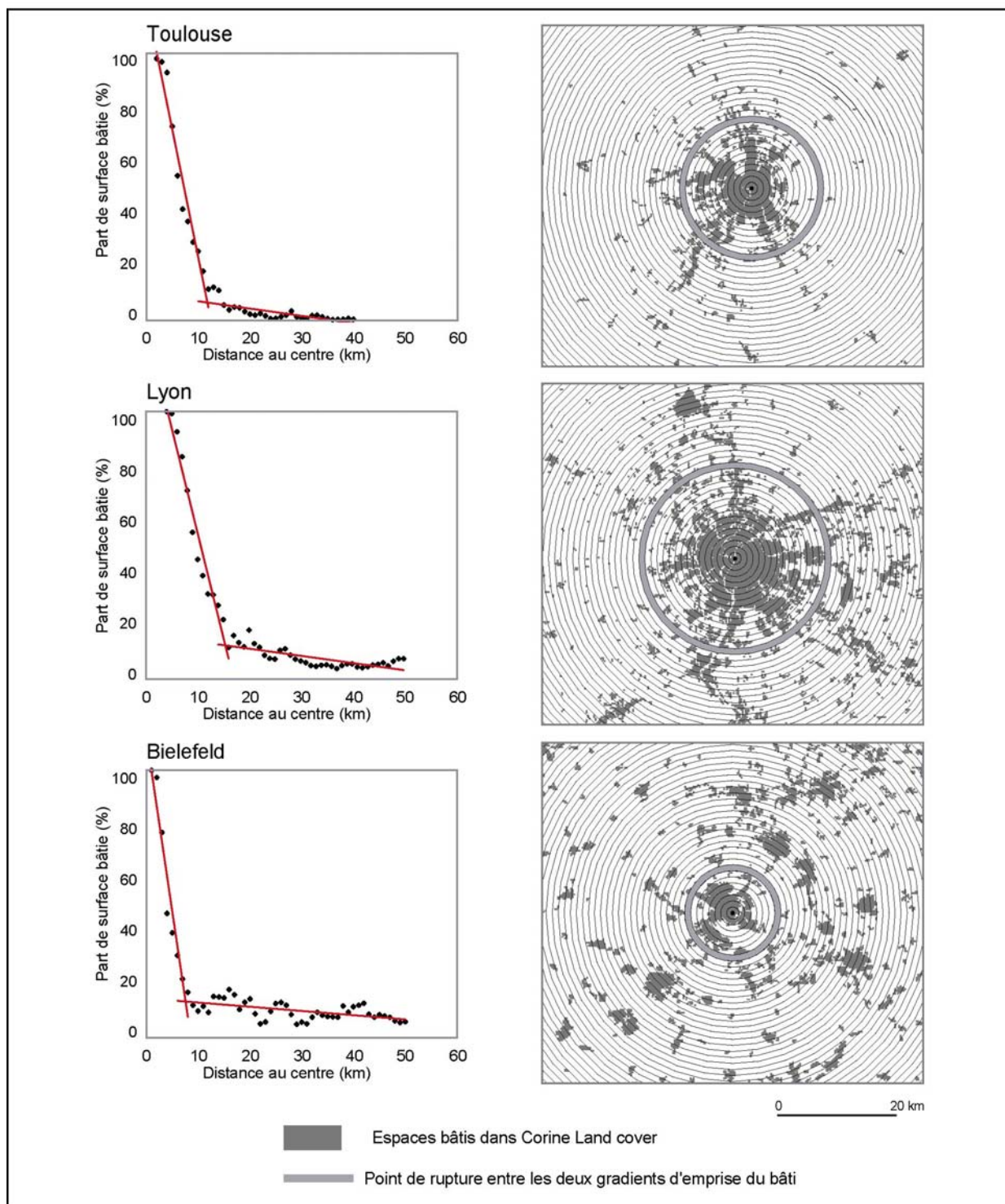
* Sur l'échantillon des 40 aires urbanisées

⁶ Dans la suite des traitements, nous ne tiendrons plus compte du profil de La Haye dont le gradient, très accidenté, est le seul à ne pas s'aligner sur le même modèle de décroissance de l'emprise du bâti.

Dans le détail, on peut vérifier et éprouver la manière dont ces paramètres permettent de différencier les villes⁷. Précisons d'emblée que nous n'insisterons pas sur le cas des villes de forme linéaire (comme Bilbao, Bari ou Nice), ni sur celui des villes dont le développement de la tache urbaine est dissymétrique par rapport à la localisation du centre « historique » (comme Milan, Bologne ou Hambourg). Dans les deux cas, en effet, le filtre de l'analyse radiale est mal adapté à la morphologie d'ensemble de la tache urbaine. Dans le cas des villes linéaires, par exemple, le « plateau » central des espaces bâtis continus est fortement sous-estimé par ce filtre ; d'autre part, en raison de la dissymétrie de villes comme Milan, dont le développement s'oriente vers le nord, le gradient reflète mal l'importance de cette zone de bâti continu et se caractérise par un déclin plus progressif de l'emprise du bâti. De plus, dans la mesure où le centre historique, qui sert de référence à la construction des gradients, ne coïncide pas toujours avec le centre géométrique de l'agglomération morphologique, l'extension des espaces centraux « saturés » ne reflète qu'en partie l'étendue de la zone de bâti continu : elle rend compte avant tout du développement plus ou moins symétrique de la nappe de bâti continu autour du centre historique. Ainsi, l'emprise du bâti commence à décroître dès le premier kilomètre à Florence, Turin, Stuttgart, Bologne, villes dont le centre historique apparaît « décalé » par rapport à l'extension ultérieure de l'agglomération morphologique. Ces biais sont bien entendu inhérents à toute étude de gradient intra-urbain dont les présupposés d'un espace homogène et isotrope sont les mêmes. Mais il est d'autant plus sensible dans notre cas qu'il s'applique aux espaces bâtis, et non pas aux populations dont la distribution est davantage lissée à travers le filtre des mailles communales.

⁷ Les paramètres de ce double ajustement sont repris dans le détail dans l'**annexe 5.3.**, et les graphiques correspondant aux gradients d'emprise du bâti et à leur ajustement sont présentés pour toutes les villes dans l'**annexe 5.5.** Nous avons par ailleurs testé la stabilité des paramètres de l'ajustement selon que la portée de chaque gradient était allongée de 10 km ou au contraire raccourcie de 10 km, et avons pu constater que les paramètres décrivant le gradient central (pente et portée du gradient central donnée par l'abscisse du point d'intersection) étaient peu modifiés par les variations de la portée, tandis que le gradient périphérique était plus sensible à ces variations (**Annexe 5.4**).

Figure 5.6. L'emprise du bâti, en gradient et vue du ciel



M. Guérois, 2003, UMIR Géographie-cités

Source : AEE (1996).

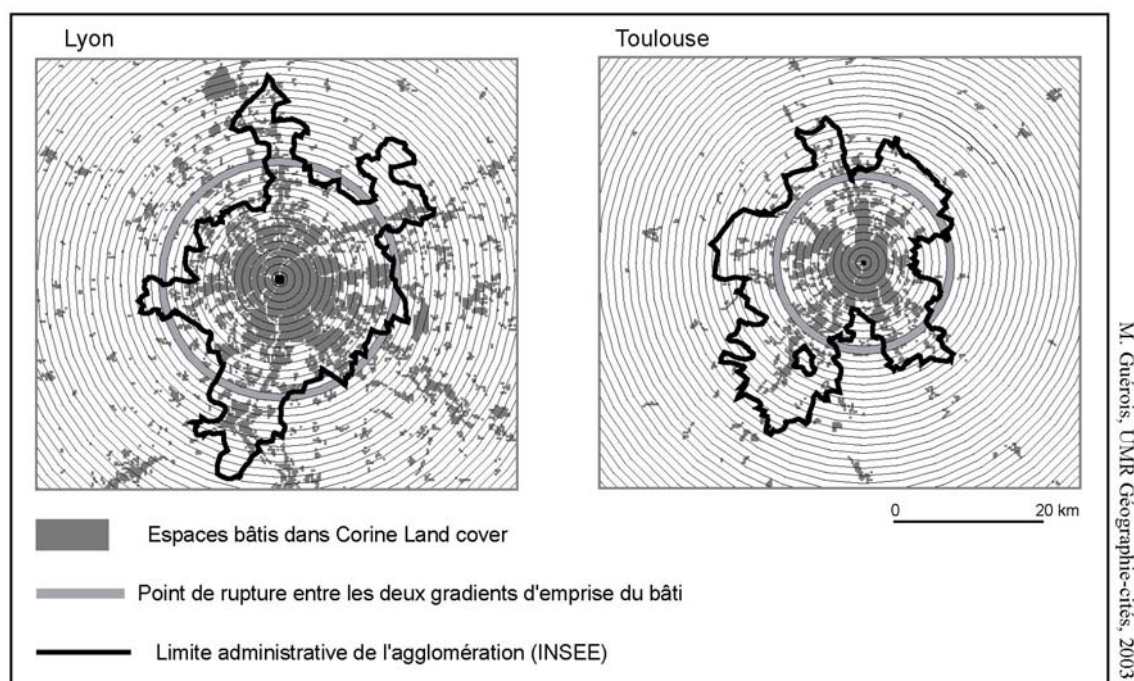
Certains paramètres méritent d'être commentés individuellement tandis que d'autres n'ont de signification que combinés aux autres paramètres. Le gradient central, par exemple, peut difficilement être considéré seul, sans prendre en compte l'amplitude du plateau central dont il dépend. Dans un premier temps, nous n'évoquerons donc que les paramètres « indépendants », qui correspondent aux différents seuils pouvant être identifiés à partir de l'ajustement, avant de proposer une synthèse de l'ensemble à l'aide d'une analyse multivariée.

Le premier seuil correspond à la distance à partir de laquelle l'emprise du bâti commence à décroître. Il ne résulte pas directement du double ajustement linéaire, mais est susceptible d'en influencer les résultats et d'en orienter l'interprétation. Les valeurs quasi discrètes de cette distribution sont comprises entre 1 et 5 km pour la plupart des villes, et atteignent respectivement 10 et 15 km pour Paris et Londres. Pour les villes dont le développement spatial est concentrique et symétrique autour du centre morphologique, elle reflète bien l'emprise physique de l'agglomération de bâti continu. Toutefois, en raison de l'espacement des cercles concentriques qui nous ont permis d'évaluer les surfaces bâties, ce seuil caractéristique n'est appréhendé que de manière approximative.

Le second seuil, qui correspond à la portée maximale du gradient central, est le plus intéressant à interpréter et le plus significatif. Dans la plupart des cas, ce seuil montre une réelle pertinence géographique : la distance au-delà de laquelle le rythme de dilution du bâti ralentit coïncide assez bien avec l'extension maximale de la zone de bâti continu telle qu'elle apparaît dans l'image CORINE (**Figure 5.7**). Cette cohérence peut être vérifiée pour la plupart des villes de forme concentrique, à l'exception d'agglomérations qui montrent une distribution du bâti très fragmentée (Stuttgart, Valence) ou diffuse (Milan). Si le « plateau » central de Londres est plus large que celui de Paris (respectivement 15 et 10 km), la portée du gradient central (compris dans son ensemble) est plus importante à Paris qu'à Londres (respectivement de 33 et 27,5 km). Dans l'ensemble, la manière dont ce paramètre classe les villes respecte la hiérarchie des populations dans les agglomérations puisque l'on retrouve en tête Paris, Londres et Berlin, et parmi les portées les plus courtes, Séville, Bielefeld et Bologne. Cependant, on peut noter que certaines villes françaises comme Lyon et Bordeaux se retrouvent parmi les plus fortes portées du gradient central, devant Rome, Naples ou Munich, avec une portée de 15,4 et 14,9 km. Nantes et Toulouse présentent quant à elles les mêmes portées centrales que Madrid et Barcelone. Ce paramètre pourrait donner, en l'absence de

délimitation d'agglomération, une approximation de l'extension maximale des agglomérations de bâti continu. Toutefois, la méthode proposée dans le chapitre 4, par dilatation des espaces bâtis, semble plus robuste pour offrir une première approximation de la délimitation des agglomérations et mieux adaptée à tout type de forme, concentrique ou linéaire, symétrique ou dissymétrique. En revanche, on conçoit tout l'intérêt d'un tel paramètre pour suivre, dans le temps, l'évolution de ce point de rupture entre les deux gradients. La netteté du modèle, par-delà ses variations, en fait un indicateur très utile en vue de la mesure de la progression de l'étalement, ce qui apparaîtra quand nous pourrons disposer de CORINE 2000.

Figure 5.7. Portée du gradient central et limites de l'agglomération morphologique : les exemples de Lyon et Toulouse



Sources : AEE (1996), INSEE (1990)

Enfin, un troisième seuil plus lointain, que nous n'avons pas mentionné sur le schéma, peut être parfois distingué sur les graphiques : à partir d'une certaine distance, la variation de l'emprise du bâti devient indépendante de la distance au centre (soit parce que l'emprise du bâti se caractérise par une forte variabilité, dans les environs de Bielefeld par exemple, soit parce qu'elle est très homogène, comme à Bologne, ou à Toulouse - où ce seuil est identifié *de visu* à environ 25 km -). En d'autres termes, c'est à partir de ce seuil que le champ urbain semble « rattraper » les niveaux de densité d'un environnement qui ne serait pas placé sous son influence directe. Ce seuil déterminerait donc la portée du gradient périphérique en même temps que celle du champ urbain « local » révélé par le bâti, ou bien encore, serait une des

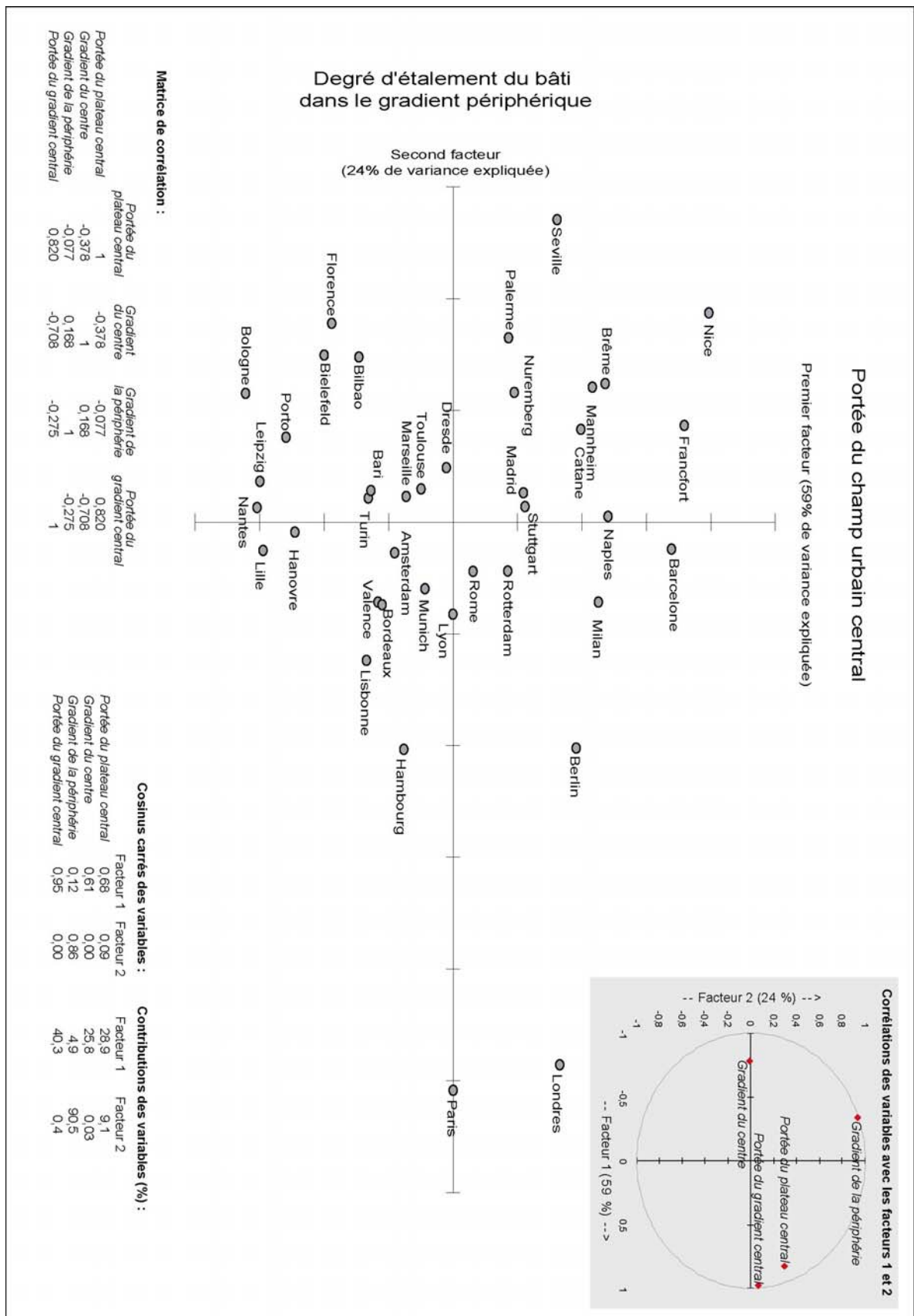
expressions d'un front d'urbanisation. Pour l'identifier de manière plus systématique, nous avons fait varier le gradient périphérique de l'ajustement (par exemple entre 10 et 60 km, puis entre 11 et 60 km, etc.), afin de déterminer la portée à partir de laquelle la pente de ce gradient s'annulait⁸. Plusieurs des résultats nous semblent bien exprimer le seuil identifié à première vue, par exemple à Madrid (environ 50 km), à Francfort (environ 40 km) ou encore à Rome (environ 35 km). Cependant, les difficultés relatives à la mise en œuvre du test et à la détermination de la portée maximale du gradient⁹ nous ont retenu d'intégrer ce paramètre à la synthèse finale. Il s'agit d'un résultat préliminaire qui reste pour l'instant difficile à affirmer, mais qu'il nous semble important d'approfondir s'il s'avère être un marqueur possible des fronts d'urbanisation, même si cette notion reste avant tout dynamique.

Afin de synthétiser l'ensemble des différenciations introduites, nous avons effectué une Analyse en Composantes Principales sur les quatre paramètres décrits sur la **figure 5.8** : la portée du « plateau » central, le gradient central, la portée du gradient central et le gradient périphérique. La plupart de ces paramètres sont interdépendants, par construction. Ainsi, on observe une forte corrélation positive entre l'extension du « plateau » central et la portée du gradient central. De même, la corrélation inverse entre la pente du gradient central et la portée du gradient central ressort comme très significative : plus la pente est forte et plus la portée du gradient central est réduite. Seule la valeur du gradient périphérique est indépendante de celle des précédents paramètres. L'enjeu n'est donc pas tant de rechercher des combinaisons significatives entre variables que de mettre en évidence des formes caractéristiques de gradients et la position des villes de l'échantillon par rapport à ces types.

⁸ Nous nous sommes appuyé sur un test de Student, interprété avec un seuil de significativité de 5%, pour déterminer précisément à quel moment la pente n'est plus significativement différente de zéro.

⁹ Ces difficultés tiennent d'une part à la variation du nombre de points pris en compte dans l'ajustement, ce nombre diminuant à mesure que l'on s'approche de la portée maximale du gradient. L'ajustement est par ailleurs fortement dépendant de la variation de l'emprise du bâti dans les derniers kilomètres de la portée maximale fixée *a priori* (à 40 km, 50 km, 60 km ou 100 km) : à Lyon par exemple, ce seuil périphérique n'atteint pas 30 km, du fait de la remontée de l'emprise du bâti à une distance de 50 km du centre, qui correspond aux villes de Saint-Etienne et de Bourg-en-Bresse.

Figure 5.8. La combinaison des paramètres du double ajustement linéaire dans une analyse en composantes principales



Le premier facteur, qui rend compte de près de 60% de la dispersion des valeurs, combine les trois paramètres qui décrivent le gradient central pour opposer les villes dont le gradient central est peu marqué et de lointaine portée (la dilution de l'emprise du bâti autour du centre est lente) à celles dont le gradient central d'emprise du bâti est très accentué et de faible portée (l'emprise des espaces bâtis décroît fortement en fonction de la distance au centre et très rapidement, on n'observe plus de relation entre la variation de l'emprise du bâti et la distance au centre). La contribution de la variable décrivant la portée du gradient central est la plus forte, si bien que les villes ressortent avant tout classées comme sur ce dernier paramètre, à quelques nuances près. Au total, c'est bien une différence de taille entre les villes que ce facteur met en évidence, puisqu'il oppose Paris, Londres, Berlin et Hambourg, à Séville, Nice, Palerme, Florence, Bielefeld et Bilbao.

Le second facteur, qui rend compte d'un quart de la dispersion des valeurs non prise en compte par le premier facteur, est entièrement construit autour de la valeur de la pente du gradient périphérique (contribution de 90%). Ce dernier paramètre reste plus difficile à interpréter. A Francfort, Milan, Stuttgart, Mannheim, la force de ce gradient reflète le maintien de fortes densités de bâti dans les périphéries. Un gradient périphérique plus progressif est en revanche l'expression de configurations morphologiques variées : il renvoie tout autant à la relative homogénéité des densités, qui coïncide dans la plupart des cas avec un très faible niveau d'emprise du bâti, inférieur à 10% (à Bologne, Nantes, Paris, par exemple), soit aux fortes variations de l'emprise du bâti dans les périphéries, auxquelles sont associés les profils de Bielefeld, Londres, ou encore Hanovre.

Cette analyse confirme avant tout la pertinence de la portée du premier gradient en tant qu'indicateur synthétique de la puissance du champ urbain central.

1.3.4. Un aperçu des mesures fractales de la distribution de bâti

- *L'analyse radiale et la mesure fractale des morphologies urbaines*

Nous proposons un prolongement des résultats obtenus sur les gradients de proportion d'espace bâti à travers une analyse conduite sur les gradients de surface bâtie cumulée. Plusieurs arguments nous ont amené à considérer le gradient sous cette forme pour donner un éclairage complémentaire à la recherche d'ajustements pertinents. D'une part, le fait de

représenter les surfaces bâties cumulées au lieu des pourcentages d'emprise du bâti nous permet de ne pas introduire la discontinuité du « plateau » central dans les premiers kilomètres autour du centre. D'autre part, un certain nombre de travaux ont privilégié cette entrée pour conduire une analyse radiale des morphologies urbaines, dans le cadre de la théorie de l'organisation fractale des espaces urbains (Frankhauser, 1994, 2000 ; Batty et Longley, 1994 ; De Keersmaecker *et al.*, 2003). Il est ainsi possible de rapprocher les analyses menées sur des indicateurs de morphologie « pure » à un certain nombre de travaux empiriques ayant testé l'apport des théories fractales à la description des seuls espaces bâtis. En s'appuyant sur la relation entre surface bâtie cumulée et distance au centre, l'hypothèse est, dans ce cadre, celle d'une relation de forme puissance entre surface et distance au centre.

Tout comme dans le cadre des modèles plus classiques de gradient de densité, cette approche se réfère à un modèle de ville monocentrique, dont la distance au centre serait le principe d'organisation spatiale fondamental. Elle s'en distingue cependant en considérant que l'indicateur de densité n'est pas approprié à la description des structures fortement hiérarchisées et fragmentées que sont les villes (François *et al.*, 1995). Cette hiérarchie repose sur la reproduction de structures identiques à différentes échelles (selon le principe d'homothétie interne, ou d'autosimilarité interne), qui intègre l'idée d'une hétérogénéité de fait entre espaces bâtis et espaces non bâtis, et traduit le remplissage inégal de l'espace par les villes.

Dans le cas de l'analyse radiale, la forme qui correspondrait à l'optimisation « spontanée » de certaines organisations urbaines, soit « l'objet fractal de référence », serait une structure centrée autour de laquelle la masse de bâti diminuerait selon une fonction puissance inverse de la distance au centre (les superficies bâties cumulées augmenteraient d'autant moins vite que l'on s'éloigne du centre). La valeur de la pente de cet ajustement, appelée dans ce cadre la « dimension fractale », est interprétée comme l'expression d'une structure d'ordre, d'une régularité dans la distribution des espaces bâtis autour du centre. On dispose d'un certain nombre de repères pour interpréter la mesure de cette dimension : plusieurs travaux empiriques ont convergé pour établir qu'en moyenne, elle était proche de la valeur deux dans les centres des villes (structure assez homogène), tandis qu'une valeur proche de zéro traduisait une forte hiérarchie avec des concentrations de masse importantes à certains endroits. Si l'application de cette mesure fractale permet de caractériser différents types de morphologies urbaines, il reste à dissiper de nombreuses incertitudes quant aux effets des

méthodes employées sur les mesures obtenues avant de pouvoir les employer utilement pour des comparaisons. Même le modèle de diffusion par agrégation limitée, proposée dès 1989 par M. Batty, P. Longley et A.S. Fotheringham comme une référence théorique possible pour simuler la croissance urbaine (Batty, Longley, 1994) et donc expliquer la fractalité des formes urbaines, n'est pas admis par d'autres auteurs comme une représentation suffisamment réaliste de la construction des villes (Frankhauser, 1994). Bien que très dépendants de la résolution des documents cartographiques qui ont permis de les établir, les résultats, lorsqu'ils peuvent être comparés, confirment les grandes variations observables d'un continent à l'autre en termes d'emprise spatiale des villes : la distribution du bâti est beaucoup plus homogène dans les villes américaines ou australiennes (dimensions fractales proches de 2) que dans les villes d'Europe pour lesquelles les contrastes d'intensité de l'occupation des surfaces sont beaucoup plus marqués (les dimensions fractales globales pouvant tomber à 1,3 ou 1,5). Les auteurs n'ont cependant pas encore essayé de situer systématiquement les variations des mesures fractales par rapport aux limites des agglomérations ou des aires urbaines et l'articulation entre les mesures se référant au bâti et celles appliquées aux populations n'a pas toujours été clairement établie. Il manque encore à ces recherches beaucoup d'expérimentations pratiques et un effort de construction théorique, au-delà de la transposition de modèles physiques, pour en faire des références solides et utiles à la comparaison des villes.

