



HAL
open science

Croissance et sélection dans le système des villes européennes (1600-2000)

Denise Pumain, Anne Bretagnolle, Céline Rozenblat

► **To cite this version:**

Denise Pumain, Anne Bretagnolle, Céline Rozenblat. Croissance et sélection dans le système des villes européennes (1600-2000). Travaux de l'Institut de Géographie de Reims, 1999, 26 (101-104), pp.105-134. hal-01524148

HAL Id: hal-01524148

<https://hal.science/hal-01524148>

Submitted on 17 May 2017

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

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

CROISSANCE ET SELECTION

DANS LE SYSTEME DES

VILLES EUROPEENNES

(1600-2000)

Denise
PUMAIN*
Anne
BRETAGNOLLE*
Céline
ROZENBLAT**

* UMR Géographie-cités
(Paris, CNRS et
Université Paris I)
** UMR Espace
(Montpellier, CNRS et
Université Paul Valéry)

Mots-clés : systèmes urbains - croissance urbaine - contraction espace-temps - hiérarchisation - trajectoires urbaines - potentiels d'interaction.

Résumé - La carte des villes d'Europe présente depuis plusieurs siècles de remarquables permanences dans les concentrations spatiales et dans les rapports de dimension des villes, en dépit de la croissance très forte de leur nombre et de leur taille, accélérée par la Révolution industrielle. Un modèle simple de répartition aléatoire de la croissance entre les villes permet de rendre compte d'une part importante de cette évolution, appelée "expansion distribuée" dans le système des villes, mais aussi de mettre en évidence des singularités, qui résultent de processus de croissance sélective, hiérarchique et régionale. Nous suggérons ici qu'une bonne partie de ces processus de sélection correspond à des modifications de l'espace d'interaction des villes au cours du temps. D'une part, une tendance systématique à la concentration des populations urbaines et au déclin relatif des villes petites et moyennes résulte de l'accroissement des vitesses de circulation et conduit à une simplification par le bas des hiérarchies urbaines. D'autre part, des variations dans l'accessibilité locale, lorsqu'elles sont introduites dans un modèle de potentiel, expriment des modifications lentes des dynamiques urbaines selon des cycles régionaux du développement. Ce résultat permet de faire l'hypothèse d'un lien fort, de type rétroactif, entre croissance différentielle et accessibilité des villes.

Key words : urban systems - urban growth - spatial-convergence - concentration - urban trajectories - interaction potentials.

Abstract - Since several centuries, the map of the European cities and towns has been showing remarkable permanencies in the spatial concentrations and in the general ranking of the cities, in spite of the dramatic growth of their number and sizes, which has been reinforced by the Industrial Revolution. A simple model of stochastic growth in the urban system can be used in a first way to represent an important part of this evolution, called « distributed expansion », and in a second way to show some peculiarities, which are the result of processes of selective growth, hierarchical and regional. We suggest here that an important part of these processes illustrate the variations of the interaction space of the cities. First, a

systematical tendency toward a concentration of the urban populations and a relative decline of small and medium-size cities results from the increase of the speed of communications and involves a simplification of the hierarchical structure of the whole system. Secondly, the variations in the local accessibility, when introduced in a model of potential interactions, reveal slow modifications of the urban dynamics according regional cycles of development. This result suggests a strong relation, of a retroactive type, between the differential growth and the accessibility of the towns and cities.

Introduction.

Les recherches récentes sur l'évolution comparée de très grands ensembles de villes dans des contextes historiques et des régions du monde variés (Bairoch, 1985, De Vries, 1984, Moriconi-Ebrard, 1993) ont permis de constituer un cadre théorique relativement cohérent, qui situe cette évolution dans la dynamique des systèmes auto-organisés, de type évolutifs (Pumain, 1997). L'organisation de la trame géographique d'un système de villes est un "ordre par fluctuations", c'est-à-dire une structure macro-géographique plus ou moins stable construite par de multiples interactions locales. Cette organisation résulte d'ajustements adaptatifs permanents, qui se nourrissent d'innovations accroissant sans cesse la complexité des villes, dans un contexte de concurrences interurbaines. Ces concurrences tendent à élargir la base écologique, politique et économique des villes, qui augmentent leur emprise, d'abord en contiguïté sur des régions voisines, puis en connexité sur des réseaux dont la portée s'accroît au cours du temps. Certains de ces ajustements infinitésimaux conduisent à transformer la structure du système des villes, le plus souvent par des bifurcations lentes, liées à une inégale diffusion spatiale de certaines innovations. Les grands basculements historiques des courants commerciaux, la Révolution industrielle, le développement des fonctions touristiques sont les exemples les plus nets de modifications durables de la trame des villes.