L'application de ces méthodes à l'image CORINE du bâti présente en cela un intérêt immédiat : les analyses fractales menées dans un souci de comparaison se heurtent au problème de la qualité des documents cartographiques de base « qui, selon leur échelle ou leur degré de généralisation, restituent de manière plus ou moins uniforme les contours et les vides des espaces bâtis » (Frankhauser, 1994). Ces analyses sont donc menées, la plupart du temps, à partir d'un petit échantillon de villes. Il nous faut cependant vérifier dans quelle mesure le degré de généralisation caractéristique de la représentation du bâti dans l'image CORINE reste suffisant pour tester l'existence de morphologies de type fractales. Ces analyses s'appuient en général sur des résolutions beaucoup plus détaillées, qui permettent de distinguer la texture fine des tissus urbains, de repérer des seuils et des discontinuités au niveau de quartiers, qui témoignent de différentes périodes d'urbanisation.

Pour cette étude de caractère plus exploratoire, nous avons travaillé à partir d'un sous-ensemble de l'échantillon, qui compte près de vingt villes. Nous avons tout d'abord cherché à caractériser le gradient des surfaces bâties cumulées à l'aide d'une fonction continue de la

distance au centre (**Annexe 5.6**). Si cet ajustement par une fonction puissance montre en moyenne de très bons résultats (le coefficient de détermination varie entre 85% et 99%), il doit être toutefois nuancé par le nombre d'observations sur lequel il est ajusté (une cinquantaine de points). Surtout, les écarts à la distribution observée montrent que l'ajustement choisi est peu adapté à la forme du gradient : ce dernier est systématiquement surestimé dans les premiers et dans les derniers kilomètres, tandis qu'il est sous-estimé dans un intervalle de distance intermédiaire, qui s'étire entre 5 et 30 km environ. Cet ajustement, qui prend la forme d'une droite sur le graphique bi-logarithmique, semble mal traduire l'aspect incurvé du gradient, dont la pente s'infléchit au-delà d'une distance de 5 à 10 km du centre. Cette rupture dans la pente peut renvoyer à la question des ruptures identifiées dans le comportement fractal, la double pente du gradient correspondant vraisemblablement à deux comportements scalants différents. Nous avons donc testé la pertinence d'un double ajustement linéaire sur ce gradient (**Annexe 5.6**). Si les qualités globales d'ajustement sont très bonnes, on doit cependant rester très prudent pour généraliser ces résultats quand on sait que le premier gradient n'est ajusté qu'à partir de 5 à 10 observations. De plus, on remarque dans ce cas que la pente du premier gradient, parfois supérieure à 2, ne peut être considérée comme une mesure de la dimension fractale (cette mesure peut aussi être due à l'artefact du comptage des pixels dans des circonférences). Nous ne sommes donc pas en mesure de comparer nos résultats à ceux produits dans le cadre des théories fractales. On remarque toutefois que les dimensions calculées pour la zone la plus proche du centre des villes sont le plus souvent comprises entre 1 et 2, ce qui caractériserait une forme de dilution contenue à l'intérieur des zones de bâti continu des agglomérations, tandis que celles de la périphérie se situent entre 0 et 1, rapprochant cette forme de remplissage plus diluée de l'espace d'une « poussière » fractale.

Il reste qu'il faudrait multiplier les expériences avant de généraliser ces observations et d'énoncer des hypothèses susceptibles de les expliquer. En outre, si l'on souhaitait mettre ces instruments au service d'une description plus détaillée de la diversité des morphologies urbaines, on aurait besoin de représentations plus « qualitatives » sur la forme des espaces bâtis. Le filtre employé ici généralise en supposant un modèle radio-concentrique de distribution des espaces bâtis dans l'espace et ne permet pas de voir les développements dissymétriques, ni les directions privilégiées de ces développements. Cette approche ne tient pas compte de la distribution des espaces bâtis à l'intérieur des anneaux de comptage. Enfin, il

serait sans doute très intéressant de confronter les résultats obtenus sur les gradients de surface bâtie avec ceux relatifs aux populations, même au sein de mailles hétérogènes, en prenant à chaque fois un échantillon identique de communes. Mais il reste encore assez difficile de croiser les populations et les surfaces bâties à l'échelle d'observation autorisée par CORINE.

2. UNE ANALYSE MULTISCALEAIRE DE LA DISTRIBUTION LISSEE DES ESPACES BATIS

Tout comme l'analyse fondée sur la notion de gradient intra-urbain, les méthodes que nous exposons à présent visent à comparer la distribution des espaces bâtis dans les périphéries urbaines en considérant l'espace dans sa continuité. De même, elles ont pour but de filtrer l'information pour faire ressortir les formes fortes de la distribution des espaces bâtis, indépendamment de toute référence à un périmètre d'agglomération ou d'aire urbaine fonctionnelle qui serait fixé *a priori*. Mais à la différence de l'analyse précédente, qui abordait la notion de champ urbain à travers l'analyse radiale du bâti, et s'appuyait sur la notion de distance au centre, la distribution des espaces bâtis est ici restituée à partir des notions fondamentales de voisinage et de proximité des lieux, sans tenir compte de leur position par rapport à un centre. Cette approche vient compléter la description des distributions selon une seule dimension, qui dépend de la distance au centre. Il s'agit ici d'introduire les deux dimensions de l'espace par la prise en compte des positions relatives des lieux et de la trame spatiale qu'ils composent.

Cette approche est susceptible d'apporter un éclairage complémentaire à l'analyse des dimensions de la compacité urbaine, à l'échelle des aires urbaines fonctionnelles. En effet, une des questions sous-jacentes à cette étude est celle des centralités morphologiques autour desquelles l'espace des périphéries urbaines proches ou lointaines est susceptible de se structurer. Autrement dit, c'est la structure plutôt monocentrique ou polycentrique des régions urbaines que nous cherchons à faire ressortir et à comparer à l'aide de cette méthode. D'aucuns affirment qu'une structure polycentrique pourrait offrir, du fait de la présence de pôles secondaires en périphérie, autant de points d'appui à une structure mieux contrôlée de l'étalement urbain. Certes, l'approche morphologique de ces structures ne suffit pas à affirmer l'existence d'une organisation polycentrique des espaces urbains, au sens fonctionnel du terme. Elle ne peut se substituer aux informations apportées par l'étude des relations et des flux qui lient ces pôles secondaires entre eux et qui les lient au pôle principal. Mais elle est un premier jalon vers leur identification. De plus, on peut s'interroger pour savoir si l'existence

de telles structures n'est pas une condition nécessaire au développement d'un polycentrisme fonctionnel.

Nous attachons en outre un intérêt particulier à la dimension multiscalaire de cette approche, qui permet de faire varier les degrés de généralisation du lissage en jouant sur la taille des voisinages définis. En effet, il nous semble important d'aborder à cette occasion la question de l'articulation entre les caractéristiques locales des formes du peuplement (villes très compactes ou étalées) et leurs caractéristiques à des échelles plus vastes : une même forme peut prendre des significations différentes selon le type d'environnement, le contexte dans lequel elle s'insère (on pense par exemple à Amsterdam, ville compacte dans un environnement très dense, configuration contraire à celle de Toulouse).

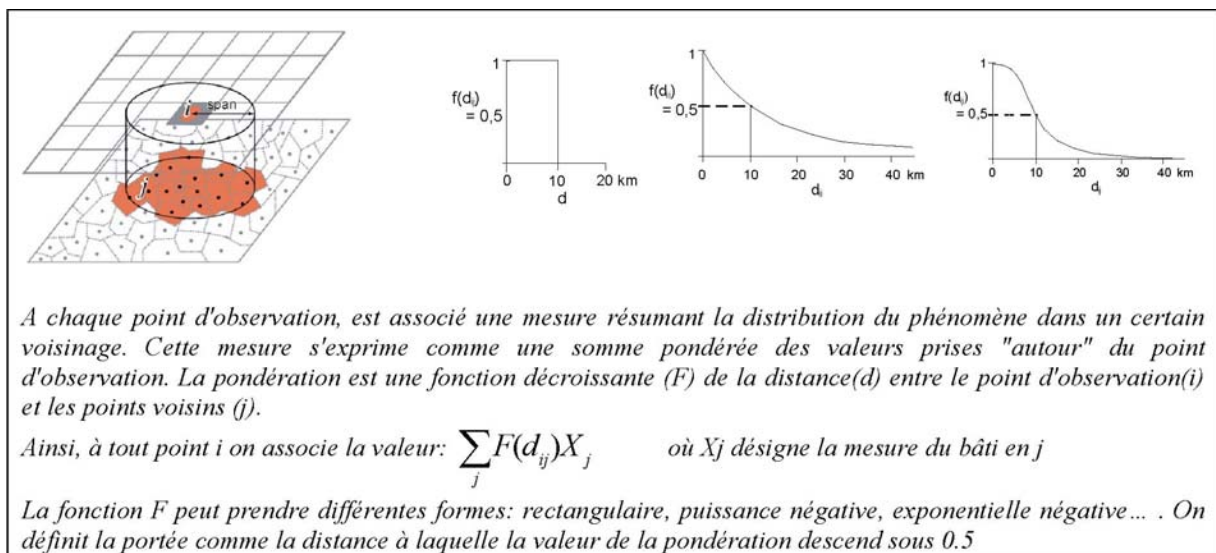
Afin d'éprouver la pertinence de cette approche, nous nous appuyons sur deux séries d'exemples : d'une part, les quatre régions métropolitaines de Paris, Londres, Milan, et la Randstadt Holland¹⁰ (structurée autour de Rotterdam, La Haye, Amsterdam, Utrecht et Dordrecht). Ces régions très urbanisées présentent dans le détail des structures complexes de peuplement et différentes les unes des autres. Si l'on se réfère à la typologie établie par E. Juillard et H. Nonn (1976) pour distinguer plusieurs modèles de peuplement dans les régions européennes, on a là trois régions de Type « Parisien » dominant, c'est-à-dire des aires polarisées par une très grande métropole qui les domine sans partage, et une région de type « Rhénan », la Randstat Holland, caractérisée par un semis serré de villes de toutes tailles associées à de fortes densités rurales. On peut se reporter à la typologie des formes du peuplement proposée plus récemment dans le rapport européen du SPESP (2001) pour introduire quelques nuances. Cette typologie distingue les régions de Milan et Londres d'une part, dominées par une grande métropole mais dont les environs se caractérisent par un peuplement de type polycentrique et de fortes densités urbaines et la région parisienne d'autre part, qui domine des régions rurales « sous influence » de plus faible densité. La deuxième série d'analyses se focalise sur l'exemple de la région transfrontalière franco-belge, qui montre des structures complexes de peuplement, caractérisées par de fortes densités urbaines et rurales, par des éléments de polycentrisme urbain, et pour laquelle nous avons pu comparer les distributions d'emprise du bâti aux distributions de densités de population.

¹⁰ Nous avons considéré ces régions urbaines dans un rayon de 80 à 100 km autour des métropoles.

2.1. De la notion de voisinage d'espace bâti à celle d'emprise potentielle du bâti

L'intérêt d'une méthode de lissage peut être présenté, de manière schématisée, à partir de la notion de voisinage. A l'aide de cette méthode, en effet, on ne représente plus un phénomène en un lieu donné, comme sur une carte des maillages administratifs, ni en fonction d'un lieu remarquable, comme nous l'avons fait avec les gradients. On associe à chaque lieu une mesure synthétique du contexte dans lequel il se situe (**Figure 5.9**). En substituant à une mosaïque de valeurs une distribution plus continue, cette méthode produit une généralisation cartographique de l'information (par exemple par un calcul de moyenne mobile, ou bien selon un calcul de potentiel). Ensuite, il devient possible de représenter cette information comme une surface, au moyen d'isolignes. Dans un certain sens, la représentation lissée de l'emprise des espaces bâtis peut donc être vue comme une généralisation de l'étude « centrée » que nous avons menée jusqu'à présent : alors que dans le premier cas, on caractérise cette distribution en fonction d'un seul lieu remarquable, la méthode utilisée permet une autre représentation de la distribution des espaces bâtis en tous lieux de l'espace considéré (Grasland, 1999). Autrement dit, on passe de l'étude du voisinage d'un lieu remarquable, l'espace central des villes, à la caractérisation de chaque lieu par les propriétés de son voisinage.

Figure 5.9. Lissage des données et formes du voisinage



L'application de la notion de voisinage à l'étude de la distribution du peuplement présente un certain nombre d'avantages. Lorsqu'elle s'appuie sur la distribution des populations, représentées à l'intérieur de mailles territoriales locales, elle permet de transformer une information discrète, collectée dans un maillage territorial hétérogène, en une information continue, réaffectée à une grille régulière. Cette grille peut alors être représentée, par

interpolation spatiale, sous la forme d'une surface de population, de densité de population, en trois dimensions. Une telle représentation continue de phénomènes discrets s'affranchit en partie des biais statistiques et visuels créés par l'hétérogénéité de taille et de forme des mailles statistiques locales et offre par conséquent une information comparable en tout point de l'espace. La logique est sensiblement différente lorsque ces méthodes sont appliquées à la distribution du bâti représentée sur des images satellitaires, brutes ou dérivées : il s'agit toujours de produire une représentation continue de cette distribution, mais le filtre du voisinage joue davantage dans le sens de la simplification et de la généralisation d'une distribution trop détaillée pour renvoyer l'image des grandes structures des formes du peuplement (**Annexe 5.7**).

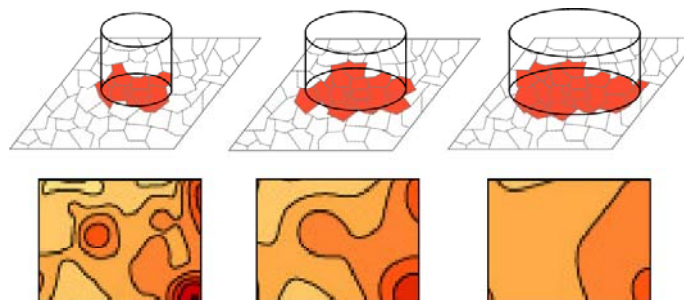
L'application de ces méthodes de lissage à l'analyse des formes de peuplement s'est la plupart du temps appuyée sur l'étude des populations et de leurs densités, à partir de modèles variables (Stewart et Warntz, 1968 ; Tobler, 1979 ; Grasland *et al.*, 2000). Un fondement théorique est dans ce cas donné à la méthode de lissage cartographique à travers la notion de potentiel d'interaction et d'échange. Si cette interprétation peut être justifiée lorsqu'elle s'applique aux populations, nous avons préféré, pour l'étude des espaces bâtis, nous en tenir à l'application d'une méthode de lissage cartographique, sans faire intervenir d'hypothèse d'interaction dans la démarche de représentation généralisée des espaces bâtis.

Bien que l'analyse des formes du peuplement repose plus souvent sur la distribution des populations, son application à la distribution des espaces bâtis n'est pas rare et apporte un éclairage complémentaire précieux : elle offre tout d'abord une finesse de résolution supérieure à celle qui, d'ordinaire retenue pour les populations, est limitée, dans le détail, par la résolution minimale du maillage territorial. Cette approche se prête bien, par ailleurs, à une étude plus ciblée de la consommation des sols et de la pression qu'exercent les espaces bâtis sur leur environnement. L'application de cette méthode à la distribution des espaces bâtis nécessite que l'on précise le sens attribué à la notion d'emprise potentielle du bâti, dans le cadre général d'une étude sur les formes du peuplement : en ajoutant à l'information « plane » de la distribution du bâti un « relief », une texture établie en fonction du contexte dans lequel elle se situe, on mesure bien une pression potentielle des zones bâties sur leur environnement. Ainsi, quelle que soit l'approche adoptée, l'application de modèles de potentiel à la distribution du bâti renvoie souvent à une problématique plus large de pression potentielle

exercée par les espaces bâtis sur d'autres modes d'occupation du sol (GIM, 2000). Nous ne faisons ici que mentionner les prolongements éventuels de telles approches, via la confrontation à d'autres modes d'occupation du sol, par exemple les espaces verts (Binard, Donnay, Nadasdi, 1991), ou bien encore via l'étude de l'évolution temporelle de ces potentiels de bâti, qui rejoint parfois les problématiques d'aménagement liées aux formes et aux directions de la croissance des villes (Weber, 1998).

Un second intérêt d'une telle approche est qu'elle permet de représenter l'emprise du bâti dans des voisinages de portée variable, pour des degrés de généralisation différents (« Des maillages mouvants fondés sur une notion continue de proximité », Grasland, 1999). Il est donc possible de constituer un continuum de cartes, présentant plusieurs degrés de généralisation (**Figure 5.10**), et offrant autant de niveaux d'observation possibles du système de peuplement.

Figure 5.10. Variation de la portée du lissage et degré de généralisation



Source : Dumas, Guérois (2001)

Le choix d'une portée variable pour la définition des voisinages permet de filtrer successivement différentes composantes d'échelle dans l'organisation spatiale du peuplement (Rimbert, 1990). La méthode permet de conduire une analyse exploratoire des formes obtenues à différents niveaux de généralisation et de tester les seuils pour lesquels l'image se stabilise, indiquant un effet de structure à ce niveau dans l'organisation spatiale du peuplement. Qu'il s'agisse de population ou de surface bâtie, la méthode est donc pertinente pour obtenir une description simplifiée de structures spatiales hiérarchisées, même si l'interprétation du calcul de potentiel en termes de possibilités d'interactions, de mesure de l'accessibilité généralisée, est plus directe dans le cas des mesures effectuées sur des populations que pour celles conduites sur des surfaces bâties.

2.2. La distribution lissée des espaces bâtis dans quatre régions métropolitaines européennes

2.2.1. Les structures du peuplement dans un voisinage restreint

A partir des images fragmentées de CORINE, (**Figure 5.11**), la première série de cartes lissées (**Figure 5.12**) met en regard la distribution de l'emprise potentielle du bâti dans des voisinages restreints (3 km), dans chacune des quatre régions urbaines. La représentation en aplats permet d'identifier l'extension variable des différents niveaux d'emprise du bâti¹¹. Cette représentation a l'avantage de faire ressortir les structures fortes du peuplement, en soulignant l'existence de nombreuses zones de forte emprise au sol des espaces urbanisés, qui s'organisent en « pics », en « axes » ou en « bassins ». Elle révèle ainsi, en faisant ressortir différents niveaux de densité de bâti, une hiérarchie de noyaux de peuplement, certes moins contrastée que ne le montreraient les densités de population (dont les valeurs ne seraient pas bornées entre 0 et 100%), mais déjà suffisamment différenciée pour que l'on puisse, sur cette base, proposer une lecture comparée des structures du peuplement.

Les zones au sein desquelles l'emprise du bâti est la plus forte se présentent sous la forme de « pics », de « plateaux », ou d'« axes », qui renvoient à l'extension des agglomérations et des aires urbanisées. Si l'on prête attention à l'extension des zones dont l'emprise potentielle du bâti est supérieure à 30 ou 40%, on peut ainsi identifier les formes des taches urbaines correspondant à l'agglomération de bâti continu. On reconnaît assez bien les limites des agglomérations telles qu'elles ont été identifiées dans le chapitre précédent au-delà du seuil de 40% d'emprise potentielle du bâti (atteignant par exemple Mantes-la-Jolie au nord-est de Paris, Busto Arsizio au nord-est de Milan).

¹¹ On notera que cette représentation en aplats, dépendante de la discrétisation retenue, gagnerait en théorie à être complétée par une vue en trois dimensions de la « surface » des densités de bâti, qui permettrait de distinguer plus finement la hiérarchie des maxima de densités.

Figure 5.11. La distribution « brute » du bâti dans quatre régions métropolitaines, d'après l'image CORINE Land cover (1990)

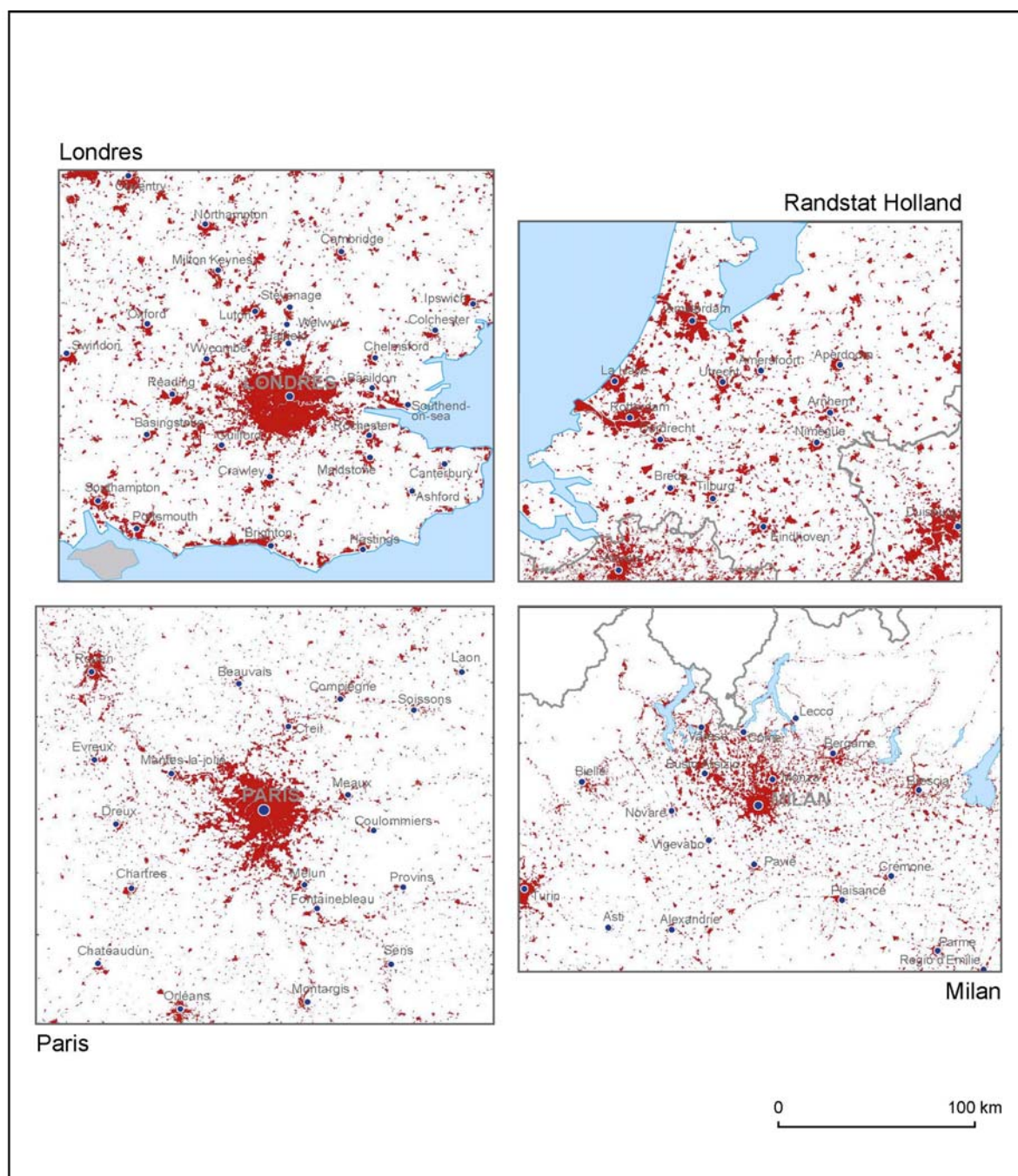
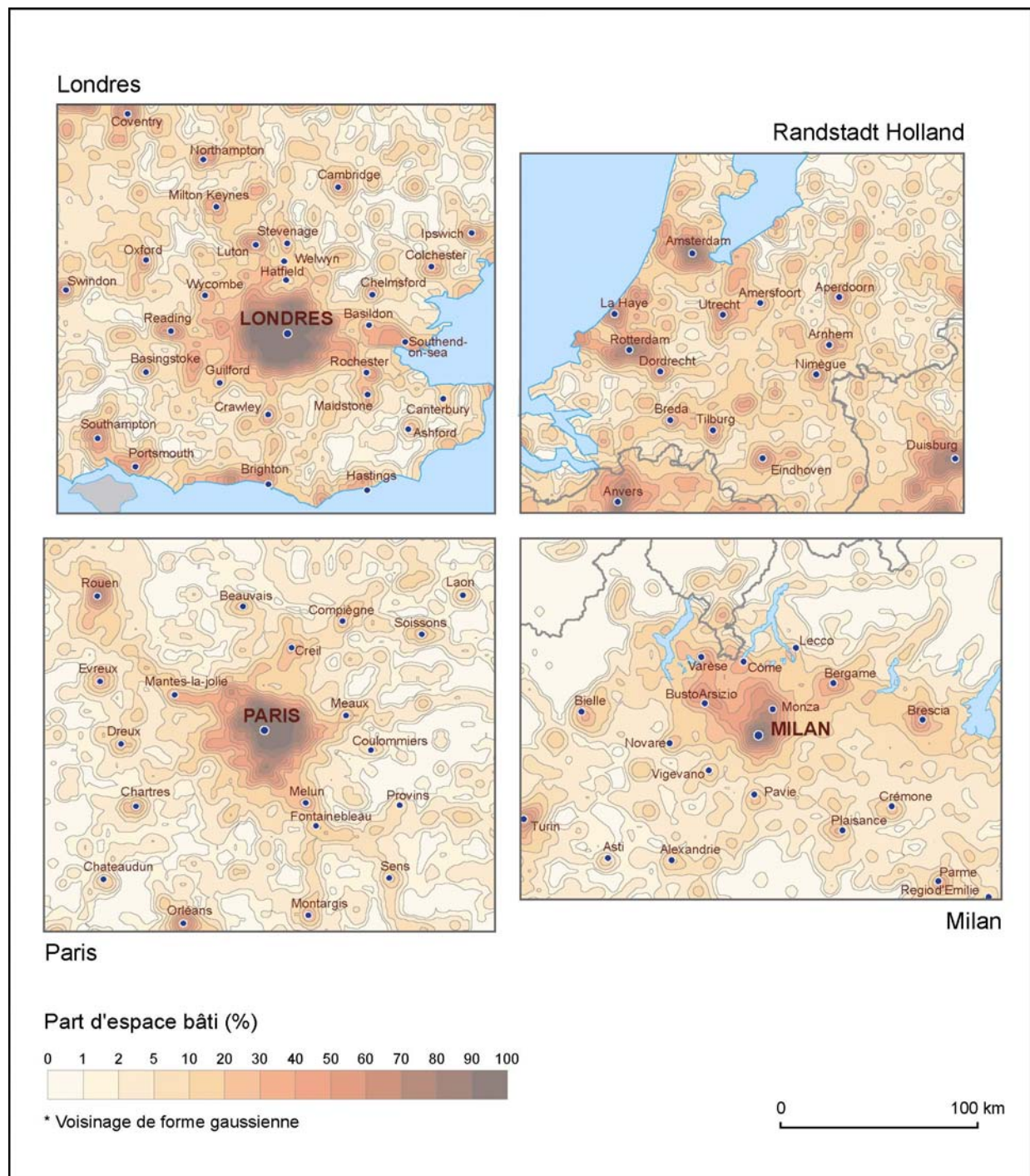


Figure 5.12. La distribution de l'emprise potentielle de bâti dans quatre régions métropolitaines, en 1990 (voisinage de 3 km)



Source : AEE (1996)

Une autre information peut être tirée de la forme de la transition entre ces zones « saturées » et leur environnement proche. Le caractère plus ou moins resserré des lignes de niveau nous renseigne en effet sur la forme plus ou moins brutale de cette transition, qui n'est pas cette fois-ci altérée par le filtre des circonférences circulaires appliqué pour faire ressortir les gradients. Ces lignes sont particulièrement resserrées autour du « noyau » londonien des plus fortes densités de bâti, tandis qu'elles se dilatent moins rapidement autour de Milan.

Ce critère peut être croisé avec un autre qui, plutôt que de s'attacher aux zones de transition remarquables, mesure l'étendue des zones les plus densément bâties autour des centres. Le seuil minimal d'une emprise potentielle du bâti de 20% semble ici pertinent : Londres est à la fois la ville pour laquelle la transition entre noyau central et espaces environnants est la plus marquée tandis que la zone d'emprise potentielle du bâti supérieure à 20% est la plus étendue. On relèvera à l'inverse le caractère plus rapidement dilué de la zone centrale de Milan, dont la transition avec les périphéries éloignées est la plus progressive. En négatif, on voit bien ressortir l'emprise variable des espaces libres d'une région à l'autre. Bien qu'ayant des niveaux moyens de densité de bâti, le bassin de Londres montre davantage de ressources en « espaces libres » que la région de Milan, dont l'emprise au sol du bâti ressort comme plus homogène, en tout cas bien plus nettement qu'aux environs de Paris. En revanche, malgré la relative faiblesse du degré de généralisation, le « cœur vert » de la Randstat n'apparaît pas comme un espace fortement différencié du reste du territoire, même si cette zone se démarque bien des noyaux de forte densité de bâti disposés en anneau.

2.2.2. Variation du voisinage et perception des formes du peuplement

Les méthodes de lissage permettent en outre, grâce à la variation des portées, de filtrer successivement les différentes composantes d'échelle dans l'organisation spatiale du peuplement (déjà signalé par Tobler, 1969 ; Rimbart, 1990 ; Grasland *et al.*, 2000). On crée alors un continuum de cartes, qui offrent autant de degrés de généralisation et constituent autant de filtres à l'observation des formes du peuplement, par élimination progressive des détails. En reprenant le cas des régions urbaines de Paris, Milan, Londres et de la Randstat, nous avons choisi des portées croissantes de 5 km, 10 km et 20 km (**Figures 5.13 à 5.15**), pour mettre en évidence l'apport de cet analyse par composantes d'échelle

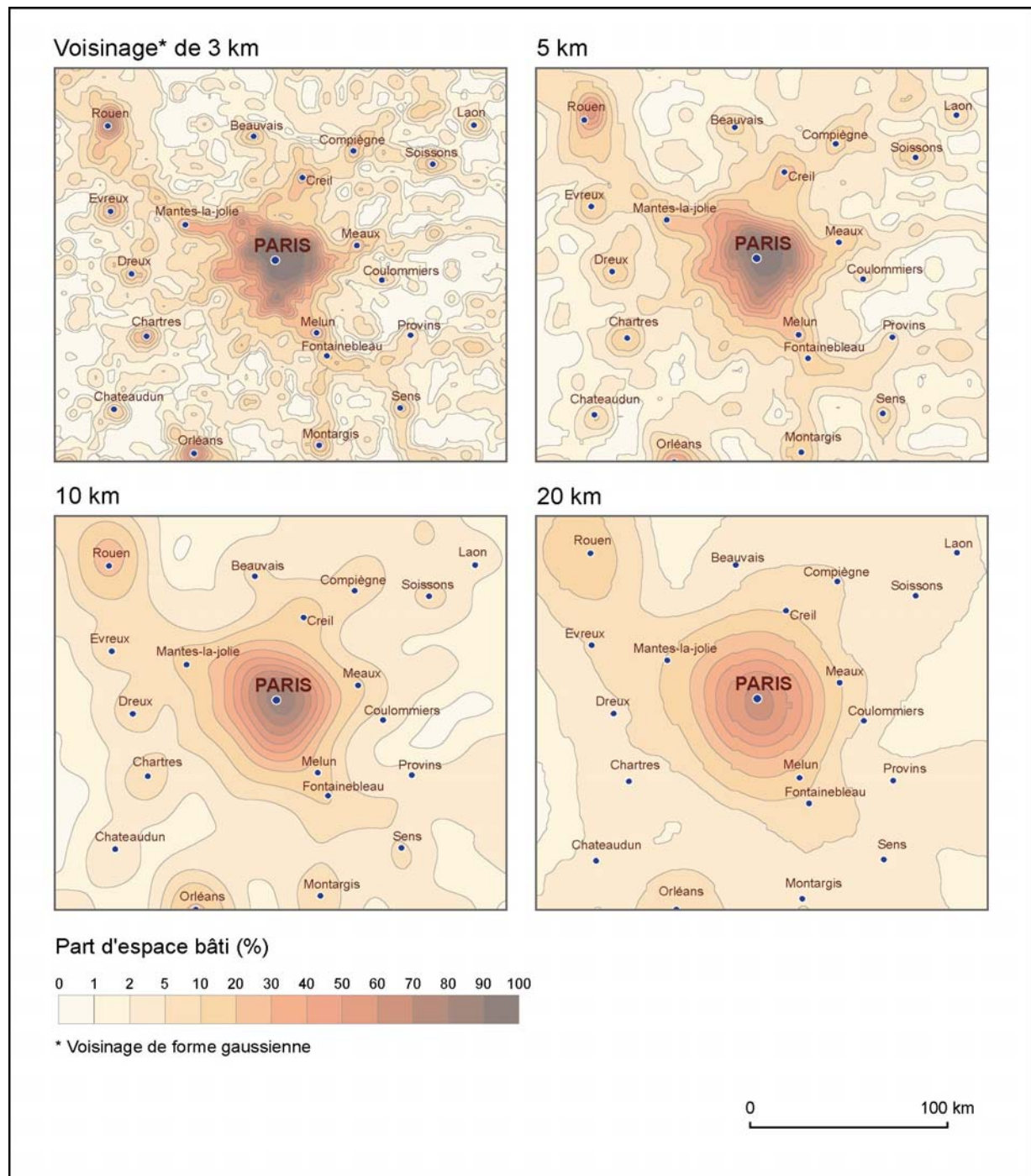
Pour toutes les régions considérées, on constate que c'est à partir d'une portée de 5 km que l'on voit plus nettement ressortir les formes fortes du peuplement, par-delà la mise en évidence des « noyaux » et des « pics » qui reflètent l'emprise des espaces centraux de ces métropoles. On peut à nouveau raisonner en articulant l'observation des niveaux d'emprise de bâti à celle des morphologies qui transcrivent les caractéristiques des trames spatiales de chaque région. A ce degré de généralisation, on distingue encore assez bien les pics de peuplement secondaires situés à une trentaine de kilomètres du centre des métropoles : Bergame et Brescia à l'est de Milan ; Creil au nord de Paris ; Stevenhage au nord et Reading à l'ouest de Londres. Tous ces pôles sont « dilués » dans leur environnement immédiat dès qu'une portée plus vaste, de 10 km, est appliquée.

La lecture d'une hiérarchie des centralités morphologiques peut être renforcée par l'analyse de la dilution plus ou moins rapide de ces « pics » dans leur environnement moins densément bâti, lorsque la portée des voisinages s'accroît. On voit bien, à partir de l'exemple des villes de la Randstat, que cette méthode permet de faire émerger des centralités sans les avoir *a priori* définies comme centres. Malgré le caractère polycentrique de la Randstat, on repère bien cette hiérarchie qui s'écrite à mesure que les portées s'élargissent, pour des degrés de généralisation croissants. Ainsi, alors qu'à une portée de 3 km, on distingue encore nettement les cinq « pics » correspondant à Rotterdam, Amsterdam, Utrecht, Dordrecht et La Haye, Dordrecht est rattrapé par le pôle de Rotterdam pour une portée de 5 km, suivie de La Haye pour une portée de 10 km, puis d'Utrecht pour une portée de 20 km.

Pour une portée de 20 km, plusieurs traits caractéristiques de ces régions urbaines peuvent être comparés : les régions de Londres, Paris et Milan ressortent toutes trois comme structurées autour d'un pôle majeur de peuplement et s'opposent à la région de la Randstat. Dans cette dernière et à ce degré de généralisation, l'emprise du bâti apparaît beaucoup plus homogène qu'ailleurs, même si l'on peut distinguer une structure bipolarisée autour d'Amsterdam et de Rotterdam. Les niveaux d'emprise du bâti permettent de différencier les structures du peuplement dans l'environnement de Londres et de Paris. A partir de 60 km autour du centre de Paris, l'emprise potentielle du bâti passe dans certains secteurs sous le seuil de 5%, tandis que dans un rayon de 100 km autour de Londres, l'emprise potentielle du bâti ne descend jamais sous ce seuil.

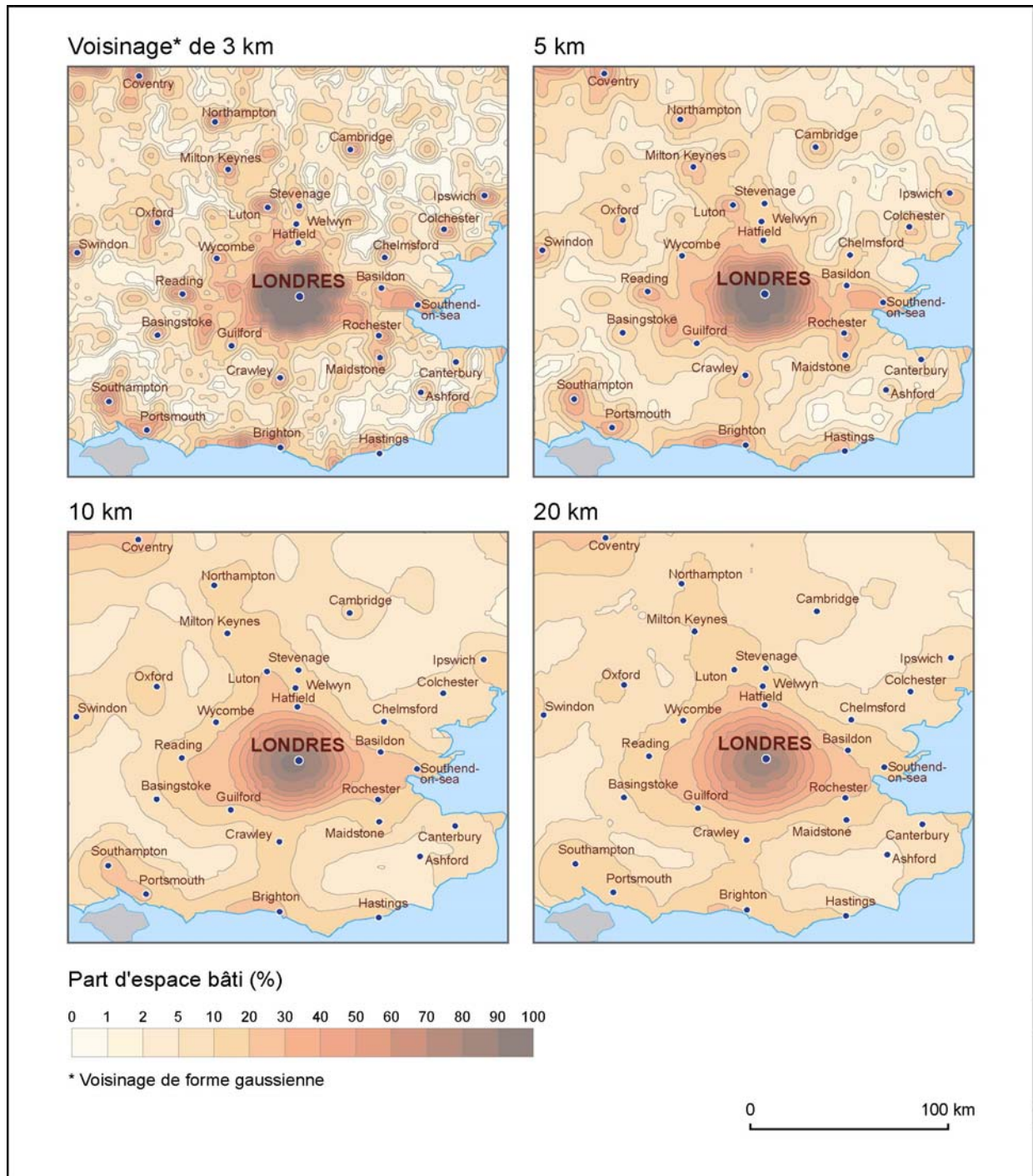
Ces explorations enrichissent l'image d'une hiérarchie des centralités morphologiques donnée par la comparaison des niveaux d'emprise du bâti, à une portée fixe. On peut à cette occasion souligner l'intérêt d'un rapprochement entre les cartes lissées de la distribution du bâti, issues d'une méthode d'analyse spatiale et la carte des styles du peuplement élaborée pour le rapport européen du SPESP (2001) à partir d'une approche statistique.

Figure 5.13. Les densités bâties de l'échelon local à l'échelon régional : Paris



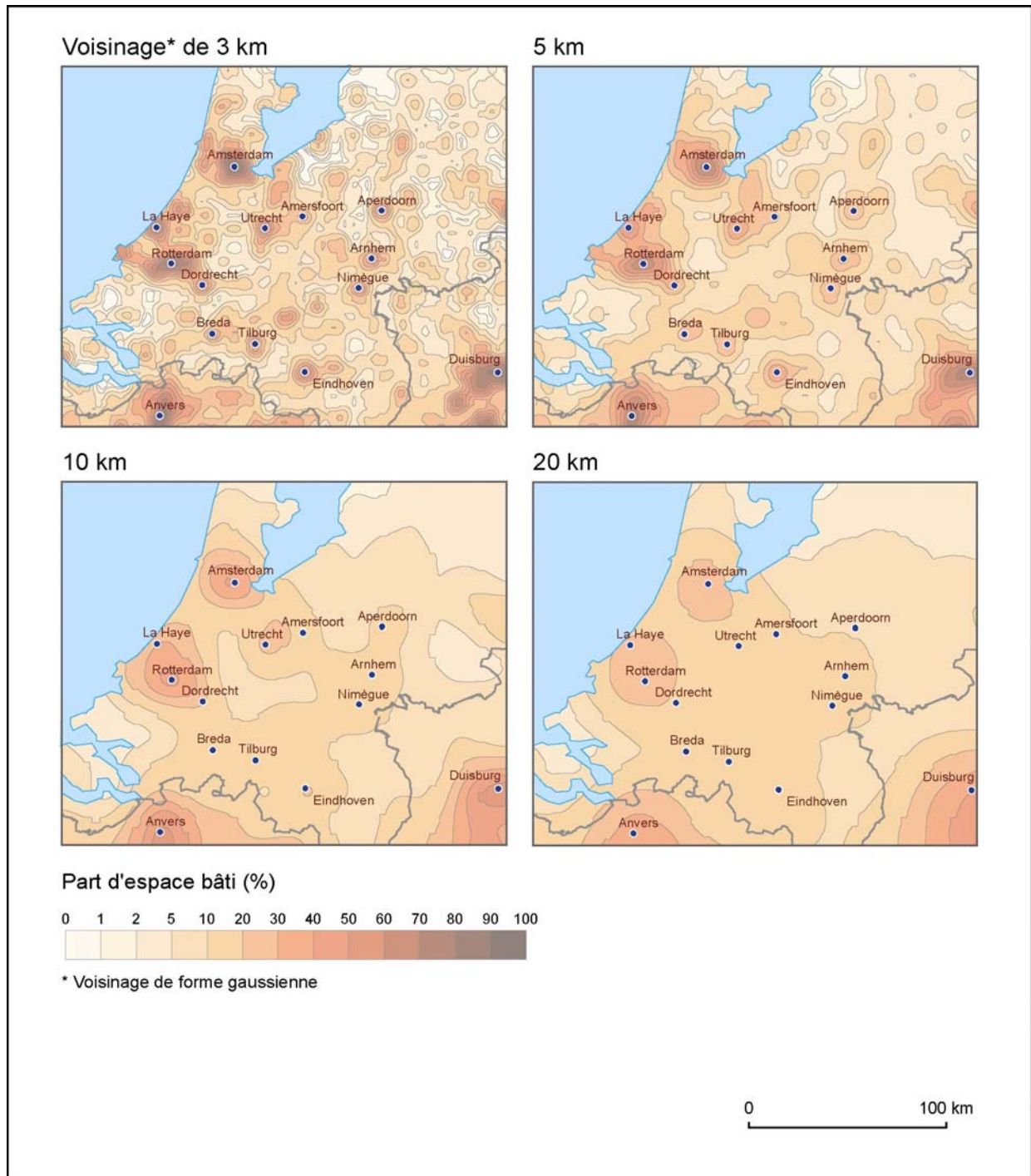
Source : AEE (1996)

Figure 5.14. Les densités bâties de l'échelon local à l'échelon régional : Londres



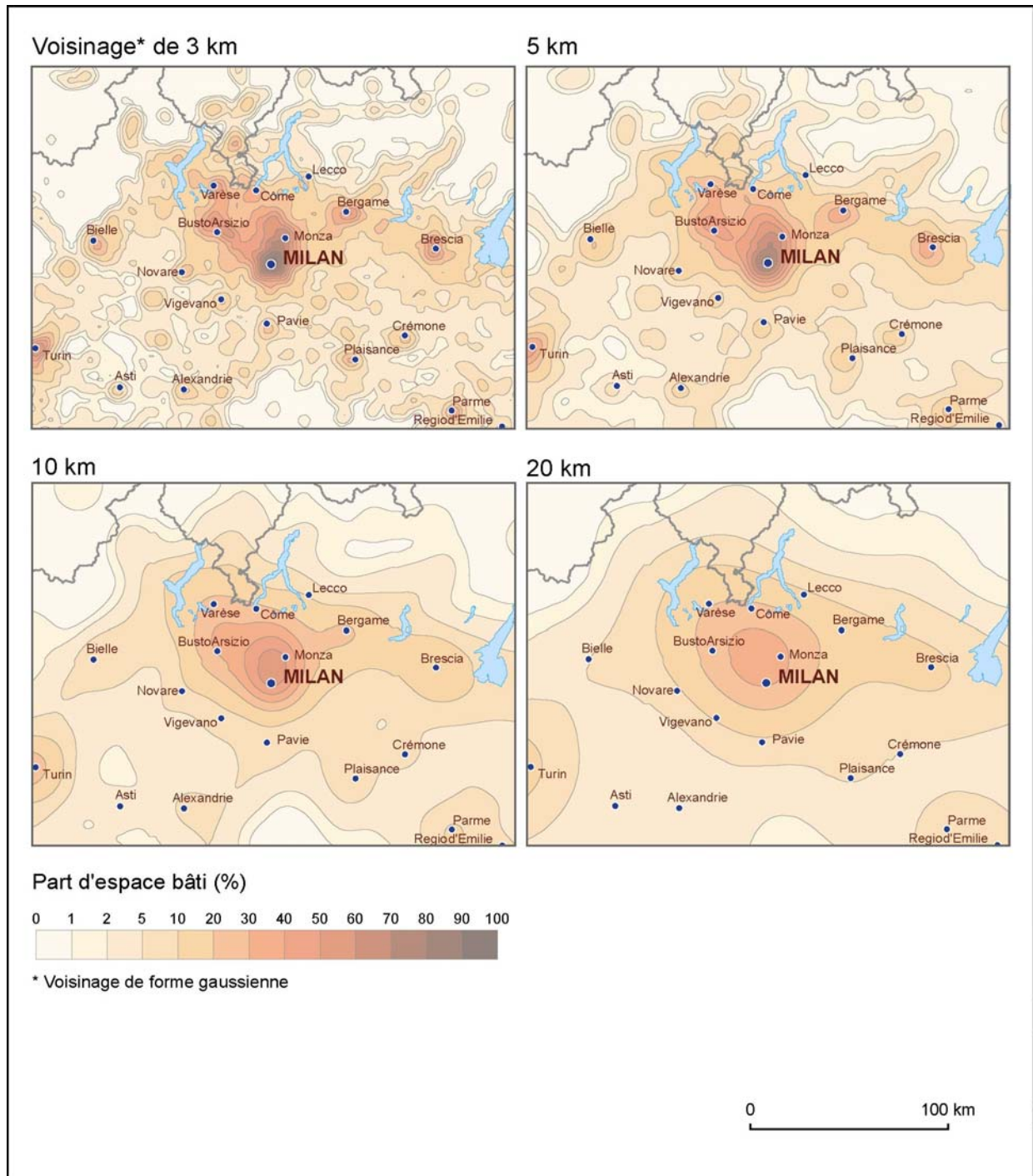
Source : AEE (1996)

Figure 5.15. Les densités bâties de l'échelon local à l'échelon régional : la Randstat



Source : AEE (1996)

Figure 5.16. Les densités bâties de l'échelon local à l'échelon régional : Milan



Source : AEE (1996)

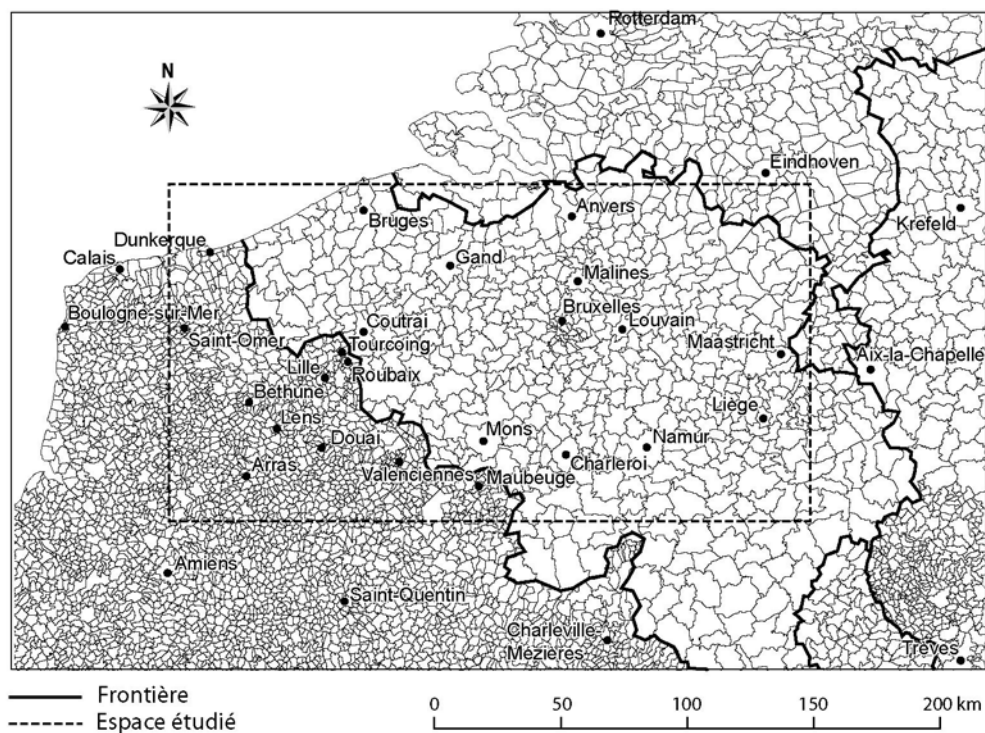
2.3. L'exemple de la région transfrontalière franco-belge et la confrontation avec la distribution de la population

Que montre la distribution lissée des espaces bâtis par rapport à celle de la population ? A travers l'exemple de l'espace transfrontalier franco-belge¹² (**Figures 5.17** et **5.18**) et pour des degrés de généralisation encore plus importants (portées de 5 à 40 km), nous avons confronté les cartes lissées du bâti à celles de la population. Sur les cartes du bâti, dans un rayon de 5 km, la complexité des formes urbaines est soulignée par l'existence de nombreuses zones de forte densité, assez proches les unes des autres. Les maxima (entre 45 et 75%) sont observés à Lille et à Bruxelles (pôles), mais aussi à Anvers et structurent l'ensemble avec d'autres formes remarquables, comme cet axe de forte emprise du bâti qui s'étend d'est en ouest de Lens à Namur et correspond à l'ancien sillon houiller. Ces cartes mettent par ailleurs en évidence les plus fortes dépressions comme dans le Hainaut, entre Valenciennes et Bruxelles.

Le rapprochement avec la carte lissée des densités de population est particulièrement intéressant lorsqu'on fait varier les portées : pour les voisinages les plus proches, on observe une étroite correspondance entre les structures du peuplement mises en évidence sur chacune des deux cartes. Une telle similitude invite à valoriser l'image CORINE comme source d'information pouvant se substituer à la représentation du peuplement, à ces échelles. Pour des degrés de généralisation plus élevés, supérieurs à 20 km, l'image du bâti gomme quelques détails par rapport à celle de la population, mais la structure générale est conservée, soulignant la stabilité de la centralité bruxelloise observée à cette échelle et dans ce cadre géographique. Quoi qu'il en soit, la cohérence entre les deux représentations confirme l'intérêt de la méthode exploratoire d'observation des structures spatiales hiérarchisées, apportée par le lissage cartographique de portée variable.

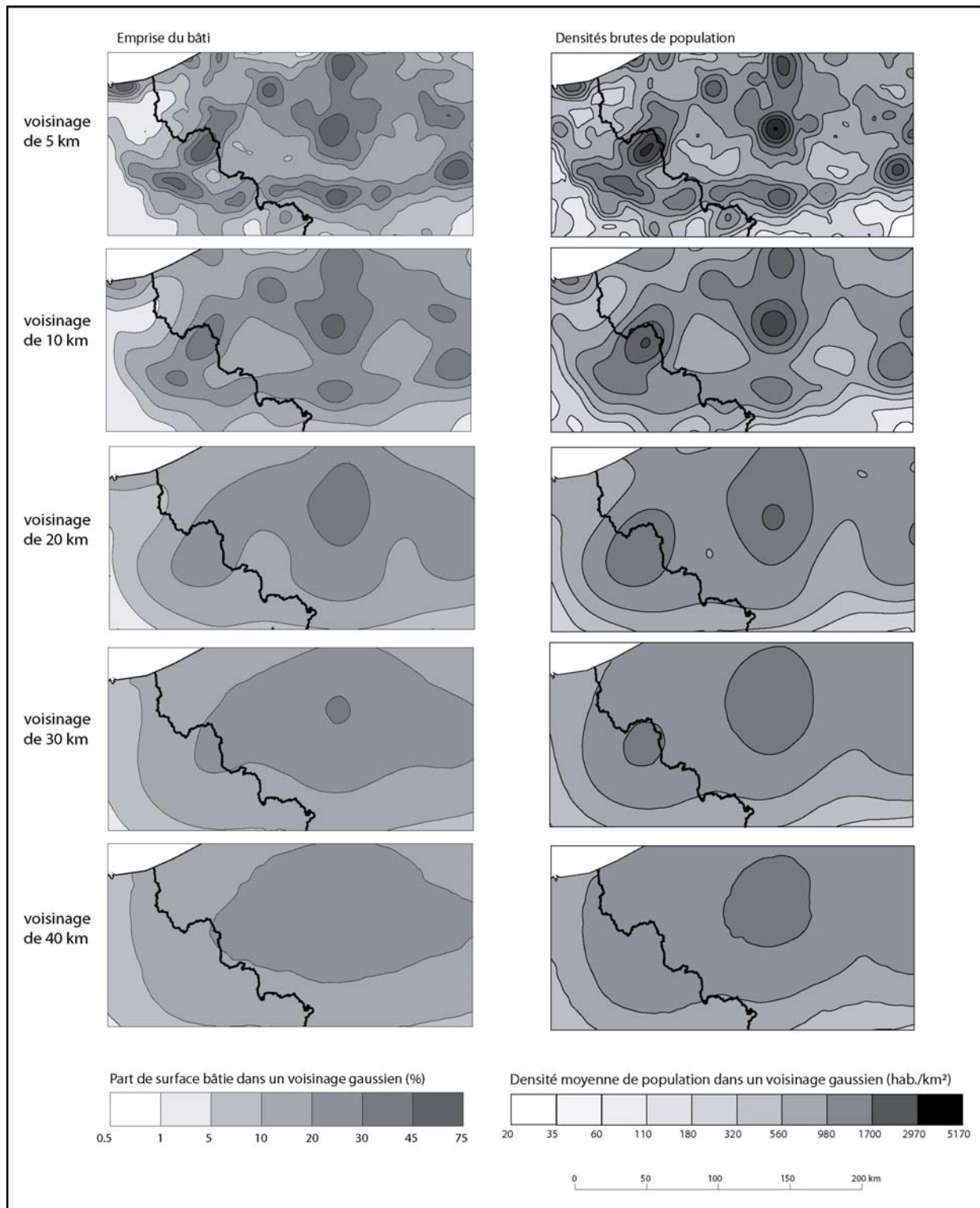
¹² Cet exemple a été traité en collaboration avec Eugénie Dumas, dans un article pour la Revue Internationale de Géomatique (Dumas, Guérois, 2001).

Figure 5.17. Localisation de l'espace franco-belge étudié



Source : Dumas, Guérois (2001)

Figure 5.18. L’emprise du bâti de l’échelon local à l’échelon régional



Source : Dumas, Guérois (2001)

CONCLUSION

En explorant les formes urbaines hors du cadre des agglomérations, nous avons confirmé que le modèle du « champ urbain », qui suppose une organisation centre-périphérie de l'intensité des constructions, des populations et des activités urbaines, demeure une composante essentielle de la structuration du paysage urbain européen et cela même à l'issue d'un demi-siècle d'étalement des villes et de desserrement des densités urbaines. Nous avons montré que ce champ se décompose toujours selon un double gradient de dilution des densités bâties, très fortement contrasté à proximité du centre, dans un périmètre qui correspond à peu près à celui du bâti continu des agglomérations, et beaucoup moins différencié selon la distance dans les espaces périurbains. L'effet de dilution se prolonge, à des portées certes variables selon la taille des villes, mais qui couvrent généralement jusqu'à 40 voire 60 km autour des agglomérations de plus de 500 000 habitants. La prégnance de ce modèle d'organisation spatiale des villes par un champ gravitaire est en général expliquée par la longue évolution des villes, selon une croissance concentrique, le noyau central ayant été formé pour des vitesses de circulation et donc des portées d'interaction potentielles longtemps restées très faibles, tandis que le gradient périurbain se serait établi avec l'usage de l'automobile, mais toujours selon une organisation dictée par le rapport au centre ancien : « La persistance du modèle aggloméré dans les grandes villes françaises peut être comprise si on intègre la dimension fondamentale des héritages historiques inscrits dans les plans et dans le bâti des villes. Ces héritages sont premiers dans la forte inertie qui régit la dynamique des densités urbaines » (Berroir, 1998, p.358).

On peut toutefois se demander quel est l'avenir de cette dualité de formes : les deux gradients sont-ils amenés à se fondre en un gradient unique (qui serait alors mieux ajusté peut-être par une fonction non linéaire), ou, à l'inverse, cette dualité peut-elle persister comme la marque durable de cet épisode important de l'histoire des villes qu'a représenté l'irruption de l'usage de l'automobile pour les déplacements quotidiens ? Certaines observations pourraient aller dans le sens de la deuxième hypothèse, en montrant que l'étalement des densités urbaines vers les périphéries éloignées s'accompagne de forts accroissements de population dans la couronne externe des banlieues des agglomérations, conduisant à l'intégration d'espaces périphériques dans le champ urbain de fort gradient (Paulus, 2003). A l'inverse, la tendance à la dédensification des centres, ou encore le développement de centralités secondaires en

périphérie, pourraient consolider le régime de gradient plus faible des grandes périphéries (et cela peut-être jusqu'à diluer le fort gradient des zones centrales dans le champ de moindre intensité). La prochaine image CORINE nous aidera peut-être déjà à identifier quelle est l'hypothèse la plus plausible, compte tenu des tendances en cours qu'elle permettra de mesurer.

Comparés aux gradients centre-périphérie de bâti, qui offrent une description synthétique, mais réduite à une seule dimension, de la distribution des espaces bâtis, les lissages aboutissent à une représentation plus qualitative de ces formes, dans les deux dimensions de l'espace, en ajoutant à l'extension en plan du bâti une texture qui restitue la forme du contexte de peuplement. L'information, perdue avec la mesure des gradients, sur la géométrie des formes et leur localisation, est ici bien soulignée par les cartes lissées de la distribution du bâti. En outre, les lissages effectués selon des portées croissantes révèlent la hiérarchie des formes du peuplement, en filtrant successivement plusieurs composantes d'échelle qui mettent en évidence les centres principaux et les formes fortes, après abstraction des centralités secondaires et des détails des variations. La méthode fait émerger les centres sans qu'il soit besoin de les avoir repérés au préalable. A cet égard, elle nous semble bien adaptée à la résolution de l'image du bâti restituée par CORINE, même si le croisement avec des données de population pose toujours problème (nos tentatives de mesures de densités nettes n'ont pas donné de résultats suffisamment probants pour que nous les présentions ici).

Nous considérons les approches proposées comme exploratoires, dans la mesure où nous aurions souhaité pouvoir les valider sur un plus grand nombre de villes, mais nous les pensons comme suffisamment intéressantes et robustes pour envisager leur application à l'étude du changement des morphologies urbaines au cours du temps.

CONCLUSION GENERALE

Nous avons mené cette recherche dans un souci de mesure et de comparabilité, dans le contexte actuel du foisonnement d'études, de programmes sur les indicateurs de la ville durable, qui répondent à une très forte demande de la part de l'Union européenne, mais qui très souvent ne visent pas à l'exhaustivité et ne prêtent pas toujours attention à la comparabilité des délimitations dans lesquelles les mesures sont effectuées. Ainsi, le second volet de l'Audit Urbain (programme en cours soutenu par Eurostat en 2003) s'attache à rassembler plus de 300 indicateurs statistiques sur un échantillon d'une soixantaine de villes européennes. La comparabilité des indicateurs a été scrupuleusement discutée, mais s'accommode d'une délimitation des « villes » qui tantôt correspond à la commune centre, tantôt à l'agglomération politique (pour la France), tantôt à l'unité statistique NUTS de niveau 4, soit l'équivalent français de l'arrondissement (pour la Grande-Bretagne), voire de niveau 3, soit l'équivalent français du département (pour l'Espagne). Dans le cadre de cette approche comparative, nous nous sommes attachés à approcher un concept très souvent invoqué dans les problématiques de la ville durable, celui de la compacité des villes. Nous ne sommes pas en mesure d'établir s'il existe un rapport, une relation de cause à effet ou de simple condition, entre compacité et durabilité. Mais nous avons produit et testé un ensemble d'indicateurs qui rendent compte, pour un ensemble varié de villes européennes, de la plus ou moins grande pression exercée par les villes sur leur espace environnant, à travers des mesures systématiques de leur empreinte bâtie.

En proposant plusieurs mesures de la compacité urbaine à des échelles variables, cette recherche offre un premier cadre à la comparaison de l'emprise physique des villes à l'échelle européenne, du moins pour un échantillon des plus grandes villes. La confrontation de ces mesures et leur application à un grand nombre de villes (allant de quelques dizaines à une centaine, selon les analyses) se situent dans la question extrêmement complexe de la diversité des formes urbaines et des facteurs de cette diversité. Les mesures de compacité permettent de tester des hypothèses très générales, mais souvent reprises, sur la diversité des rapports de la ville à l'espace en Europe, et par là même, constituent un jalon pour aborder la question des déterminants des formes urbaines, qu'il faudrait bien évidemment compléter à l'aide d'autres indicateurs. Cette analyse a été conduite selon une approche simple en apparence, puisqu'elle privilégie l'analyse morphologique par rapport à l'étude fonctionnelle et se place dans un

cadre statique et non dynamique. Cependant, elle n'en soulève pas moins un certain nombre de difficultés, tant méthodologiques que dans l'interprétation des résultats, et cela d'autant plus qu'elle s'inscrit dans le champ très peu exploré de l'évaluation comparée des formes urbaines européennes.

Le recours à l'image CORINE Land cover, qui offre une cartographie harmonisée et exhaustive des modes d'occupation du sol en Europe, nous a permis de compléter les éclairages donnés habituellement. Ces derniers sont plus partiels, soit parce qu'ils étudient des formes urbaines de manière précise mais aussi fragmentée (par exemple à l'aide d'images plus détaillées mais qui portent sur une seule agglomération), soit parce qu'à l'échelle européenne, ils ne considèrent les formes urbaines qu'à travers la seule source qui était jusqu'à présent accessible, celle des densités de population et de l'étendue des villes, appréciées à travers le filtre de mailles statistiques très hétérogènes (et aussi pour des définitions souvent non harmonisées des entités urbaines multicommunales). Nous avons montré que cette source inédite pouvait être manipulée avec une certaine facilité pour des comparaisons internationales, même si sa mise en œuvre concrète soulève encore des difficultés de calage et de couplage avec d'autres sources d'information. Par rapport à d'autres images satellitaires plus précises, mais considérablement plus coûteuses, il nous semble que CORINE offre une représentation des espaces bâtis pertinente pour des comparaisons d'échelle européenne et qui se prête relativement bien à des croisements avec d'autres sources pour l'étude des formes urbaines. Certes, les interprétations ne sauraient outrepasser les limites de la source CORINE, notamment en termes de résolution.

La première confrontation des formes, menée sur un échantillon d'une centaine d'agglomérations de plus de 200 000 habitants, s'est inscrite dans l'étude classique de l'emprise spatiale des villes. On a distingué une emprise absolue, mesurée par les superficies occupées par les villes, et une emprise relative, mesurée par leur densité moyenne de population. Les indicateurs obtenus à partir des mesures de surface urbanisée ou du croisement entre surface urbanisée et population ont été systématiquement confrontés aux mesures habituelles de superficie et de densité qui s'appuient sur les entités hétérogènes des maillages administratifs. Ces confrontations ont montré que les ordres de grandeur relatifs de l'étendue des agglomérations étaient globalement conservés, même si dans le détail, des changements importants dans les positions relatives sur les échelles de superficies et de

densités soulignaient le caractère plus réaliste de l'information tirée de l'image CORINE. En revanche, la distribution des densités nettes de population, évaluées à partir de CORINE, est très différente de celle soulignée par les densités « brutes », estimées d'après les superficies des maillages administratifs. Ce résultat nous semble important dans la mesure où, jusqu'ici, les indicateurs de densité nette étaient habituellement réservés au domaine de la planification ou des études locales. A l'appui de ces mesures plus fines, nous avons pu tester et vérifier un certain nombre d'hypothèses relatives à la distribution spatiale des emprises du bâti, correspondant à des villes plus ou moins compactes ou dispersées. Nous avons d'abord considéré l'influence de la population des agglomérations sur les différents degrés d'emprise spatiale. Alors que ce facteur, pourtant banal, est rarement pris en compte dans les études de dimension européenne, même si sa pertinence a été éprouvée dans des cadres nationaux, il s'avère que l'étendue des surfaces urbanisées dépend très étroitement de la masse démographique de l'agglomération. En revanche, les densités de population mesurées à partir des surfaces urbanisées montrent une relation beaucoup plus ténue avec la taille des villes. Cette faible relation n'est pas seulement due à la prise en compte de cadres nationaux différents. L'éclairage complémentaire fourni par nos analyses sur les agglomérations françaises montre que les densités nettes restent indépendantes de la taille des villes, et cela quelque soit le niveau hiérarchique considéré. Au-delà des différences introduites par les inégalités de taille démographique, on s'est interrogé sur les facteurs de la variation de ces densités. Malgré la variété des contextes nationaux et des situations locales, on a pu vérifier l'existence générale d'un gradient de compacité urbaine, qui tend à renforcer les densités du nord vers le sud de l'Europe, à l'échelle des agglomérations, et mieux apprécier les écarts à ce gradient général, qui sont liés par exemple à des politiques nationales très impliquées dans la maîtrise de l'étalement urbain.

Alors que la plupart des définitions de la compacité urbaine s'en tiennent à l'évaluation de cette emprise spatiale, nous avons jugé essentiel de compléter cette première approche de la compacité morphologique des agglomérations par une approche qui s'attache davantage à la configuration de la tache urbaine dessinée par l'agglomération bâtie, et aux formes prises par son extension. L'identification de la tache urbaine à partir de CORINE Land cover s'est bien prêtée à la reconnaissance de différentes configurations spatiales, à l'aide d'indices de forme dont la combinaison a permis de proposer un classement en fonction de leur degré d'élongation, de leur degré de digitation, et plus difficilement, en fonction de leur degré

d'indentation dans le détail. Cette approche a permis en premier lieu d'engager une démarche de délimitation des agglomérations à partir de l'image CORINE Land cover, en discutant des critères de discontinuité du bâti et de leur adaptation à la résolution moyenne de l'image. Les configurations obtenues offrent une approximation robuste des contours de l'agglomération, même si elles ne peuvent être strictement comparées aux méthodes plus précises de délimitation statistique, en raison de la sous-estimation importante de l'urbanisation linéaire par la source CORINE. Au-delà de la question de l'identification des taches urbaines, nous nous sommes intéressés à la reconnaissance de différents types de configurations spatiales. Cette question est importante à plusieurs titres : d'abord parce qu'il s'agit d'une dimension très peu souvent étudiée à cette échelle ; ensuite parce que nous avons montré l'intérêt d'indices de forme suffisamment simples pour être appliqués à un large échantillon de villes, et qui permettent de bien différencier les configurations des taches urbaines lorsqu'ils sont combinés entre eux (alors que ces indices sont le plus souvent utilisés individuellement). Nous avons tenté d'explorer plus avant les résultats de cette classification en cartographiant les grands types morphologiques, alors que la plupart des études utilisant des indices de forme vont rarement au-delà de la mesure des formes.

Nous devons surtout insister sur l'intérêt de la classification des agglomérations à partir de cette double dimension de leur compacité morphologique, qui combine des niveaux d'emprise spatiale du bâti et différents types de configuration spatiale. Ces deux dimensions, l'une plus quantitative, l'autre plus qualitative, viennent s'enrichir mutuellement pour restituer remarquablement la diversité des formes urbaines dans l'espace européen. En particulier, la diversité observée correspond bien aux différences des caractéristiques physiques des sites urbains.

En faisant abstraction du cadre des circonscriptions administratives des agglomérations, mais en conservant l'idée d'une analyse des formes bâties à partir d'un centre, nous avons obtenu deux résultats très encourageants. D'une part, sur le plan théorique, nous avons pu constater la prégnance du modèle du champ urbain pour qualifier les formes des villes européennes. Toutes les villes présentent en effet, au-delà d'une zone très saturée en terrains artificialisés près de leur centre, un remarquable gradient de dilution des surfaces bâties, qui témoigne de la puissance organisatrice de la centralité urbaine, et de la prégnance du facteur d'accessibilité au centre dans la distribution des espaces investis par les constructions. Même si ce gradient

peut présenter des variations dans son intensité, la forme du champ urbain traduit toujours par une nette discontinuité dans l'espace la limite entre une nappe de bâti très fortement polarisée par le centre, et une zone externe où les inégalités d'accessibilité selon la distance au centre ne se manifestent plus par des différences aussi prononcées dans l'intensité de l'occupation du sol. Cette persistance est remarquable, après plus de trente années de déploiement des processus d'étalement urbain. Il faudrait pouvoir conduire des études à plusieurs dates pour vérifier si cette césure correspond à deux phases distinctes de l'extension des villes, entre le bâti en continuité des agglomérations et les constructions plus diffuses des couronnes péri-urbaines, et si elle continuera à s'inscrire au sol comme telle, ou bien si ce point d'inflexion dans la vigueur du gradient se déplace au cours du temps vers l'extérieur, reflétant l'intégration progressive des périphéries dans le champ d'influence urbaine de plus forte intensité. Nous avons aussi constaté qu'un gradient de forme linéaire rendait mieux compte des variations des proportions de la surface bâtie, alors que dans la littérature géographique ou d'économie spatiale, les distributions des densités de population étaient plus souvent mieux représentées par des gradients exponentiels ou selon des fonctions puissance de la distance au centre. Il reste que, sur le plan pratique, cette simple mesure du gradient de l'intensité de l'occupation par les sols artificialisés en fonction de la distance au centre pourrait constituer une méthode simple, pour la délimitation des agglomérations urbaines, au moins en première approximation. En effet, nous avons montré que le point d'inflexion des courbes de gradient correspond le plus souvent à l'extension spatiale des agglomérations urbaines, définies par la continuité du bâti.

Enfin, en faisant abstraction de la notion de centre, nous avons constaté qu'il était possible de représenter les formes de l'organisation spatiale du peuplement, en les généralisant. D'une part, l'application d'un lissage par calcul de potentiel, qui tient compte de la présence d'autres zones bâties dans un certain voisinage, nous a permis de définir une emprise potentielle du bâti. Cette emprise pourrait apporter une mesure de la pression exercée par les zones bâties sur leur environnement. D'autre part, la variation de la portée des voisinages offre un filtrage de la structure hiérarchique du peuplement, décomposée en différentes composantes d'échelle. Nous avons montré que les images ainsi obtenues pour le bâti apportaient sensiblement la même information que celles calculées pour des densités de population, attestant de la fiabilité et de la cohérence de l'information sur les surfaces bâties de l'image

CORINE pour l'analyse ou la visualisation des structures du peuplement à l'échelle des grandes régions européennes.

En conclusion de ce travail, nous voulons en situer la portée, dans une perspective d'analyse comparée des formes des villes européennes. Tout d'abord, il faut répéter que les mesures proposées n'ont aucune valeur normative, par rapport à la question de la ville compacte. Il est certain qu'on n'apporte pas là de réponse opérationnelle, mais l'étude offre un cadre à l'observation et à la réflexion, qui pourra prendre une autre dimension avec l'étude temporelle permise par la publication prochaine d'une nouvelle couverture de CORINE. La confrontation avec les nouvelles données permettra sans doute de répondre à un certain nombre de questions actuellement posées en Europe à ce sujet.

En outre, il nous semble que, même si l'urgence est aujourd'hui de développer des définitions comparables pour les aires urbaines fonctionnelles, la source CORINE apporte une solution pratique et peu coûteuse à l'établissement d'une délimitation comparable des agglomérations en Europe, qui reste de toutes façons nécessaire pour l'identification des pôles des aires urbaines. De plus, une analyse temporelle pourrait permettre d'affirmer plus fermement des résultats que nous n'avons pu qu'esquisser, quant à la forme et à l'extension du gradient le plus externe du bâti urbain, et à ses rapports avec les formes contemporaines de la péri-urbanisation. Sur un plan plus technique, nous avons noté aussi la difficulté de rapprocher les données de CORINE de celles de la population lorsqu'il s'agit de mesurer des densités nettes, à cause de l'absence de zones bâties identifiées dans un certain nombre d'unités locales pourtant peuplées, la question ne peut pas toujours être correctement résolue.

Enfin, parmi les questionnements qui ont émergé au cours de notre travail, deux d'entre eux nous semblent particulièrement importants. Le premier prolonge l'approche comparative et s'attacherait à mettre en lumière et à expliquer la diversité des formes urbaines rencontrées, que nous ne sommes pas toujours parvenue à expliquer. Il faudrait pour cela de plus amples investigations à partir de matériaux locaux, voire de véritables monographies. Le second porte sur l'exploration des liens qui peuvent exister entre formes du bâti et formes de mobilité. En particulier, chaque type de forme correspond-il à un modèle spécifique d'interactions ? Plus qu'une conclusion, cette thèse ouvre bien des perspectives, qui dépassent largement le seul cadre de la morphologie urbaine.

ANNEXES

Annexe 2.1. La correction du dictionnaire de correspondance entre les données statistiques de la base SIRE et le fond cartographique de la base SABE (1990)

Annexe 2.2. Les paramètres du recalage géométrique de l'image CORINE Land cover

Annexe 4.1. La stabilité des classifications en fonction du choix des indices de forme

Annexe 5.1. Résultats de l'ajustement de la fonction exponentielle à la partie décroissante des gradients de bâti

Annexe 5.2. La mesure de la qualité du double ajustement linéaire

Annexe 5.3. Résultats du double ajustement linéaire appliqué aux gradients d'emprise du bâti

Annexe 5.4. La stabilité du double ajustement linéaire selon la portée maximale des gradients

Annexe 5.5 (a, b et c). L'ajustement des gradients à un double régime de décroissance linéaire

Annexe 5.6. Résultats de l'ajustement du gradient des surfaces bâties cumulées

Annexe 5.7. Les différentes étapes de la mise en œuvre du lissage

ANNEXE 2.1. LA CORRECTION DU DICTIONNAIRE DE CORRESPONDANCE ENTRE LES DONNEES STATISTIQUES DE LA BASE SIRE ET LE FOND CARTOGRAPHIQUE DE LA BASE SABE (1990)

Le dictionnaire créé par Eurostat pour faire le lien entre les données statistiques et le fond cartographique se présente comme une table de correspondance entre le code « cartographique » (code appelé « SHN » dans la base SABE de Megrin) et le code « statistique » (code appelé « Codcom » dans la base SIRE d'EUROSTAT) de chaque unité NUTS 5 (Eurostat, 1998).

Tableau 2A.1. L'état du dictionnaire de correspondance après correction (1990)

Pays	Nombre d'unités NUTS 5 dans le fond SABE91*	Nombre de lacunes restantes après correction du dictionnaire
Allemagne	15249	4069 (dont seulement 6 lacunes dans l'ex-RFA)
Autriche	2330	0
Belgique	589	0
Danemark	276	1
Espagne	8164	1
Finlande	455	0
France	36549	5
Irlande	3439	3439
Italie	8085	0
Luxembourg	119	0
Portugal	4018	13
Pays-Bas	637	1
Royaume-Uni	9475 (Grande-Bretagne) 582 (Irlande)	2 (Angleterre) 264 (Ulster) Toute l'Irlande et toute l'Ecosse
Suède	284	0

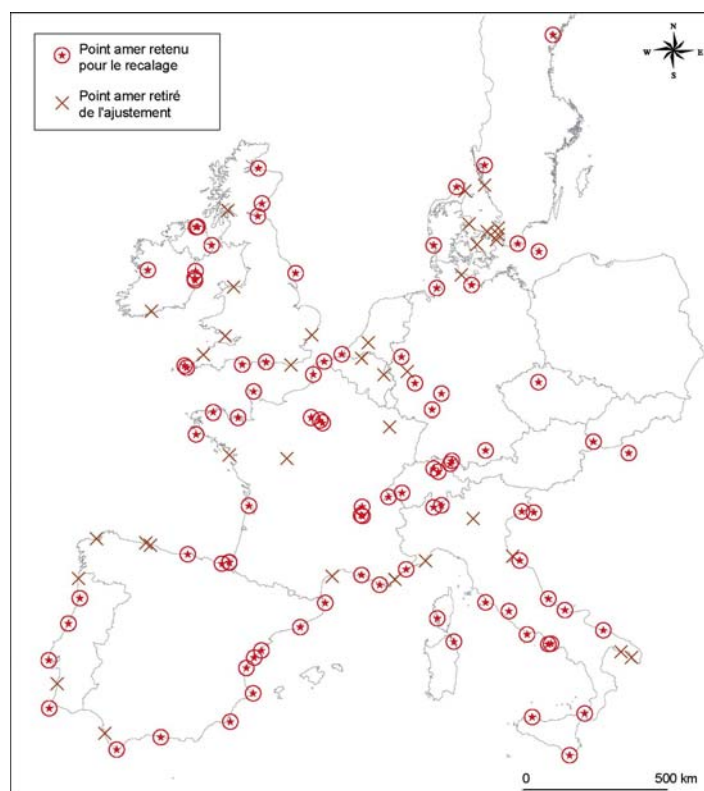
* après les opérations d'agrégation du fond

Cette table comporte dans son format d'origine un grand nombre d'erreurs, puisque les codes cartographiques qui y sont reportés ne correspondent pas toujours aux codes du fond SABE, de même que les codes statistiques ne renvoient pas systématiquement aux codes spécifiés dans la base SIRE. Il s'agit parfois d'erreurs effectuées dans un ou plusieurs caractères du code, de manière plus ou moins systématique (la même erreur étant répétée pour une région entière). Dans de nombreux cas, les problèmes de correspondance ont nécessité, pour être résolus, d'agréger plusieurs unités du fond en fonction des données, ou plusieurs unités de la base SIRE en fonction d'une seule unité cartographique. Les erreurs les plus complexes à résoudre ont nécessité de contacter des instituts et des experts nationaux, ainsi que de croiser ces bases avec d'autres sources. Nous avons pu ainsi rétablir la grande majorité des correspondances. Si la compatibilité des bases SABE et SIRE s'est *a priori* améliorée dans les versions ultérieures, ce problème de correspondance rend particulièrement difficile la réalisation d'études rétrospectives qui prendraient en compte les données de 1980.

ANNEXE 2.2. LES PARAMETRES DU RECALAGE GEOMETRIQUE DE L'IMAGE CORINE LAND COVER

Le recalage géométrique d'une image en fonction d'un autre fond suppose la déformation de cette image à partir d'un certain nombre de points de contrôle ou points de calage. Compte tenu du caractère irrégulier du décalage géométrique observé entre l'image CORINE et le fond cartographique SABE, nous n'avons pu rectifier l'image CORINE à partir d'une simple translation géométrique et avons dû appliquer une transformation plus complexe, non linéaire, reposant sur un polynôme du troisième degré (Collet, 1992). L'échantillonnage spatial des 91 points de contrôle sélectionnés a suivi la plupart du temps les lignes de côtes, en respectant dans la mesure du possible une distribution régulière. La qualité de la rectification géométrique ainsi obtenue a été jugée satisfaisante dans la mesure où le décalage moyen observé au niveau des points amers, ramené à 183 m, était inférieur à la taille du pixel dans l'image CORINE (250 m de base). La figure ci-dessous signale la localisation des points de contrôle retenus ainsi que celle des points qui ont été écartés du recalage car l'écart observé à leur hauteur demeurerait trop important après les premiers essais de rectification de l'image.

Figure 2A.1. Les points amers du recalage de l'image CORINE Land cover en fonction du fond administratif SABE



Sources : AEE (1996), Megrin (1991).

ANNEXE 4.1. LA STABILITE DES CLASSIFICATIONS EN FONCTION DU CHOIX DES INDICES DE FORME

Plusieurs classifications automatiques ont été conduites afin de tester la stabilité des typologies produites par les indices de forme. Nous avons pour cela comparé les résultats de chaque classification deux à deux. Cette confrontation nous a amené à retenir tous les indices à l'exception de I4, dont le retrait ne provoquait que des modifications mineures (toutes les villes se retrouvant dans la diagonale de la matrice de transition, et seules 5 villes changeant de classe). Dans l'ensemble, nous devons insister sur la stabilité des classifications établies, même si le retrait d'autres indices, comme I3 et I5 d'une part (matrice de transition (1)), ou comme I6 d'autre part (matrice de transition (2)), modifie plus sensiblement la composition des types de villes compactes ou peu compactes.

(1) Matrice de transition entre la classification effectuée sur tous les indices (CAH 6) et la classification excluant I3 et I5 (CAH 4)

CAH6 CAH4	Très indentée	Très étirée	Profil moyen : peu compacte, mais contour régulier	Très compacte et très ramassée, un peu indentée	Plutôt circulaire mais assez digitée	Forte compacité et périmètre très régulier
Très digitées et très indentées	<i>Milan Stuttgart Barcelone</i>					
Etirées mais fort remplissage discal		<i>Malaga Palerme Rhin-R. Ctr Rotterdam Dresde</i>	<i>La Haye Lille</i>		<i>Madrid</i>	<i>Amsterdam</i>
Etirées, mais périmètre régulier			<i>Florence Catane</i>			
Profil moyen de non compacité	<i>Nice Marseille Francfort Breme Valence</i>	<i>Bari Genes Rhin-R.-wuppert Rhin -R-Cologne Bilbao</i>			<i>Naples Saragosse Lisbonne</i>	
Compactes à tout point de vue, surtout fort degré de remplissage				<i>Munich Londres Bordeaux Paris</i>		<i>Rome Nantes</i>
Compactes mais digitées				<i>Toulouse</i>	<i>Seville Bologne Nuremberg Berlin Hambourg Hanovre Lyon</i>	<i>Turin Bielefeld Porto Mannheim</i>

(2) Matrice de transition entre la classification effectuée sur tous les indices (CAH 6) et une classification sans I6 (CAH 5)

CAH6	Très indentée	Très étirée	Profil moyen : peu compacte, mais contour régulier	Circulaire et très ramassée, mais indentée	Plutôt circulaire mais assez digitée	Forte compacité et périmètre très régulier
CAH5						
Très indentée, excroissances très étirées	<i>Milan Nice Barcelone Stuttgart Valence</i>		<i>Lille</i>			
Très étirée, excroissances plus massives	<i>Francfort Breme Marseille</i>	<i>Rhin-R. Ctr Rhin-R.-wuppert Rhin -R-Cologne Malaga Palerme</i>				
Profil moyen : étirée, mais périmètre régulier		<i>Dresde</i>			<i>Bologne Naples Madrid Lisbonne Saragosse Nuremberg</i>	
Très étirée mais périmètre régulier		<i>Bari Genes Rotterdam Bilbao</i>	<i>Catane Florence La Haye</i>			
Circulaire et très ramassée, mais indentée				<i>Munich Londres Bordeaux Paris Toulouse</i>	<i>Seville Berlin Hambourg</i>	
Forte compacité, contour très régulier et degré de remplissage très élevé					<i>Hanovre Lyon</i>	<i>Rome Bielefeld Nantes Porto Amsterdam Mannheim Turin</i>

ANNEXE 5.1. RESULTATS DE L'AJUSTEMENT DE LA FONCTION EXPONENTIELLE A LA PARTIE DECROISSANTE DES GRADIENTS DE BATI

Villes	Largeur « plateau » central (km)	Paramètres de l'ajustement de forme exponentielle		
		Pente	Constante	R ²
Amsterdam	4	-0,11	134,6	0,62
Barcelone	5	-0,08	99,4	0,91
Bari	1	-0,19	124,3	0,98
Berlin	6	-0,16	168,6	0,98
Bielefeld	1	-0,10	196,3	0,97
Bilbao	1	-0,21	126,9	0,82
Bologne	1	-0,39	138,5	0,95
Bordeaux	2	-0,17	138,4	0,97
Breme	2	-0,24	136,9	0,98
Catane	2	-0,16	142,8	0,97
Dresde	2	-0,17	146,4	0,97
Florence	1	-0,28	133,1	0,96
Francfort	2	-0,08	99,1	0,90
Hambourg	5	-0,11	181,6	0,97
Hanovre	1	-0,13	126,4	0,90
Leipzig	1	-0,16	134,6	0,90
Lille	1	-0,07	97,1	0,77
Lisbonne	2	-0,12	132,4	0,99
Londres	15	-0,08	290,1	0,87
Lyon	4	-0,13	186,3	0,97
Madrid	4	-0,15	186,0	0,95
Mannheim	2	-0,13	114,3	0,88
Marseille	3	-0,15	171,0	0,85
Milan	4	-0,07	112,4	0,91
Munich	4	-0,15	200,1	0,96
Nantes	1	-0,17	130,6	0,95
Naples	2	-0,09	115,7	0,93
Nice	1	-0,15	116,9	0,91
Nuremberg	2	-0,18	153,7	0,96
Palerme	2	-0,26	194,8	0,95
Paris	10	-0,07	229,0	0,98
Porto	1	-0,20	120,4	0,96
Rotterdam	5	-0,07	92,6	0,72
Saragosse	1	-0,39	162,3	0,95
Seville	3	-0,34	248,8	0,93
Stuttgart	1	-0,08	87,0	0,90
Toulouse	2	-0,19	162,8	0,98
Turin	1	-0,15	127,9	0,98
Valence	2	-0,17	112,0	0,89

Source : AEE (1996).

ANNEXE 5.2. LA MESURE DE LA QUALITE DU DOUBLE AJUSTEMENT LINEAIRE

La qualité du double ajustement linéaire a été définie à partir de la dispersion des valeurs d'emprise du bâti de part et d'autre des deux droites d'ajustement. Elle résulte du rapport entre les sommes pondérées des variances expliquées par chacun des deux ajustements d'une part, et les sommes pondérées des variances observées d'autre part. Ainsi, la mesure de la qualité globale d'ajustement s'exprime de la manière suivante :

$$R^2 = \frac{n_1.V(\hat{y}_1) + n_2.V(\hat{y}_2)}{n_1.V(y_1) + n_2.V(y_2)}$$

Où :

- n_1 correspond au nombre d'observations prises en compte dans le premier ajustement (gradient central) et n_2 au nombre d'observations prises en compte dans le second ajustement (gradient périphérique).
- $V(y_1)$ est la variance observée par l'ajustement du gradient central et $V(y_2)$ la variance observée par l'ajustement du gradient périphérique ;
- $V(\hat{y}_1)$ est la variance expliquée sur le gradient central et $V(\hat{y}_2)$ la variance expliquée sur le gradient périphérique.

Ce coefficient est inférieur ou égal à 1. La contribution respective de chacun des ajustements au calcul de ce coefficient a été pondérée par le nombre d'observations prises en compte. Toutefois, on observe que la qualité globale d'ajustement est avant tout déterminée par l'ajustement réalisé sur la première droite puisque par construction, la variation de l'emprise du bâti est beaucoup plus importante dans les premiers kilomètres que lorsque l'on s'éloigne du centre.

ANNEXE 5.3. RESULTATS DU DOUBLE AJUSTEMENT LINEAIRE APPLIQUE AUX GRADIENTS D'EMPRISE DU BATI*

Villes	Distdeclin	a central	a periph	Xinter	Yinter	R ² central	R ² periph	R ² total
Amsterdam	4	-9,4	-0,2	12,2	18,8	0,97	0,26	0,93
Barcelone	5	-7,7	-0,5	11,9	24,3	0,93	0,72	0,83
Bari	1	-8,1	-0,2	11,1	7,4	0,93	0,44	0,92
Berlin	6	-6,0	-0,4	20,7	16,1	0,97	0,69	0,96
Bielefeld	1	-13,1	-0,2	7,6	13,5	0,94	0,23	0,91
Bilbao	1	-12,0	-0,2	6,7	6,3	0,70	0,50	0,69
Bologne	1	-12,6	-0,1	8,4	5,4	0,98	0,16	0,97
Bordeaux	3	-7,4	-0,2	14,9	5,4	0,98	0,44	0,98
Breme	2	-11,2	-0,5	9,2	15,9	0,96	0,60	0,90
Catane	1	-9,0	-0,5	10,9	14,6	0,93	0,48	0,88
Dresde	2	-9,6	-0,3	10,8	11,3	0,96	0,68	0,95
Florence	1	-14,2	-0,2	6,9	8,2	0,95	0,58	0,94
Francfort	2	-8,6	-0,6	9,9	28,4	0,97	0,77	0,90
Hambourg	5	-5,8	-0,2	19,8	10,1	0,97	0,46	0,95
Hanovre	1	-8,0	-0,1	12,8	10,8	0,93	0,20	0,92
Leipzig	1	-9,8	-0,1	11,0	8,9	0,97	0,11	0,95
Lille	1	-7,2	-0,1	12,5	19,7	0,99	0,08	0,95
Lisbonne	2	-5,4	-0,2	17,7	7,1	0,96	0,55	0,95
Londres	15	-6,3	-0,2	27,4	17,3	0,98	0,55	0,91
Lyon	4	-7,8	-0,3	15,4	12,5	0,96	0,54	0,95
Madrid	4	-10,9	-0,4	11,9	15,6	0,95	0,69	0,90
Mannheim	2	-10,9	-0,5	8,9	21,0	0,98	0,72	0,94
Marseille	3	-10,4	-0,2	11,5	15,2	0,92	0,23	0,87
Milan	4	-6,4	-0,5	14,6	24,8	0,95	0,86	0,93
Munich	4	-8,9	-0,2	14,6	11,1	0,98	0,50	0,97
Nantes	1	-8,9	-0,1	11,7	4,7	0,95	0,16	0,95
Naples	2	-7,0	-0,5	13,0	22,9	0,99	0,75	0,93
Nice	1	-11,6	-0,7	8,0	22,0	0,98	0,78	0,95
Nuremberg	2	-12,5	-0,4	9,1	14,0	0,97	0,82	0,96
Palerme	2	-13,8	-0,4	8,2	12,0	0,92	0,63	0,89
Paris	10	-3,8	-0,1	33,2	9,1	0,96	0,65	0,95
Porto	1	-10,4	-0,1	9,1	7,2	0,97	0,34	0,95
Rome	4	-8,9	-0,3	14,0	13,4	0,98	0,65	0,95
Rotterdam	5	-8,3	-0,3	12,0	21,5	0,84	0,36	0,74
Seville	3	-19,8	-0,4	6,8	12,5	0,94	0,61	0,88
Stuttgart	1	-6,0	-0,4	11,5	21,0	0,85	0,69	0,82
Toulouse	2	-9,5	-0,3	11,8	6,6	0,95	0,56	0,95
Turin	1	-8,4	-0,2	11,9	8,9	0,99	0,55	0,97
Valence	2	-4,9	-0,2	13,0	9,3	0,70	0,68	0,70
<i>moyenne</i>	<i>2,8</i>	<i>-9,2</i>	<i>-0,3</i>	<i>12,4</i>	<i>15,2</i>	<i>0,94</i>	<i>0,53</i>	<i>0,91</i>
<i>min</i>	<i>1,0</i>	<i>-19,8</i>	<i>-2,0</i>	<i>6,7</i>	<i>4,7</i>	<i>0,70</i>	<i>0,08</i>	<i>0,69</i>
<i>max</i>	<i>15,0</i>	<i>-3,8</i>	<i>-0,1</i>	<i>33,2</i>	<i>75,3</i>	<i>0,99</i>	<i>0,86</i>	<i>0,98</i>
<i>ecartype</i>	<i>2,7</i>	<i>3,1</i>	<i>0,3</i>	<i>5,4</i>	<i>11,5</i>	<i>0,07</i>	<i>0,21</i>	<i>0,07</i>
<i>CV</i>	<i>0,9</i>	<i>0,3</i>	<i>0,9</i>	<i>0,4</i>	<i>0,8</i>	<i>0,08</i>	<i>0,39</i>	<i>0,08</i>

Source : AEE (1996).

Distdeclin	Distance au centre à partir de laquelle la part d'espace bâti commence à décliner (km)
a_central	Pente de la première droite d'ajustement
a_periph	Pente de la seconde droite d'ajustement
Xinter	Coordonnées en abscisse du point d'intersection entre les deux droites d'ajustement (km)
Yinter	Coordonnées en ordonnée du point d'intersection entre les deux droites d'ajustement (en %)
R ² central	Qualité d'ajustement sur la première droite
R ² periph	Qualité d'ajustement sur la seconde droite
R ² total	Qualité globale d'ajustement

* Ces ajustements sont réalisés sur des gradients dont la portée dépend de la population de l'agglomération centrale -délimitation Géopolis- (voir section 5.2) :

- 40 km pour les villes dont l'agglomération centrale comprend entre 500 000 et 1 000 000 d'habitants,
- 50 km pour celles comprises entre 1 000 000 et 2 000 000 d'habitants,
- 60 km pour celles comprises entre 2 000 000 et 5 000 000 d'habitants,
- 100 km pour celles comprises entre 5 000 000 et 10 000 000 d'habitants.

ANNEXE 5.4. LA STABILITE DU DOUBLE AJUSTEMENT LINEAIRE SELON LA PORTEE MAXIMALE DES GRADIENTS

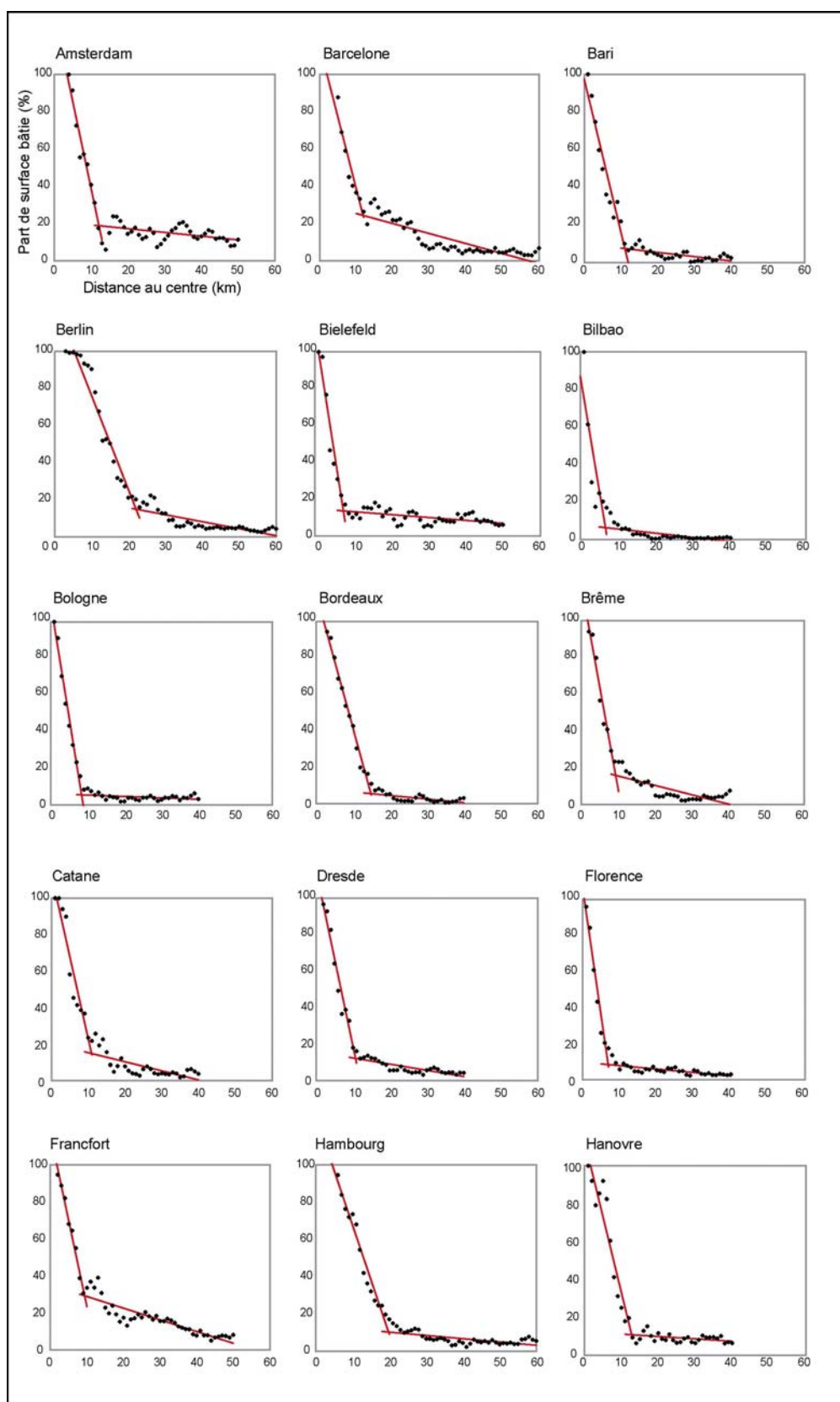
Afin de tester la stabilité de l'ajustement en fonction de la portée retenue, les résultats de chaque ajustement ont été systématiquement comparés aux résultats obtenus pour des gradients de plus ou moins 10 km de portée (**Tableau A5.1**). Les écarts observés entre les ajustements réalisés pour des portées immédiatement supérieures et inférieures sont minimes pour certains paramètres. La pente du gradient central reste par exemple très stable : en moyenne plus forte de 5% lorsque la portée du gradient est réduite de 10 km, elle est, dans l'ensemble, moins forte de 1% lorsque cette portée est au contraire allongée de 10 km. Dans les deux tiers des villes, ces valeurs sont strictement équivalentes. Les écarts les plus significatifs, peu nombreux, ont rarement une amplitude de plus de 30%. Cette stabilité caractérise également l'abscisse du point d'intersection, ou portée du gradient central. Cette portée est en moyenne plus courte de 6% pour un gradient tronqué de 10 km, et en moyenne plus élevée de 6% pour un gradient allongé de 10 km. Si on retire La Haye de l'analyse, du fait de son profil très irrégulier, ces écarts sont déjà réduits de moitié et n'apparaissent plus importants que pour Rotterdam et Valence. Dans près de 9 villes sur 10, ces écarts ne dépassent pas 5%. En revanche, la pente du gradient inférieur et l'ordonnée du point d'intersection sont bien plus sensibles à la variation des portées, du fait de la plus forte irrégularité de l'emprise du bâti dans les périphéries et de l'influence directe de la diminution ou de l'allongement de la portée maximale du gradient sur cette pente. La pente du gradient inférieur augmente en moyenne de 50% lorsque la portée est tronquée de 10 km et diminue d'un tiers lorsque la portée est allongée.

Tableau A5.1. La stabilité des résultats de l'ajustement selon la portée choisie

Paramètres de l'ajustement	Pente du gradient supérieur		Pente du gradient inférieur		Abscisse du point d'intersection		Ordonnée du point d'intersection	
	Portée -10km	Portée +10km	Portée -10km	Portée +10km	Portée -10km	Portée +10km	Portée -10km	Portée +10km
Ecarts (en %)								
Médiane	0	0	+ 70	-32	-2	+ 1	+ 19	-13
Moyenne	+ 5	-1	+ 57	-35	-6	+ 6	+ 19	-13
Minimum	-7	-21	-348	-116	-93	-1	-39	-36
Maximum	+ 115	+ 13	+ 215	+ 49	+ 3	+ 126	+ 89	+ 3
Coeff. de variation	4,2	4,1	1,8	0,9	2,8	3,5	1,1	0,8

Les moyennes sont calculées sur les 31 villes dont les agglomérations centrales font moins de 2 millions d'habitants

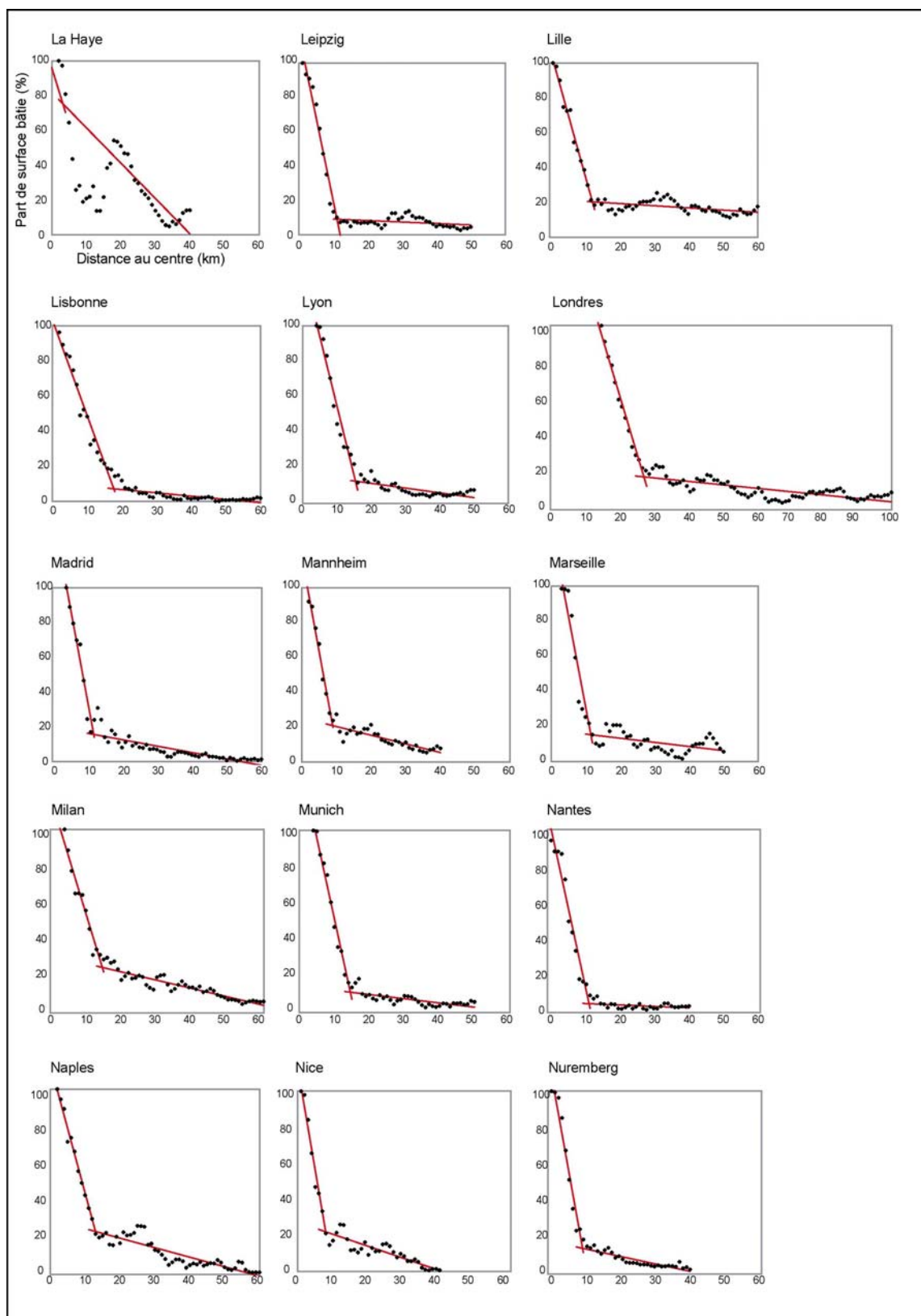
ANNEXE 5.5A. L'AJUSTEMENT DES GRADIENTS A UN DOUBLE REGIME DE DECROISSANCE LINEAIRE



M. Guérois, UMR Géographie-cités, 2003

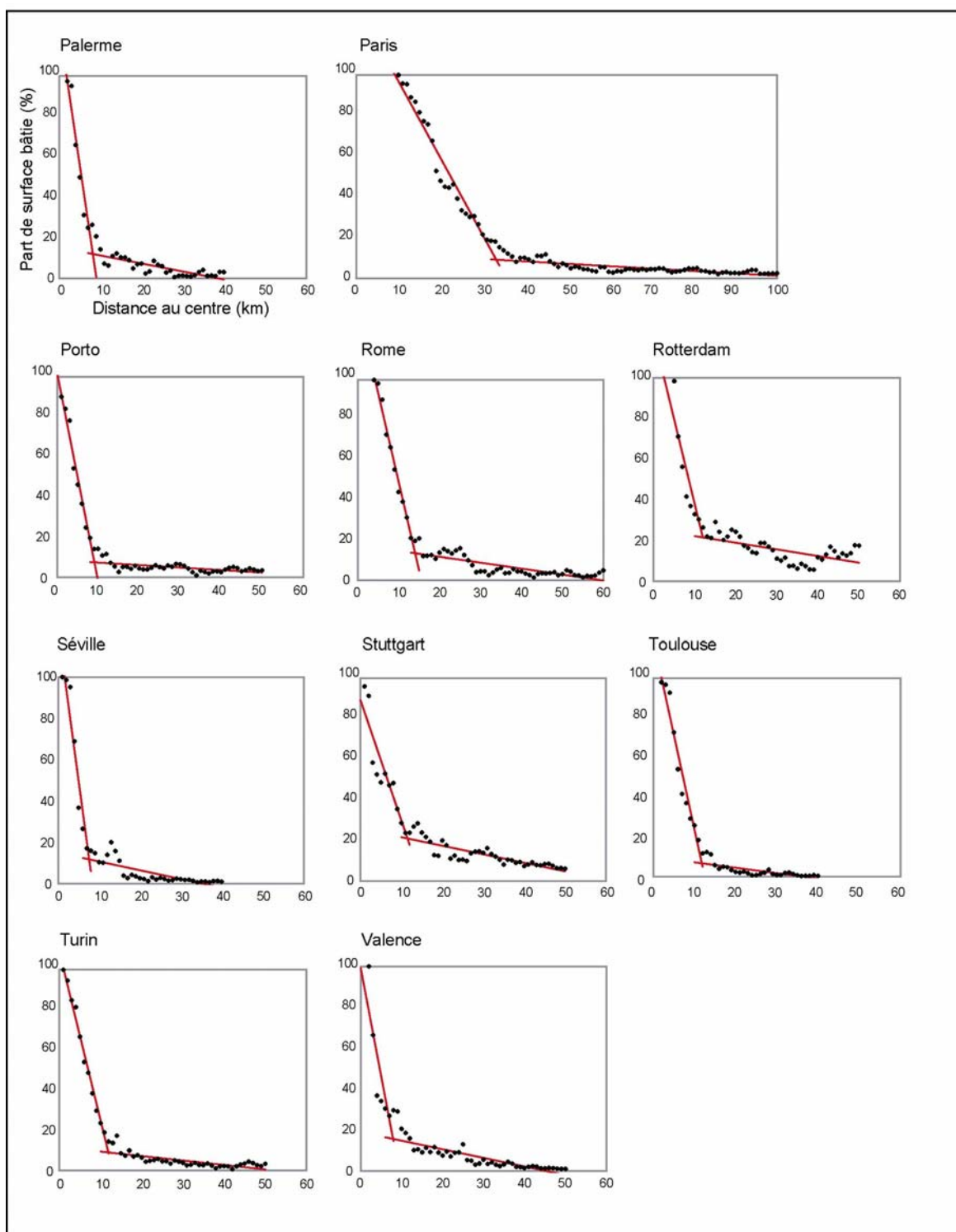
Source : AEE (1996)

ANNEXE 5.5B. L'AJUSTEMENT DES GRADIENTS A UN DOUBLE REGIME DE DECROISSANCE LINEAIRE



Source : AEE (1996)

ANNEXE 5.5C. L'AJUSTEMENT DES GRADIENTS A UN DOUBLE REGIME DE DECROISSANCE LINEAIRE



M. Guérois, UMR Géographie-cités, 2003

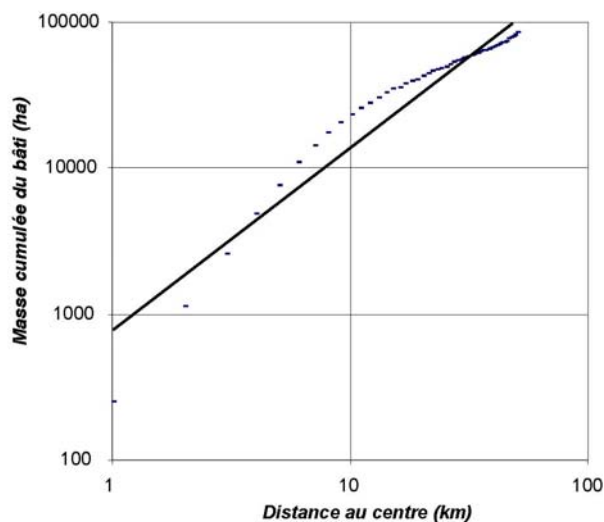
Source : AEE (1996)

ANNEXE 5.6. RESULTATS DE L'AJUSTEMENT DU GRADIENT DES SURFACES BATIES CUMULEES

Résultats de l'ajustement linéaire sur la masse cumulée de bâti (en log)

Villes	Portée (en km)	Pente	Constante	R ²
Amsterdam	50	1,26	745,6	0,97
Barcelone	60	1,11	798,2	0,96
Francfort	50	1,41	552,7	0,99
Hambourg	60	1,23	991,1	0,92
Hanovre	40	1,22	738,5	0,95
Londres	100	1,32	1308,9	0,93
Lyon	50	1,32	737,4	0,93
Madrid	60	1,09	1110,2	0,93
Milan	60	1,37	742,9	0,98
Munich	50	1,12	1147,1	0,92
Naples	60	1,19	640,3	0,96
Paris	100	1,21	1628,2	0,90
Rome	50	1,08	1255,2	0,90
Rotterdam	50	1,33	673,3	0,97
Seville	40	0,94	885,7	0,92
Stuttgart	50	1,38	496,4	0,99
Toulouse	40	0,98	1014,2	0,85
Turin	50	1,02	986,4	0,93
Valence	50	1,01	707,9	0,97

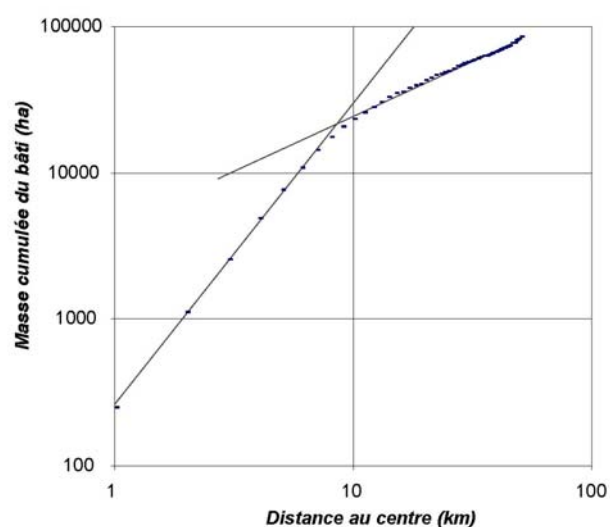
Exemple de Lyon



Résultats du double ajustement linéaire sur la masse cumulée de bâti (en log)

Villes	Portée (en km)	Pente du gradient central	Pente du gradient périph.	R ²
Amsterdam	50	1,91	1,02	0,99
Barcelone	60	1,70	0,88	0,98
Francfort	50	1,90	1,22	1,00
Hambourg	60	1,96	0,65	0,99
Hanovre	40	1,90	0,87	0,98
Londres	100	2,04	0,76	1,00
Lyon	50	2,06	0,76	0,99
Madrid	60	1,91	0,72	0,99
Milan	60	1,93	1,14	1,00
Munich	50	1,97	0,68	1,00
Naples	60	1,75	0,86	0,97
Paris	100	1,97	0,55	0,98
Rome	50	1,88	0,60	0,97
Rotterdam	50	1,96	1,10	0,99
Séville	40	1,59	0,61	0,95
Stuttgart	50	1,68	1,20	1,00
Toulouse	40	1,85	0,38	0,95
Turin	50	1,77	0,67	0,99
Valence	50	1,48	0,80	0,99

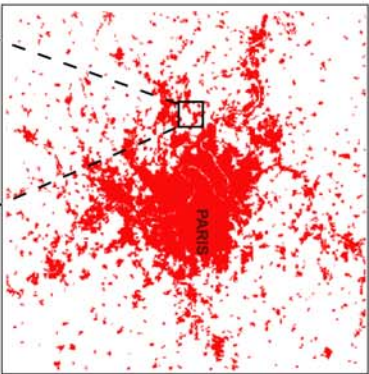
Exemple de Lyon



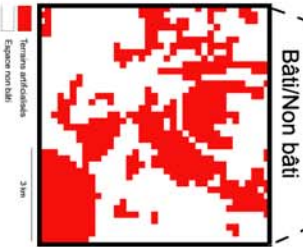
Source : AEE (1996)

ANNEXE 5.7. LES DIFFERENTES ETAPES DE LA MISE EN ŒUVRE DU LISSAGE

Information brute
(Corine Land Cover)

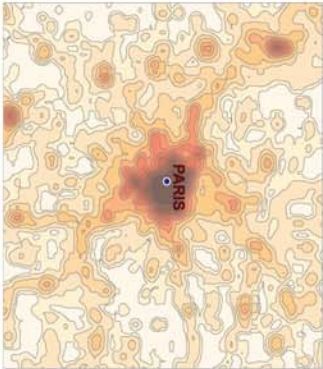


Agrégation
et lissage

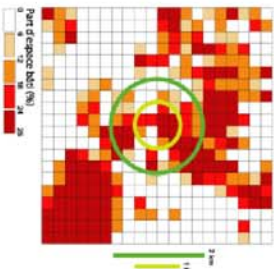


Agrégation

Représentation
cartographique



Part de la superficie bâtie



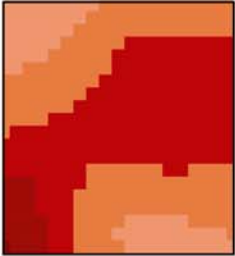
Lissage sur
voisinage 1 km



Emprise potentielle
du bâti

$$Pot_i = \frac{\sum_j F(d_{i,j}) X_j}{\sum_j F(d_{i,j}) S_j}$$

Lissage sur
voisinage 2 km



où
d_{i,j} la distance entre i et j
F est une fonction décrois-
sante de la distance.
X_j est la superficie bâtie en j
S_j est la superficie de j



Effets de bordure:
Quand la portée* du voisinage augmente, le nombre de voisins contribuant au calcul des emprises potentielles des lieux situés en bordure de l'espace diminue. On peut pallier cet effet de bordure en créant une zone tampon, autour de l'espace étudié. Les lieux situés dans cette zonesont utilisés pour les calculs, mais ne sont pas représentés.

* La portée est la distance à partir de laquelle les poids associés aux valeurs des lieux voisins deviennent inférieurs à 0.5

BASES DE DONNEES EXPLOITEES

(Situation de 1990)

1. FOND CARTOGRAPHIQUE EUROPEEN

- MEGRIN, 1991, *SABE - Seamless Administrative Boundaries of Europe*.

2. DONNEES SOCIO-DEMOGRAPHIQUES EUROPEENNES

- EUROSTAT, 1990, *SIRE - European infra-regional information system*.

3. OCCUPATION DU SOL

- AGENCE EUROPEENNE DE L'ENVIRONNEMENT (AEE), 1996, *CORINE Land cover (Europe, fond raster, 250 m)*
- IFEN (INSTITUT FRANCAIS DE L'ENVIRONNEMENT), 1996, *CORINE Land cover (France, format vectoriel)*.

4. DELIMITATION DES AGGLOMERATIONS EUROPEENNES

- MORICONI-EBRARD F., 1994, *Geopolis*.
- NUREC (Network on Urban Research in the European Union), 1994, *Agglomerations in the European Union*.

BIBLIOGRAPHIE GENERALE

1. AEE (AGENCE EUROPÉENNE DE L'ENVIRONNEMENT - JOINT RESEARCH CENTER), 2001, *Towards an urban atlas: assessment of spatial data on 25 European cities and urban areas*, Copenhagen: European Environment Agency, 131 p.
2. AEE (AGENCE EUROPÉENNE DE L'ENVIRONNEMENT), 2001, *Towards agri-environmental indicators*, Topic Report 6, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 133 p.
3. AMSON J.C., 1972, "Equilibrium models of cities. 1. An axiomatic theory", *Environment and Planning*, n°4, pp. 429-444.
4. ASCHER F., 1995, *Metapolis ou l'avenir des villes*, Paris : Editions Odile Jacob, 345 p.
5. ASCHER F., 1999, « Les enjeux sociétaux de la mobilité », *Urbanisme*, hors série n°12, pp. 11-13.
6. ASCHER F., BEAUCIRE F., 2000, « Tous en ville ou la ville partout ? », *Le Monde des débats*, pp. 22-24.
7. AUGÉ M., 1992, *Non-lieux : introduction à une anthropologie de la surmodernité*, Paris : Seuil, 149 p.
8. BAILLY E., 1996, « Position de recherche sur une méthode de détermination d'un contour urbain », *Cybergeographie*, n°10.
9. BAIROCH P., 1977, *Taille des villes, conditions de vie et développement économique*, Paris : Éditions de l'École des hautes études en sciences sociales, 422 p.
10. BARBIER B., 1979, « Urbanisation et consommation d'espace en France », *Hommes et Terres du Nord*, n°2, pp. 7-22.
11. BATTY M., KIM K. S., 1992, "Form follows function: reformulating urban population density functions", in *Urban Studies*, vol. 29, n°7, pp. 1043-1070.
12. BATTY M., LONGLEY P., 1994, *Fractal Cities. A Geometry of Form and Function*, London: Academic Press, 394 p.
13. BAUER G., ROUX J.M., 1976, *La Rurbanisation ou la ville éparpillée*, Paris : Seuil, 189 p.
14. BAUMEISTER R., 1876, *Stadterweiterungen in Technischer, Baupolizeilicher und Wirtschaftlicher Beziehung*, Berlin : Ernest and Korn.
15. BEAUCIRE F., 2000, « Ville et environnement : de l'urbanisme de salubrité au développement urbain durable », *Regards sur l'actualité*, n°260, pp. 67-73.
16. BEGUIN H., 1996, « Faut-il définir la ville ? », in Derycke, Huriot, Pumain (dir.), *Penser la ville. Théories et modèles*, Paris : Anthropos, pp. 301-320.
17. BENEVOLO L., 1993, *La ville dans l'histoire européenne*, Paris : Seuil, 284 p.

18. BERGER M., 1999, « Mobilité résidentielle et navettes domicile-travail en Ile-de-France », *Espace, Populations, Sociétés*, n°2, pp. 207-217.
19. BERROIR S., 1998, *Concentration et polarisation : vers une nouvelle organisation des espaces polarisés*, Thèse de doctorat de l'Université de Paris I, 399 p.
20. BERROIR S., CATTAN N., SAINT-JULIEN TH., 1995, « Densité, concentration et polarisation », *Les Annales de la Recherche Urbaine*, n°67, pp. 42-54.
21. BERRY B. (dir), 1976, *Urbanization and counterurbanization*, Beverly Hills: Sage Publications, 334 p.
22. BESSON L., 2000, « Une nouvelle loi, pour quoi faire ? », in *Etudes Foncières*, n°86.
23. BINARD M., DONNAY J.P., NADASDI I., 1991, « Transcription des usages du sol par le modèle de potentiel », *Mappemonde*, n°3, pp. 27-31.
24. BONNAFOUS A., PLASSARD F., VULIN, B., 1993, *Circuler demain*, Cahier Prospective et territoire n°9, DATAR, La Tour d'Aigues : Éditions de l'Aube, 191 p.
25. BONNAFOUS A., TABOURIN E., 1998, « Modélisation de l'évolution des densités urbaines », in Pumain, Mattei (coord.), *Données urbaines 2*, Paris : Anthropos, pp. 167-180.
26. BONNEL P., 1998, « Politiques de déplacements urbains dans les villes européennes », in Pumain, Mattei (coord.), *Données urbaines 2*, Paris : Anthropos, pp. 127-138.
27. BOOTS B., 1972, "Working notes and bibliography on the study of shape in human geography and planning", *Council of Planning Librarians, Exchange Bibliography*, 346 (with L.P. Lamoureux).
28. BOSSARD M., FERANEC J., OTAHEL J., 2000, *CORINE Land Cover technical guide - Addendum 2000*, Technical Report n°40, Copenhagen: European Environment Agency, 105 p.
29. BOYCE R., CLARK W., 1964, "The concept of shape in geography", *The Geographical Review*, Vol. 54, pp. 561-572.
30. BREHENY M. J., 1992, *Sustainable Development and Urban Form*, London: Pion, 292 p.
31. BRETAGNOLLE A., 1999, *Les systèmes de villes dans l'espace-temps : effets de l'accroissement des vitesses de déplacement sur la taille et l'espacement des villes*, Thèse de doctorat de l'Université de Paris I, 298 p.
32. BRUNDTLAND G.H., 1989, *Notre avenir à tous. La Commission mondiale sur l'environnement et le développement*, Montréal : les Éditions du Fleuve, 432 p.
33. BRUNET R., 1997, « Le développement durable en haut de l'échelle », *Pouvoirs Locaux*, n°34.
34. BUNGE W., 1962, "Theoretical Geography", *Lund Studies in Geography*, Series C, General and Mathematical Geography, n°1, 285 p.
35. BURTON E., 2000, "The Compact City: Just or Just Compact? A Preliminary Analysis", *Urban Studies*, Vol. 37, n°11, pp. 1969-2006.
36. BURTON E., 2002, "Measuring Urban Compactness in UK Towns and Cities", *Environment and Planning B*, Vol. 29, n°2, pp. 219-250.
37. BUSSIERE Y., BONNAFOUS A., BIDEAU A. (dir.), 1993, *Transport et étalement urbain : les enjeux*, Lyon : Les Chemins de la Recherche, Programme Rhône-Alpes pluriannuel de recherches en sciences humaines, n° 13, 349 p.

38. BUSSIERE R., STOVALL T., 1981, *Systèmes évolutifs urbains et régionaux à l'état d'équilibre*, Paris : Centre de Recherche et de rencontres d'Urbanisme, 289 p.
39. CAMAGNI R., GIBELLI M.C. (dir.), 1997, *Développement urbain durable : quatre métropoles européennes à l'épreuve*, La Tour d'Aigues : Éditions de l'Aube, 174 p.
40. CAMAGNI R., GIBELLI M.C., RIGAMONTI P., 2001, « Forme urbaine et mobilité : les coûts collectifs des différentes typologies d'extension urbaine dans l'agglomération milanaise », *Revue d'Economie Regionale et Urbaine*, n°1, pp. 105-140.
41. CARUSO G., 2002, « La diversité des formes de la périurbanisation en Europe », in Perrier-Cornet (dir.), *Repenser les campagnes*, La Tour d'Aigues : Éditions de l'Aube, pp. 67-99.
42. CATIN M., 1994, « Externalités », in Auray, Bailly, Derycke, Huriot (dir.), *Encyclopédie d'Economie Spatiale*, Paris : Economica, pp. 99-104.
43. CATTAN N., PUMAIN D., ROZENBLAT C., SAINT-JULIEN TH., 1999 (2^{ème} éd.), *Le système des villes européennes*, Paris : Anthropos, 197 p.
44. CAUVIN C., RIMBERT S., 1976, *La lecture numérique des cartes thématiques*, Les méthodes de la cartographie thématique, Fascicule 1, Fribourg : Éditions universitaires de Fribourg, 172 p.
45. CDU (CENTRE DE DOCUMENTATION DE L'URBANISME), 1998, *Villes et développement durable*, Paris : Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, 112 p.
46. CDU (CENTRE DE DOCUMENTATION DE L'URBANISME), 2001, *La réhabilitation urbaine*, Paris : Direction générale de l'Urbanisme, de l'Habitat et de la Construction, 336 p.
47. CE (COMMISSION EUROPEENNE), 1990, *Livre vert sur l'environnement urbain*, communication de la Commission au Conseil et au Parlement, Luxembourg : Office des publications officielles des communautés européennes, 82 p.
48. CE (COMMISSION EUROPEENNE), 1993, *CORINE Land cover. Technical guide*, Report EUR 12585EN., Luxembourg: Office for Publications of the European Communities, 144 p.
49. CE (COMMISSION EUROPEENNE), 1996, *Villes durables européennes*, Rapport final, Groupe d'experts sur l'environnement urbain, Bruxelles, <http://europa.eu.int/comm/environment/urban/pdf/exsum-fr.pdf>, 20 p.
50. CE (COMMISSION EUROPEENNE), 1999, *SDEC – Schéma de Développement de l'Espace Communautaire. Vers un développement spatial équilibré et durable du territoire de l'Union européenne*, Luxembourg : Office des publications officielles des communautés européennes, 94 p.
51. CE (COMMISSION EUROPEENNE), 2000, *Towards benchmarking for quality of life in 58 european cities. The urban Audit: the Yearbook, overview and comparative section*, Luxembourg: Office for Publications of the European Communities, 2 vol., 173 p. et 239 p.
52. CERDA I., 1979, *La théorie générale de l'urbanisation*, présentée et adaptée par A. Lopez de Aberasturi d'après le texte original de 1867, Paris : Seuil, 247 p.
53. CERTU (CENTRE D'ETUDES SUR LES RESEAUX, LES TRANSPORTS, L'URBANISME ET LES CONSTRUCTIONS PUBLIQUES), 1997, *Cohérence entre CORINE Land cover et la BD carto*, Lyon : CERTU, 60 p.
54. CERTU (CENTRE D'ETUDES SUR LES RESEAUX, LES TRANSPORTS, L'URBANISME ET LES CONSTRUCTIONS PUBLIQUES), 2000, *La Forme des villes. Caractériser l'étalement urbain et réfléchir à de nouvelles modalités d'actions*, Lyon : CERTU, 178 p.

55. CHALINE C., 1991, *Le Royaume-Uni : économie et régions*, Paris : Masson, 238 p.
56. CHAMPION A.G. (dir.), 1989, *Counterurbanization: the changing pace and nature of population deconcentration*, London: E. Arnold, 266 p.
57. CHAMPION T., 2002, *The Containment of urban Britain: retrospect and prospect*, Milan: Franco Angeli, 117 p.
58. CHESHIRE P., GORNOSTAEVA G., 2002, « Villes et régions urbaines : des comparaisons fiables doivent reposer sur des territoires comparables », *Cahiers de l'IAURIF*, n°135, pp. 13-32.
59. CHESHIRE P., HAY D., 1989, *Urban Problems in Western Europe, an economic analysis*, London: Unwin Hyman, 271 p.
60. CHOAY F., 1965, *L'Urbanisme, utopies et réalités*, Paris : Seuil, 445 p.
61. CHOAY F., 1999, « De la ville à l'urbain », *Revue Urbanisme*, n°309, pp. 6-8.
62. CHOAY F., MERLIN P., 2000 (3^{ème} éd.), *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*, Paris : Presses Universitaires de France, 902 p.
63. CICILLE P., ROZENBLAT C., 2003, *Les villes européennes : analyse comparative*, Paris : La Documentation Française, 94 p.
64. CLAVAL P., 1981, *La logique des villes*, Paris : LITEC, 633 p.
65. CLAWSON M., HELD R., STODDARD C.H., 1960, *Land for the future*, Baltimore: The Johns Hopkins Press, 570 p.
66. CLEMENT P., GUTH S., 1995, « De la densité qui tue à la densité qui paye : la densité urbaine comme règle et médiateur entre politique et projet », *Annales de la recherche urbaine*, n°67, pp. 73-83.
67. COLLET C., 1992, *Systèmes d'information géographique en mode image*, Lausanne : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 186 p.
68. CONSIDERANT V., 1848, *Description du phalanstère et considérations sociales sur l'architectonique*, Paris : Librairie sociétaire, 111 p.
69. CORNAERT M., 1993, "Information requirements for environmental policies and scope for using remote sensing techniques in geographical information systems and statistical system", in Eurostat, *The Impact of Remote Sensing on the European Statistical System*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, pp. 75-85.
70. COULAUD D., 1981, « Consommation ou gaspillage d'espace en milieu péri-urbain », *L'Espace Géographique*, n°3, pp. 180-186.
71. CRPM (CONFERENCE DES REGIONS PERIPHERIQUES MARITIMES D'EUROPE), 2002, *Etude sur la construction d'un modèle de développement polycentrique et équilibré du territoire européen*, Rennes, CD Rom.
72. DANTZIG G., SAATY T., 1973, *Compact City: A Plan for a Liveable Urban Environment*, San Francisco : W.H. Freeman, 244 p.
73. DAVEZIES L., 2000, « La ville des économistes », in Paquot, Lussault, Body-Gendrot (dir.), *La ville et l'urbain : l'état des savoirs*, Paris : La Découverte, pp. 71-83.
74. DE KEERSMAECKER M.L., 1990, "Testing urban density gradient models using satellites data", *Sistemi Urbani*, XII, n°2, pp. 231-240.

75. DE KEERSMAECKER M.L., FRANKHAUSER P., THOMAS I., 2003, « Towards a comparative approach of urban patterns by means of fractal analysis », Communication au 13th European Colloquium on Theoretical and Quantitative Geography, Lucca, Italy, September 5-9.
76. DE LA MORVONNAIS P., 1998, « Comparaisons internationales », in Bonvalet, Brun, Segaud (dir.), *Logement et habitat : l'état des savoirs*, Paris : La Découverte, p.147-156.
77. DE ROO G., MILLER D. (dir.), 2000, *Compact cities and sustainable urban development: a critical assessment of policies and plans from an international perspective*, Aldershot : Ashgate, 286 p.
78. DELAMARRE A., DURAND-DASTES F., 1984, « Le maillage communal », in Théo Quant, *Géoscopie de la France*, Paris : Paradigme, pp. 119-152.
79. DERYCKE P.H., 1979, *Economie et planification urbaines. 1. L'espace urbain*, Paris : Presses Universitaires de France, 412 p.
80. DETRAGIACHE A., 2003, « Dalla deurbanizzazione alla riconcentrazione urbana : il ruolo dei nuovi annodamenti urbani », in Bertuglia, Stanghellini, Staricco, *La diffusione urbana : tendenze attuali, scenari futuri*, Milano : Franco Angeli, pp. 141-146.
81. DICKINSON R.E., 1967, *The city region in Western Europe*, London: Routledge & K. Paul, 306 p.
82. DIELEMAN F., 1997, "Planning compact urban form: Randstad Holland 1965-95", *Environment and Planning A*, Vol. 29, n°10, pp. 1711-1715.
83. DIELEMAN F., DIJST M., SPIT T., 1999, "Planning the Compact City: the Randstad Holland Experience", *European Planning Studies*, n°7, pp. 605-620.
84. DONNAY J.P., 1994, « Agglomérations morphologiques et fonctionnelles, l'apport de la télédétection urbaine », *Acta Geographica Lovaniensa*, Vol. 34, pp. 191-199.
85. DONNAY J.P., 1995, « Délimitation de l'hinterland des agglomérations urbaines au départ d'une image de télédétection », *Revue Belge de Géographie*, Vol. 119, pp. 325-331.
86. DONNAY J.P., THOMSIN L., 1994, "Urban remote sensing and statistics: prospective research and applications", *Proceedings of the Symposium New tools for spatial analysis*, Lisbonne, Office des publications officielles des Communautés européennes, EUROSTAT, Thème 3, Série D, Luxembourg, pp. 137-145.
87. DONNAY J.P., UNWIN D., 2001, "Modelling Geographical Distributions in Urban Areas", in Donnay, Barnsley, Longley (dir.), *Remote Sensing and Urban Analysis*, pp. 205-224.
88. DONZELOT J., 1999, « La nouvelle question urbaine », *Esprit*, n°258, pp. 87-114.
89. DUBOIS-TAINE G., CHALAS Y., 1997, *La Ville émergente*, La Tour d'Aigues : Éditions de l'Aube, 285 p.
90. DUFAY J.P., LECOMTE D. (dir.), 1996, *Les Régions métropoles de l'Europe du Nord-Ouest : limites géographiques et structures économiques. Etude préparée par le GEMACA*, Paris : IAURIF, 124 p.
91. DUMAS E., GUEROIS M., 2001, « Une grille de lecture pour l'analyse des formes du peuplement en Europe. L'apport d'une méthode de lissage par potentiels », *Revue internationale de Géomatique*, Vol. 11, n°3-4, pp. 405-421.
92. DUPUY G., 1991, *L'urbanisme des réseaux : théories et méthodes*, Paris : A. Colin, 198 p.
93. DUPUY G., 1995, *Les territoires de l'automobile*, Paris : Anthropos, 216 p.

94. DUPUY G., 2002, « “Cities and Automobile Dependence” revisité : les contrariétés de la densité », *Revue d'Economie Regionale et Urbaine*, n°1, pp. 141-156.
95. DURAND-DASTES F., 1999, « Jamais deux fois... Ou de quelques précautions à prendre avec le temps », *Travaux de l'Institut de Géographie de Reims*, n°101-104, pp. 5-23.
96. EMANGARD P.H., 1998, « Du caractère non durable de certaines décisions d'urbanisme », in Garin-Ferraz (dir.), *Villes et développement durable : objectif XXI^e siècle*, Poitiers : Centre national de la fonction publique territoriale, pp. 41-49.
97. EMELIANOFF C., 1999, *La ville durable, un modèle émergent : géoscopie du réseau européen de villes durables (Porto, Strasbourg, Gdansk)*, Thèse de doctorat de l'Université d'Orléans, 746 p.
98. EUROSTAT, 1993, *The impact of Remote Sensing on the European Statistical System – Proceedings of the seminar, Bad Neuenahr*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 176 p.
99. EUROSTAT, 1995, *Projet pilote - Délimitation des agglomérations européennes par télédétection - Résultats et conclusions*, Thème 9, Série D, Luxembourg : Office des publications officielles des Communautés européennes.
100. EUROSTAT, 1998, *SIRE - European infra-regional information system, Progress report*, 45 p.
101. EUROSTAT, 1999, « Les zones densément peuplées dans l'Union Européenne. Essai de délimitation et caractérisation des agglomérations urbaines », *Statistiques en bref*, n°2, 7 p.
102. EWING R., 1997, “Is Los Angeles-Style Sprawl desirable?”, *Journal of the American Planning Association*, Vol. 63, n°1, pp. 107-126.
103. FIELDING T., 1979, *Migration et urbanisation en Europe occidentale*, Strasbourg, Conseil de l'Europe.
104. FIJALKOV Y., 1995, « Les usages de la notion de densité résidentielle. Les enjeux de l'intervention publique à Paris, 1850-1946 », *Annales de la Recherche Urbaine*, n°67, pp. 84-94.
105. FOUCHIER V., 1996, « Quel transport, pour quelle ville ? », *Urbanisme*, n°289, pp. 66-74.
106. FOUCHIER V., 1998, « La densité humaine nette : un indicateur d'intensité urbaine », in Pumain, Mattei (coord.), *Données urbaines 2*, Paris : Anthropos, pp. 181-190.
107. FOUCHIER V., 1998, *Les Densités urbaines et le développement durable. Le cas de l'Ile-de-France et des villes nouvelles*, Paris : Éditions du Secrétariat Général du Groupe Central des Villes Nouvelles, 212 p.
108. FOUCHIER V., 1999, *Maîtriser l'étalement urbain : une première évaluation des politiques menées dans quatre pays*, 2001 Plus, Veille internationale, Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, 59 p.
109. FOUCHIER V., 2001, « Les coûts des densités, problèmes de méthode », *Études foncières*, n°92, pp. 26-28.
110. FOUCHIER V., 2000, *Les densités urbaines de la ville nouvelle d'Evry. Du projet au concret*, Paris : Anthropos, 320 p.
111. FRANÇOIS N., FRANKHAUSER P., PUMAIN D., 1995, « Villes, densité et fractalité », *Annales de la Recherche Urbaine*, n°67, pp. 54-63.
112. FRANKHAUSER P., 1994, *La fractalité des structures urbaines*, Paris : Anthropos, 291 p.

113. FRANKHAUSER P. (dir), 2000, *Morphologie des « villes émergentes » en Europe à travers les analyses fractales*, Rapport de recherche PUCA, Paris-La Défense : METL, 240 p.
114. FRANKHAUSER P., GENRE-GRANDPIERRE C., 1998, « La géométrie fractale. Un nouvel outil pour évaluer le rôle de la morphologie des réseaux de transport public dans l'organisation spatiale des agglomérations », *Cahiers scientifiques du transport*, n°33, pp. 41-78.
115. GALLEGRO J., 2001, "Comparing CORINE Land Cover with a more detailed database in Arezzo (Italy)", in SPESP, *Final Report*, Bonn: Federal Office for Building and Regional Planning, pp. 118-125.
116. GALLEGRO J., PEEDELL S., 2001, "Using CORINE Land Cover to map population density", *Towards Agri-environmental indicators*, Topic report 6/2001, Copenhagen: European Environment Agency, pp. 92-103.
117. GALLEZ C., ORFEUIL J.P., 1996, *Inventaire énergie-pollution de la mobilité urbaine*, Rapport INRETS/ADEME.
118. GAUDIN J.P., 1985, *L'avenir en plan : technique et politique dans la prévision urbaine, 1900-1930*, Seyssel : Champ Vallon, 215 p.
119. GAUDIN J.P., 1991, *Desseins de villes*, Paris : L'Harmattan, 174 p.
120. GETIMIS P., SPANIDIS N., VAN DEN BORN G.J., KROON H.J.J., 1999, "Land-use pressure indicators", background report, working group 1.5, in SPESP, 2001, *Final Report*, Bonn: Federal Office for Building and Regional Planning, 49 p.
121. GIBBS J.P., 1961, "A Method for Comparing the Spatial Shapes of Urban Units", in Gibbs (dir.), *Urban Research Methods*, New York, pp. 99-106.
122. GIM (GEOGRAPHICAL INFORMATION MANAGEMENT, INSTITUT FRANÇAIS DE L'ENVIRONNEMENT), 2000, *CORILIS, Technical report*, Luxembourg, 13 p.
123. GODARD O., 1996, « Le développement durable et le devenir des villes », *Futuribles*, pp. 31-35.
124. GORDON P., RICHARDSON H., 1997, "Are Compact Cities a Desirable Goal?", *Journal of the American Planning Association*, Vol. 63, pp. 95-106.
125. GOZE M., LEYMARIE D., 1977, *L'urbanisation française*, Rapport de recherche ronéoté, IERSO, Université de Bordeaux, 142 p.
126. GRASLAND C., 1999, « Lissage cartographique et animation spatio-temporelle : quelques réflexions théoriques et méthodologiques », *Travaux de l'Institut de Géographie de Reims*, n°101-104, pp. 83-104.
127. GRASLAND C., MATHIAN H., VINCENT J.M., 2000, "Multiscalar analysis and map generalisation of discrete social phenomena: statistical problems and political consequences", *Statistical Journal of the United Nations ECE*, n°17, pp. 157-188.
128. GRESILLON M., 1998, « La grande spatialité du vote d'extrême-droite », in Pumain, Mattei (coord.), *Données Urbaines 2*, Paris : Anthropos, pp. 49-58.
129. GUENGANT A., 1992, *Les coûts de la croissance péri-urbaine : l'exemple de l'agglomération rennaise*, ADEF, La Défense : ADEF, 155 p.
130. GUENGANT A., 1996, « Croissance urbaine et solvabilité des villes », in Pumain, Godard (coord.), *Données Urbaines 1*, Paris : Anthropos, pp. 25-30.
131. GUEROIS M., 2003, « Les formes des villes vues du ciel », in Pumain, Mattei (coord.), *Données Urbaines 4*, Paris : Anthropos, pp. 411-427.

132. GUEROIS M., 2003, "The shapes of West European cities from above", Communication au 13th European Colloquium on Theoretical and Quantitative Geography, Lucca, Italy, September 5-9.
133. GUEROIS M., LE GOIX R., 2000, « La multipolarité dans les espaces métropolitains : Paris, Lyon, Marseille et Lille », in Mattei, Pumain (coord.), *Données Urbaines 3*, Paris : Anthropos, pp. 235-249.
134. GUEROIS M., PAULUS F., 2002, « Commune centre, agglomération, aire urbaine : quelle pertinence pour l'étude des villes ? », *Cybergeo*, n°212.
135. GUEROIS M., PUMAIN D., 2002, *Urban sprawl in France (1950-2000)*, Milan: Franco Angeli, 101 p.
136. HAGGETT P., 1973, *L'Analyse spatiale en géographie humaine*, Paris : A. Colin, 390 p.
137. HAGGETT P., CLIFF A., FREY A., 1977, *Locational analysis in human geography. 2. Locational Methods*, London: Edward Arnold, 605 p.
138. HALL P., GRACEY H., DREWETT R., 1973, *The Containment of Urban England*, London: George Allen and Unwin, 2 vol., 648 p. et 464 p.
139. HALL P., HAY D., 1980, *Growth centres in the European urban system*, London: Heinemann Educational Books, 278 p.
140. HALL P.G., 1988, *Cities of tomorrow: an intellectual history of urban planning and design in the twentieth century*, Oxford: Basil Blackwell, 473 p.
141. HANCOCK C., 1993, « Vers une politique urbaine commune ? La Communauté européenne et les problèmes urbains », *Cahiers du CREPIF*, n°42.
142. HELLE C., 1995, *L'expansion du bâti en Vaucluse. Analyse spatiale*, Thèse de doctorat de l'Université d'Avignon, 342 p.
143. HEYMANN-DOAT A. (dir.), 1983, *Politiques urbaines comparées*, Thomery : A l'enseigne de l'arbre verdoyant, 180 p.
144. HOWARD E., 1898, *Garden City of Tomorrow*, dans la traduction de 1969, Paris : Dunod, coll. Aspects de l'urbanisme, 125 p.
145. IAURIF (INSTITUT D'AMENAGEMENT ET D'URBANISME DE LA REGION D'ILE-DE-FRANCE), 2002, « La ceinture verte, quelle réalité ? », *Note rapide sur le bilan du SDRIF*, n°303, 6 p.
146. IERP (INSTITUTE FOR ECOLOGICAL REGIONAL PLANNING), 1998, "Usage of CORINE Land cover data for describing urban structures", *Project "Open spaces in urban landscapes"*, Dresden, 15 p.
147. IFEN (Institut français de l'environnement), 2000, « Ces terres qui nous entourent... », *Les données de l'environnement*, Territoires, n°51, 8 p.
148. JAILLET M.C., 1999, « Peut-on parler de sécession urbaine à propos des villes européennes? », *Esprit*, n°258, pp. 145-167.
149. JENKS M., BURTON E., WILLIAMS K., 1996, *The Compact City, a Sustainable Urban Form?*, London: E & FN Spon, 350 p.
150. JOUVE B., LEFEVRE CH., 1999, *Villes, métropoles : les nouveaux territoires du politique*, Paris : Anthropos, 305 p.
151. KAYSER B. (dir.), 1992, *L'Europe vue de l'espace : 100 images du satellite SPOT*, Paris : SOLAR Daniel Briand, 218 p.

152. KOSTOV S., 1992, *The City Assembled: the elements of urban forms through history*, London: Thames and Hudson, 320 p.
153. LABORDE P., 2001, *Les espaces urbains dans le monde*, Paris : Nathan, 239 p.
154. LACAZE J.P., 2000, « Politiques d'urbanisme et de logement : de quelques spécificités françaises », *Annales des Ponts et Chaussées*, n°93, pp. 30-35.
155. LAJOIE G., 1998, « La ségrégation des populations urbaines de 1982 à 1990 », in Pumain, Mattei (dir.), *Données Urbaines 2*, Paris : Anthropos, pp. 191-206.
156. LE BRAS H., 1996, *Le Peuplement de l'Europe*, Paris : La Documentation Française, 204 p.
157. LE BRAS H., 2003, article « Forme », in Lévy, Lussault (dir.), *Dictionnaire de la Géographie et de l'espace des sociétés*, Paris : Belin, p. 376.
158. LE GALES P., 2003, *Le retour des villes européennes. Sociétés urbaines, mondialisation gouvernement et gouvernance*, Paris : Presses de Sciences Po, 454 p.
159. LE GLEAU J.P., PUMAIN D., SAINT-JULIEN TH., 1996, « Villes d'Europe : à chaque pays sa définition », *Economie et Statistiques*, n°294-295, pp. 9-23.
160. LE JEANNIC T. , 1997, « Trente ans de périurbanisation : extension et dilution des villes », *Economie et Statistique*, n°307, pp. 21-41.
161. LEVY J., 1999, *Le tournant géographique. Penser l'espace pour lire le monde*, Paris : Belin, 399 p.
162. LEVY J., LUSSAULT M. (dir.), 2003, *Dictionnaire de la Géographie et de l'espace des sociétés*, Paris : Belin, 1033 p. (article « Développement durable »), pp. 249-251.
163. LOW N., GLEESON B., ELANDER I., LIDSKOG R. (dir.), 2000, *Consuming Cities. The Urban Environment in the Global Economy after the Rio Declaration*, New York: Routledge, 315 p.
164. MADELLA R., 1999, *I sistemi urbani italiani : una delimitazione*, Tesi di Laurea, Politecnico di Milano, 140 p.
165. MAGNAN R., MATHIEU H., 1975, *Orthopoles – villes en îles*, Paris : Centre de recherche d'urbanisme, 196 p.
166. MARTÍN DE SANTA OLALLA MAÑAS F., CABAÑERO SORIA F.J., ARTIGAO RAMÍREZ A., 2002, « Validation of the CORINE land cover database in a pilot zone under semi-arid conditions in La Mancha (Spain) », *Cybergeo*, n°235.
167. MAY N., VELTZ P., LANDRIEU J., SPECTOR TH. (dir.), 1998, *La Ville éclatée*, La Tour d'Aigues : Éditions de l'Aube, 350 p.
168. MAYOUX J., 1979, *Demain l'espace. Rapport de la mission d'étude sur l'habitat individuel péri-urbain*, Paris : La Documentation Française, 143 p.
169. MEDDA F., NIJKAMP P., RIETVELD P., 1998, "Recognition and Classification of Urban Shapes", *Geographical Analysis*, Vol. 30, n°3, pp. 304-314.
170. MEGRIN, 1996, *Description of Seamless Administrative Boundaries of Europe - SABE*, Francfort: Megrin Service Centre, 31 p.
171. MERENNE-SCHOUMAKER B., 1979, « Urbanisation et consommation d'espace en Belgique », *Hommes et Terres du Nord*, n°2, pp. 41-46.
172. MERLIN P., TRAISNEL J.P., 1996, *Energie, environnement et urbanisme durable*, Paris : Presses Universitaires de France, 127 p.

173. MEURIOT P., 1897, *Des agglomérations urbaines dans l'Europe contemporaine : Essai sur les causes, les conditions et les conséquences de leur développement*, Paris : Belin frères, 475 p.
174. MEURIOT P., 1919, « Du concept de ville, autrefois et aujourd'hui », *La Vie urbaine*, n°1-2, 145-154.
175. MILLE M., 2000, « Des densités habitantes aux densités mouvantes », *Cybergeog*, n°121.
176. MORICONI-EBRARD F., 1994, *Geopolis, pour comparer les villes du monde*, Paris : Anthropos, 246 p.
177. NEWMAN P., KENWORTHY J., 1989, *Cities and Automobile Dependence: An International Sourcebook*, Aldershot: Gower, 388 p.
178. NUREC (Network on Urban Research in the European Union), 1994, *Atlas of Agglomerations in the European Union*, 3 vol., Duisburg: NUREC, 277 p., 595 p. et 973 p.
179. OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques), 2002, *La recomposition des territoires. Les régions fonctionnelles*, Paris : OCDE, 140 p.
180. OPENSHAW S., 1984, *The Modifiable Areal Unit Problem*, CATMOG, Vol. 38, Norwich: Geobooks.
181. ORFEUIL J.P., 2000, *L'évolution de la mobilité quotidienne. Comprendre les dynamiques, éclairer les controverses*, Synthèse INRETS, n°37, 147 p.
182. ORHAN J.M., 1998, « Les déplacements quotidiens dans cinquante villes », in Pumain, Mattei (coord.), *Données Urbaines 2*, Paris : Anthropos, pp. 73-84.
183. PANERAI PH., CASTEX J., DEPAULE J.CH., 1997, *Formes urbaines de l'îlot à la barre*, Marseille : Parenthèses, 196 p.
184. PAULUS F., 2003, *Le devenir du système des villes françaises. Evolution des tailles et des profils économiques des aires urbaines 1962-1999*, Thèse de doctorat de l'Université de Paris I (en cours).
185. PEGUY P.Y., 2000, *Analyse économique des configurations urbaines et de leur étalement*, Thèse de doctorat de l'Université de Lyon, 487 p.
186. PELLETIER J., DELFANTE CH., 2000, *Villes et urbanisme dans le monde*, Paris : Armand Colin, 199 p.
187. PETSIMERIS P., 2003, "Population Deconcentration in Southern Europe: a first comparison between Italy, Spain and Greece", communication à la Commission de Géographie Urbaine de l'UGI, Ljubljana.
188. PINCHEMEL P., 1999, « Etudier la face de la Terre », *Historiens et Géographes*, n°367.
189. PINCHEMEL P., PINCHEMEL G., 1988, *La Face de la Terre*, Paris : A. Colin, 519 p.
190. PINOL J.L., 1991, *Le monde des villes au XIXe siècle*, Paris : Hachette, coll. Carré Histoire, 230 p.
191. POLACCHINI A., ORFEUIL J.P., 1999, « Les dépenses des ménages franciliens pour le logement et pour les transports », *Recherche Transports Sécurité*, n°63, pp. 31-46.
192. POULAIN M., 1997, *L'offre et la demande en matière de statistiques urbaines*, Eurostat Working Papers N°E4, 88 p.
193. POUSSOU J.P., 1992, *La croissance des villes au XIXe siècle : France, Royaume-Uni, Etats-Unis et pays germaniques*, Paris : Sedes, 501 p.

194. PRUD'HOMME R., 2000, « La congestion et ses coûts », *Annales des Ponts et Chaussées*, n°94, pp. 13-19.
195. PUMAIN D., 1993, « L'espace, le temps et la matérialité des villes », in Pumain, Lepetit (coord.), *Temporalités urbaines*, Paris : Anthropos, pp. 135-159.
196. PUMAIN D., 1997, « Pour une théorie évolutive des villes », *L'Espace Géographique*, n°2, pp. 119-134.
197. PUMAIN D., SAINT-JULIEN TH., 1995, *Atlas de France tome 12 : L'espace des villes*, Paris : La Documentation Française/GIP Reclus, 112 p.
198. PUMAIN D., SAINT-JULIEN TH., CATTAN N., ROZENBLAT C., 1992, *Le concept statistique de la ville en Europe*, Luxembourg : Eurostat, 88 p.
199. RACINE J.B., 1993, *La ville entre Dieu et les hommes*, Paris : Anthropos, 354 p.
200. RACINE J.B., 2003, « Forme urbaine, relation à la ville et invention disciplinaire : savoirs et savoirs-faire géographiques en questions », in Bridel, Moor, Racine (dir.), *L'invention dans les sciences humaines*, Genève/Paris : Labor et Fides (à paraître).
201. RERC (REAL ESTATE RESEARCH CORPORATION), 1974, *The Costs of Sprawl: Environmental and Economic Costs of Alternative Residential Development Patterns at the Urban Fringe*, US Government Printing Office, Washington DC.
202. RICHARDSON B.W., 1876, *Hygeia: A City of Health*, London: Macmillan.
203. RIMBERT S., 1990, *Carto-graphies*, Paris : Hermès, 176 p.
204. RONCAYOLO M., 1996, *Les grammaires d'une ville : essai sur la genèse des structures urbaines à Marseille*, Paris : Éditions de l'École des hautes études en sciences sociales, 507 p.
205. ROSEMBERG M., 2000, *Le Marketing urbain en question : production d'espace et de discours dans quatre projets de villes*, Paris : Anthropos, 184 p.
206. ROULLIER J.E., 1994, « Stratégies urbaines en Europe », in Berque (dir.), *La maîtrise de la ville : urbanité française, urbanité nippone*, Paris : Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, 595 p.
207. ROUSSEAU M.P., 1998, *La productivité des grandes villes*, Paris : Anthropos, 203 p.
208. SAINT-JULIEN TH., 2001, « Maîtriser la croissance de l'Ile-de-France », in Guermond (dir.), *Atlas de France Vol. 14 : Territoire et aménagement*, Paris : La Documentation Française, pp. 47-51.
209. SANDTER M., 2002, « Les espaces libres et leur préservation dans les régions urbaines du Rhin supérieur méridional : Bâle, Fribourg, Mulhouse », *Revue de Géographie de l'Est*, XLII, n°1-2, pp. 53-63.
210. SELLERS J.M., 2002, "Urbanisation and the Political origins of National Policies towards Sprawl", Colloque de La Bretesche sur l'étalement urbain (actes à paraître, sous la direction de H. Richardson).
211. SITTE C., 1889, *L'art de bâtir les villes*, dans la traduction de 1996, Paris : Points Essais, 188 p.
212. SORIA Y MATA A., 1886, *La cité linéaire. Conception nouvelle pour l'aménagement des villes*, dans la traduction de 1979, Paris : Centre d'études et de recherches architecturales, 51 p.
213. SPESP (STUDY PROGRAMME ON EUROPEAN SPATIAL PLANNING), 2001, *Final Report*, Bonn: Federal Office for Building and Regional Planning, 148 p.

214. STEWART J. Q., WARNTZ W., 1968, "Physics of population distribution", in Berry, Marble (dir.), *Spatial Analysis, a reader in statistical geography*, New Jersey, Prentice Hall, INC, Englewood Cliffs.
215. STUBEN H., 1983, « Amsterdam, ville compacte », *Urbanisme*, n°199.
216. SUEUR J.P., 1999, *Changer la ville : pour une nouvelle urbanité*, Paris : Éditions Odile Jacob, 215 p.
217. THEYS J., EMELIANOFF C., 2001, « Les contradictions de la ville durable », *Le Débat*, n°113, pp. 122-135.
218. THOMAS I., 2001, « Cartographie d'aujourd'hui et de demain : rappels et perspectives », *Cybergéo*, n°189, 15 p.
219. TOBLER W., 1969, "Geographical filters and their inverses", *Geographical Analysis*, Vol 1, n°3, pp. 234-253.
220. TOBLER W., 1979, "Smooth pycnophylactic interpolation for geographical regions", *Journal of the American Statistical Association*, 74, pp. 519-535.
221. VAN DEN BERG H. (dir.), 1982, *West European settlement systems*, Leuven: Instituut voor Sociale en Economische Geografie, Katholieke Universiteit te Leuven, coll. Acta geographica Lovaniensia, vol. 22, 370 p.
222. VAN DEN BERG L., BURNS L.S., KLAASSEN L.H. (dir.), 1987, *Spatial cycles*, Aldershot: Gower, 277 p.
223. VANDERMOTTEN C. (dir.), 1993, *Planification et stratégies de développement dans les capitales européennes*, Bruxelles : Éditions de l'Université, 312 p.
224. VANDERMOTTEN C. (dir.), 1999, *Villes d'Europe : cartographie comparative*, Bruxelles : Crédit Communal, 408 p.
225. VANDERMOTTEN C., MARISSAL P., 1993, « Les structures démographiques et socio-économiques de quelques villes européennes : quelques réflexions comparatives », *Geographia Polonica*, Vol. 61, pp. 103-120.
226. VIARD J., 1994, *La société d'archipel ou les territoires du village global*, La tour d'Aigues : Éditions de l'Aube, 126 p.
227. VIEILLARD-BARON H., 2001, *Les banlieues : des singularités françaises aux réalités mondiales*, Paris : Hachette, 288 p.
228. VIRILIO P., 1984, *L'espace critique*, Paris : C. Bourgois, 187 p.
229. WEBER C., 1995, *Images satellitaires et milieu urbain*, Paris : Hermès, 185 p.
230. WEBER C., 1998, « La croissance urbaine de Kavala, évolution et perspectives », *Bulletin de la Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection*, n°151, pp. 29-37.
231. WEBER C., 2001, "Remote sensing data used for urban agglomeration delimitation", in Donnay, Barnsley, Longley (dir.), *Remote Sensing and Urban Analysis*, London and New York: Taylor and Francis, pp. 155-171.
232. WENTZ E., 2000, "A Shape Definition for Geographic Applications based on Edge, Elongation and Perforation", *Geographical Analysis*, Vol. 32, n°2, pp. 95-112.
233. WHITE P., 1984, *The West european city: a social geography*, London: Longman, 269 p.

- 234. WIEL M., 1999, *La Transition urbaine ou le passage de la ville-pédestre à la ville-motorisée*, Sprimont : P. Mardaga, 149 p.
- 235. WIEL M., 2000, « Une rupture conceptuelle », in *Etudes Foncières*, n°86.
- 236. WILLIAMS K., 2002, “*Reducing Sprawl and Delivering an Urban Renaissance in England: Are these aims possible given current attitudes to urban living?*”, Colloque de La Bretesche sur l'étalement urbain (actes à paraître, sous la direction de H. Richardson).
- 237. WOOD J.D., FISHER P.F., DYKES J.A., UNWIN D.J., STYNES K., 1999, “The use of the landscape metaphor in understanding population data”, *Environment and Planning B*, 26, pp. 281-295.

TABLE DES FIGURES

Figure 2.1. Inégalités de taille des unités locales dans l'Europe des Quinze (vers 1990).....	74
Figure 2.2. « Les agglomérations » de Milan, vers 1990	84
Figure 2.3. La carte des modes d'occupation du sol en Europe d'après CORINE Land cover (nomenclature de 44 postes, 1990).....	88
Figure 2.4. La légende de la nomenclature CORINE (44 postes)	89
Figure 2.5. Deux formats de l'image CORINE Land cover (Extraction de « surfaces artificialisées » de l'agglomération lyonnaise, 1990)	94
Figure 2.6. Les étapes préalables au couplage des bases CORINE, SIRE et SABE	106
Figure 2.7. L'état de la couverture des pays européens par les bases CORINE, SIRE et SABE (vers 1990)	107
Figure 2.8. La cohérence temporelle des sources dont sont issues les trois bases (1990).....	108
Figure 2.9. Définition de l'échantillon de villes européennes	111
Figure 2.10. La population des villes de l'échantillon, dans la délimitation des agglomérations (1990).....	112
Figure 3.1. L'influence de la trame communale sur la représentation des densités de population entre France et Belgique (1990).....	118
Figure 3.2. La construction des indicateurs « nets » d'emprise spatiale	124
Figure 3.3. Les contrastes inter-urbains de l'intensité d'occupation du sol dans les grandes agglomérations européennes (1990)	128
Figure 3.4. Bologne aussi étendue ou deux fois moins étendue que Hanovre ?	131
Figure 3.5. De la superficie administrative à la superficie bâtie : rapports entre deux mesures d'étendue des agglomérations.....	133
Figure 3.6. La variation de la superficie bâtie en fonction de la population des agglomérations (1990).....	143
Figure 3.7. L'indépendance statistique entre les densités nettes et la population des agglomérations (1990).....	147
Figure 3.8. Les écarts relatifs entre les superficies observées et les superficies estimées d'après les populations (1990)	153
Figure 4.1. Exemples d'indices de forme élémentaires.....	166
Figure 4.2. L'indice de Bunge ou la méthode des sommets polygonaux (1962)	167
Figure 4.3. L'indice radial de Boyce et Clark (1964).....	168
Figure 4.4. Construction et interprétation des indices de forme sélectionnés	171
Figure 4.5. La position des figures élémentaires sur chaque indice de forme.....	175
Figure 4.6. Les principales dimensions de la différenciation des figures élémentaires par les indices de forme.....	177
Figure 4.7. Les étapes de la délimitation des agglomérations morphologiques	182
Figure 4.8. Le cas fréquent d'une relative cohérence entre la tache urbaine et l'agglomération « administrative » (Geopolis/INSEE).....	185
Figure 4.9. Madrid : un exemple de sous-estimation de l'urbanisation linéaire ?.....	185

Figure 4.10. Deux mesures de la surface bâtie des agglomérations (1990)	187
Figure 4.11. Les taches urbaines correspondant aux valeurs extrêmes des indices de forme.....	190
Figure 4.12. Les principales dimensions de la différenciation des agglomérations européennes.....	193
Figure 4.13. Une classification des taches urbaines en six types morphologiques	198
Figure 4.14. La distribution spatiale des types de taches urbaines.....	201
Figure 4.15. Les agglomérations européennes sur une double échelle de compacité morphologique (1990).....	205
Figure 5.1. Construction des gradients d'emprise du bâti : exemple de Hambourg.....	214
Figure 5.2. Niveau moyen d'emprise du bâti dans les aires urbanisées et étendue des agglomérations centrales (1990)	221
Figure 5.3. L'emprise moyenne du bâti dans les aires urbanisée comparée à l'étendue des agglomérations centrales.....	222
Figure 5.4. Le « spectre morphologique » de 18 villes européennes (1990).....	227
Figure 5.5. Les paramètres du double ajustement linéaire	233
Figure 5.6. L'emprise du bâti, en gradient et vue du ciel	236
Figure 5.7. Portée du gradient central et limites de l'agglomération morphologique : les exemples de Lyon et Toulouse	238
Figure 5.8. La combinaison des paramètres du double ajustement linéaire dans une analyse en composantes principales	240
Figure 5.9. Lissage des données et formes du voisinage.....	247
Figure 5.10. Variation de la portée du lissage et degré de généralisation	249
Figure 5.11. La distribution « brute » du bâti dans quatre régions métropolitaines, d'après l'image CORINE Land cover (1990)	251
Figure 5.12. La distribution de l'emprise potentielle de bâti dans quatre régions métropolitaines, en 1990 (voisinage de 3 km)	252
Figure 5.13. Les densités bâties de l'échelon local à l'échelon régional : Paris	256
Figure 5.14. Les densités bâties de l'échelon local à l'échelon régional : Londres	257
Figure 5.15. Les densités bâties de l'échelon local à l'échelon régional : la Randstat	258
Figure 5.16. Les densités bâties de l'échelon local à l'échelon régional : Milan.....	259
Figure 5.17. Localisation de l'espace franco-belge étudié	261
Figure 5.18. L'emprise du bâti de l'échelon local à l'échelon régional	262

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 2.1. Les agglomérations et les régions urbaines dans des contextes nationaux	71
Tableau 2.2. Les agglomérations de plus de 200 000 habitants dans les bases Geopolis et NUREC (1994).....	82
Tableau 2.3. Une description multi-niveaux des espaces bâtis dans la nomenclature CORINE Land cover	95
Tableau 2.4. Les déterminants de la résolution spatiale de l'image CORINE Land cover.....	99
Tableau 3.1. Ordres de grandeur comparés des mesures « brutes » et « nettes » d'emprise spatiale (1990).....	129
Tableau 3.2. Les dix premières agglomérations par ordre de superficie	129
Tableau 3.3. Les dix premières agglomérations par ordre de densité brute et nette	129
Tableau 3.4. Variations nationales de l'emprise moyenne du bâti et hétérogénéité des maillages statistiques locaux (1990)	134
Tableau 3.5. La forme de la relation statistique entre la superficie et la population des agglomérations (1990).....	142
Tableau 3.6. Niveaux moyens de densité brute par classe de taille d'agglomération.....	146
Tableau 3.7. Niveaux moyens de densité nette par classe de taille d'agglomération	146
Tableau 3.8. Ajustements des densités aux populations des agglomérations (1990).....	147
Tableau 3.9. La forme des relations statistiques entre superficie, densité et population des agglomérations françaises (1990).....	149
Tableau 3.10. Variations nationales de l'estimation des superficies bâties en fonction de la population des agglomérations	156
Tableau 4.1. Les valeurs remarquables de la distribution statistique des indices de forme.....	188
Tableau 4.2. Matrice de corrélation des valeurs obtenues sur les six indices de forme	192
Tableau 4.3. Un classement selon une double dimension de compacité morphologique	203
Tableau 5.1. L'emprise moyenne des espaces bâtis dans les zones métropolitaines (1990)	219
Tableau 5.2. Définition de la portée maximale des gradients en fonction de la taille des villes.....	228
Tableau 5.3. Les valeurs remarquables des paramètres du double ajustement	234

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE.....	3
CHAPITRE 1 – VILLES COMPACTES, VILLES ETALEES : ENJEUX CONTEMPORAINS D’UN DEBAT ANCIEN ET RECURRENT	10
1. Un courant dominant en faveur du « désentassement » des villes (XIX^e-debut XX^e siecle).....	12
1.1 Au fondement du débat sur la forme urbaine : la « révolution dans la ville » du XIX ^e siècle.....	12
1.1.1. <i>L’ « entassement » des fortes densités et la « démesure » des nouvelles extensions urbaines</i>	<i>12</i>
1.1.2. <i>L’émergence d’un débat critique et théorique sur le devenir des formes urbaines.....</i>	<i>13</i>
1.2. Arguments et modèles pour de faibles densités urbaines.....	15
1.2.1. <i>Une mesure d’hygiène contre l’insalubrité de la ville industrielle.....</i>	<i>15</i>
1.2.2. <i>Eclater l’espace urbain pour mieux l’ordonner et le fluidifier.....</i>	<i>16</i>
1.2.3. <i>Priorités sociales et lutte contre la spéculation foncière.....</i>	<i>18</i>
1.3. Contre la ville étalée.....	20
1.3.1. <i>Une opposition aux métamorphoses du tissu urbain existant.....</i>	<i>20</i>
1.3.2. <i>Un relatif consensus autour de la question des limites urbaines.....</i>	<i>21</i>
2. De la « déconcentration » organisée des villes au modèle de la ville compacte (2nde moitié du XX^e siècle).....	24
2.1. Les variantes d’une politique de « déconcentration groupée » des plus grandes villes.....	25
2.1.1. <i>Deux exemples d’envergure nationale</i>	<i>25</i>
2.1.2. <i>Ailleurs, organiser plus que limiter l’étalement urbain.....</i>	<i>26</i>
2.2. L’émergence de la ville compacte, dans le sillage des politiques de réhabilitation urbaine.....	30
2.2.1. <i>Une réaction au desserrement des populations et des activités.....</i>	<i>29</i>
2.2.2. <i>Réhabilitation urbaine et densification des centres.....</i>	<i>32</i>
2.2.3. <i>La politique de la ville compacte aux Pays-Bas</i>	<i>34</i>
2.3. La ville compacte, réinvestie dans le champ conceptuel du développement durable.....	37
2.3.1. <i>Un modèle porté par le succès de la notion de développement durable.....</i>	<i>37</i>
2.3.2. <i>De la ville compacte à la ville durable : des priorités environnementales.....</i>	<i>39</i>
2.3.3. <i>Les formes de la ville durable : mots d’ordre et modèles</i>	<i>41</i>
3. Enjeux des débats sur la question de la ville compacte	44
3.1. Formes urbaines, coûts écologiques et accessibilité aux espaces verts	45
3.1.1. <i>Etalement urbain et consommation des sols</i>	<i>45</i>
3.1.2. <i>Les coûts écologiques des faibles densités : l’inévitable association avec la question de la « dépendance automobile »</i>	<i>46</i>
3.1.3. <i>Les formes urbaines et l’accessibilité aux espaces verts</i>	<i>48</i>
3.2. Forme urbaine et « efficacité économique »	50

3.2.1. <i>Les coûts publics de l'équipement des périphéries de faible densité.....</i>	50
3.2.2. <i>Formes urbaines et performances économiques : économies d'agglomération, coûts de congestion</i>	51
3.3. <i>Etalement urbain, ségrégation spatiale et cohésion sociale</i>	54
3.3.1. <i>L'impact de l'étalement urbain sur la géographie des catégories sociales ...</i>	54
3.3.2. <i>Une cohésion sociale menacée ?.....</i>	57
3.4. <i>Au cœur du débat sur les formes urbaines : interventionnisme ou laisser-faire ?....</i>	59
 CHAPITRE 2 – LES BASES D'UNE COMPARAISON A L'ECHELLE	
EUROPEENNE	65
1. Le choix de cadres territoriaux pour comparer les formes urbaines.....	68
1.1. <i>Délimiter les villes ?.....</i>	68
1.2. <i>La diversité des définitions et des délimitations de la ville en Europe</i>	70
1.2.1. <i>Une diffusion des concepts statistiques de la ville en Europe ?</i>	70
1.2.2. <i>A concepts semblables, délimitations variables.....</i>	72
1.3. <i>Le recours aux bases de données harmonisées.....</i>	75
1.3.1. <i>Des tentatives d'harmonisation inégalement abouties</i>	76
1.3.2. <i>Une comparaison des agglomérations Geopolis et NUREC</i>	79
2. L'apport de l'image CORINE Land cover	86
2.1. <i>Un projet inédit de cartographie des modes d'occupation du sol à l'échelle européenne</i>	87
2.1.1. <i>Pour un suivi harmonisé de l'environnement européen</i>	87
2.2.2. <i>Une source dérivée de l'interprétation d'images satellitaires.....</i>	91
2.2. <i>Les critères d'une représentation comparable des espaces urbanisés</i>	92
2.2.1. <i>Une méthode commune d'interprétation semi-automatisée.....</i>	93
2.2.2. <i>La définition des espaces bâtis dans une nomenclature « orientée environnement »</i>	94
2.2.3. <i>Une échelle de pertinence spécifique.....</i>	97
2.3. <i>La fiabilité de la représentation des espaces bâtis.....</i>	100
2.3.1. <i>La confrontation avec d'autres bases sur les modes d'occupation du sol....</i>	100
2.3.2. <i>La confrontation avec d'autres bases de données statistiques</i>	101
2.3.3. <i>La question des biais nationaux.....</i>	101
3. La création d'un système d'information géographique européen.....	102
3.1. <i>De lourds ajustements préalables au croisement des données</i>	103
3.1.1. <i>Les aléas de la correspondance entre le fond administratif et les données statistiques.....</i>	103
3.1.2. <i>Un recalage complexe entre le fond administratif et l'image CORINE Land cover.....</i>	105
3.1.3. <i>L'état de la coïncidence spatiale et temporelle des bases de données</i>	107
3.2. <i>La définition d'un échantillon de villes européennes</i>	109

CHAPITRE 3 – L’EMPRISE SPATIALE DES AGGLOMERATIONS EUROPEENNES	114
1. Mesurer l’emprise spatiale des agglomérations : superficies bâties et densités nettes	117
1.1. Des indicateurs « nets » pour la comparaison	117
1.1.1. <i>Superficie et densité des agglomérations : des mesures « faussement simples »</i>	<i>117</i>
1.1.2. <i>La construction des indicateurs d’emprise spatiale à partir de l’image CORINE</i>	<i>120</i>
1.2. L’apport d’une nouvelle référence spatiale	126
1.2.1. <i>Des ordres de grandeur à réviser</i>	<i>126</i>
1.2.2. <i>Des changements de position relative sur les échelles de superficie et de densité</i>	<i>130</i>
2. Emprise spatiale et population des agglomérations	135
2.1. Des résultats convergents mais instables	136
2.1.1. <i>La variation des superficies selon une fonction puissance de la population</i>	<i>136</i>
2.1.2. <i>L’augmentation des densités moyennes de population avec la taille des villes</i>	<i>138</i>
2.1.3. <i>Une relation peu robuste ?</i>	<i>139</i>
2.2. Le cas des agglomérations européennes	141
2.2.1. <i>Superficies bâties et population</i>	<i>142</i>
2.2.2. <i>Densités moyennes et population : une relative indépendance statistique ...</i>	<i>145</i>
3. Emprise spatiale, situation et site géographiques des agglomérations	151
3.1. A l’échelle européenne : un gradient nord-sud de la compacité urbaine	152
3.2. Emprise spatiale et cohérences nationales	154
3.3. Emprise spatiale et spécificités locales	157
 CHAPITRE 4 – LA CONFIGURATION DES TACHES URBAINES	 161
1. Méthodes pour une mesure des formes urbaines	164
1.1. Le recours aux indices de forme en géographie	164
1.1.1. <i>Les indices « arithmétiques » de compacité et d’élongation</i>	<i>165</i>
1.1.2. <i>Les indices « géométriques »</i>	<i>167</i>
1.1.3. <i>Des applications et des interprétations limitées</i>	<i>168</i>
1.2. Une combinaison d’indices pour décrire la compacité morphologique des agglomérations	169
1.2.1. <i>Composition et calcul des indices retenus</i>	<i>169</i>
1.2.2. <i>La confrontation des indices à des figures élémentaires</i>	<i>173</i>
2. La délimitation des agglomérations à partir de l’image CORINE land cover	178
2.1. Une approche simplifiée de la délimitation des agglomérations	179
2.2. L’application d’une enveloppe dilatée aux agrégats de bâti	181
2.3. Discussion des critères de délimitation	183
 3. Indices de forme et types d’agglomérations européennes	 188

3.1. Le pouvoir discriminant des indices.....	188
3.1.1. La caractérisation des agglomérations par chaque indice de forme.....	188
3.1.2. Les principales dimensions de la différenciation morphologique	191
3.2. Une typologie des configurations de taches urbaines	195
3.2.1. Six types de morphologies urbaines	196
3.2.2. Des configurations avant tout sensibles aux caractéristiques locales des sites urbains.....	199
4. Les deux dimensions de la compacité morphologique des agglomérations	202
 CHAPITRE 5 – LES CHAMPS URBAINS REVELES PAR LE BATI	
EXPLORATIONS METHODOLOGIQUES	208
1. Une analyse radiale de la distribution des espaces bâtis	211
1.1. Des agrégats fragmentés de bâti au gradient continu d’emprise du bâti.....	213
1.2. L’intensité de l’emprise du bâti et ses variations	218
1.2.1. Les niveaux moyens d’emprise du bâti dans les aires urbanisées	218
1.2.2. Un résumé graphique : le « spectre morphologique » des aires urbanisées.....	223
1.3. L’ajustement des gradients de bâti par des fonctions de la distance au centre	228
1.3.1. Les limites d’un ajustement à une fonction continue de la distance au centre.....	229
1.3.2. Le choix d’un double régime linéaire de décroissance.....	230
1.3.3. Un aperçu des mesures fractales de la distribution de bâti.....	241
2. Une analyse multiscalaire de la distribution lissée des espaces bâtis	245
2.1. De la notion de voisinage d’espace bâti à celle d’emprise potentielle du bâti.....	247
2.2. La distribution lissée des espaces bâtis dans quatre régions métropolitaines européennes.....	250
2.2.1. Les structures du peuplement dans un voisinage restreint	250
2.2.2. Variation du voisinage et perception des formes du peuplement	253
2.3. L’exemple de la région transfrontalière franco-belge et la confrontation avec la distribution de la population.....	260
 CONCLUSION GENERALE	265
 ANNEXES.....	271
 BASES DE DONNEES	286
 BIBLIOGRAPHIE	287
 TABLE DES FIGURES.....	300
 TABLE DES TABLEAUX	302

Les formes des villes européennes vues du ciel. Une contribution de l'image CORINE Land cover à la comparaison morphologique des grandes villes d'Europe occidentale.

La question de la forme urbaine se trouve depuis une dizaine d'années au premier plan des réflexions sur le devenir des villes européennes. Soulevée en réaction au processus de l'étalement urbain, cette question est aussi portée par la diffusion de la notion de développement urbain durable, et par les débats qu'elle anime quant aux bien-fondés d'un modèle de ville compacte.

En fait, la question de la forme des villes a suscité depuis un siècle des prises de position contradictoires. Ces discussions ne sont cependant que rarement étayées par des mesures comparables, car les bases de données harmonisées sur les villes européennes sont encore en cours de constitution. L'image CORINE Land cover est une source inédite qui nous a permis, dans le cadre des agglomérations, d'apporter des mesures comparables de la compacité des villes, en mesurant leur emprise spatiale (étendue et densité) et en qualifiant les formes des taches urbaines. Ces deux dimensions de la compacité morphologique sont en effet complémentaires pour caractériser la diversité des villes européennes.

Le modèle du champ urbain est encore un principe fort d'organisation des zones urbanisées, selon un double gradient, plus contrasté dans le cadre des agglomérations, plus diffus dans les espaces péri-urbains. Nous avons aussi utilisé des méthodes de lissage pour généraliser les images des surfaces bâties et restituer la structure hiérarchique du peuplement à différentes échelles. Ces premières explorations ont établi des résultats qui seront confrontés à la prochaine version de CORINE, disponible en 2004.

Mots-clés : forme, étalement urbain, villes européennes, surfaces bâties, CORINE Land cover, gradients.

The shape of European cities from above. The CORINE Land cover contribution to compare the morphology of large western European cities.

Since the past ten years, the issue of urban shape has been of importance when considering the future of European cities. This issue does not only address the urban sprawl process, but also the notion of an urban sustainable development and it takes place within the debate about the validity of a compact city model.

Many contradictory arguments have been discussed about the shape of cities throughout the last century. None of these arguments have nevertheless ever been sustained by any comparable measurement, as the implementation of consistent databases about European cities is still in progress. In the context of built-up areas, CORINE Land cover image is an original source, which indeed allows to provide consistent measurements of the compactness of cities : their spatial filling degree (extent and density) and the description of the urban footprint. Both dimensions of the morphological compactness are complementary to characterize the diversity of European cities.

The urban field model still remains a strong principle governing the organization of urban areas, which consists in a very contrasted gradient in built-up areas, and a weaker gradient in exurban areas. Smoothing was also applied in order to generalize built-up areas images and render the hierarchical structure of human settlements at different scales. This first exploratory step yielded some results that should be confronted to the next version of CORINE, due in 2004.

Keywords: shape, urban sprawl, European cities, built-up areas, CORINE Land cover, gradients.