Nous proposons ici d'illustrer la théorie par une étude du développement des villes européennes sur le très long terme. Notre objectif est de proposer un modèle de référence et des indices qui permettent d'analyser l'évolution d'un système de villes et d'en qualifier les grandes transformations. Il s'agit aussi d'expérimenter des méthodes susceptibles de caractériser les trajectoires individuelles de chaque ville, non pas d'une manière purement descriptive, en dehors de toute référence, mais au contraire en les rapportant à la dynamique du système de villes auquel elles appartiennent. Nous nous appuyons sur deux bases de données d'une ampleur exceptionnelle dans l'espace et dans le temps, réunies sur l'ensemble des villes européennes par P. Bairoch et ses collaborateurs pour la période qui va de l'an 1000 à 1850 (Bairoch et al., 1988) et par F. Moriconi-Ebrard pour la période 1950-1990 (base Géopolis, 1994).

1. Quelques éléments théoriques à propos du système des villes européennes.

Un *système de villes* peut être considéré, dans une première approche, comme un ensemble de villes en interaction localisées dans un même territoire, ici l'Europe (à l'exclusion de l'ex-URSS). De ce système de villes, nous n'étudions ici qu'un aspect, que l'on peut appeler *trame*, et qui concerne la localisation et la taille démographique de l'ensemble des villes qui les composent. La taille démographique est la mesure la plus synthétique de l'importance d'une ville, largement corrélée avec un très grand nombre d'indicateurs d'organisation économique et sociale, qualifiant ce que l'on pourrait appeler un *niveau de complexité*. Travaillant à l'échelle de l'Europe, nous faisons l'hypothèse très simplificatrice selon laquelle la taille démographique garde une signification comparable d'un bout à l'autre du continent, à un moment donné de l'histoire, en termes de niveau de complexité atteint par la ville. Si l'on devait réunir dans un même système de villes des pays très différents du point de vue de l'histoire et des niveaux de développement, on devrait probablement substituer à cette variable un indicateur de poids économique pour étudier la dynamique de ce système.

De la localisation, nous retenons surtout la localisation relative, c'est-à-dire la *situation géographique* d'une ville par rapport aux autres. Nous excluons ainsi les éléments distinctifs de chaque localisation, qui constituent parfois des facteurs de développement (comme les ressources du site), pour ne considérer que les possibilités d'interactions spatiales. Ces possibilités sont évaluées en tenant compte de l'évolution historique de l'espace dans lequel interagissent les villes. Cette évolution se manifeste tant dans l'accroissement général des vitesses de circulation au cours du temps que dans la construction d'infrastructures innovantes (canaux, chemins de fer, aéroports), qui modifient l'accessibilité relative des villes.

L'assimilation de l'Europe à un même "territoire", et donc de l'ensemble des villes européennes à un même "système", n'est retenue ici qu'en première approximation. La place nous manque pour développer les arguments d'une discussion très riche sur ce qui constitue "l'identité de l'Europe", thème d'un programme de recherche européen ! Les études comparatives ont mis l'accent, au delà des diversités régionales et nationales, sur un certain nombre de traits caractéristiques qui donnent leur spécificité aux villes européennes : relative continuité du développement urbain, persistance du modèle urbain aggloméré, ancienneté et densité du semis (l'espacement entre les villes étant à l'origine limité par les possibilités de déplacement quotidien des piétons et des cavaliers, à la différence du semis urbain d'un pays comme les Etats-Unis, constitué à l'époque du chemin de fer), poids relativement faible des villes

multimillionnaires, grande fréquence des villes petites et moyennes, similitudes des cultures urbaines... (Cattan et alii, 1999, Christaller, 1933, Moriconi, 1993).

Ces traits d'homogénéité, qui distinguent les villes européennes de celles d'autres systèmes de villes, attestent sans doute d'une longue évolution interactive. Pendant les siècles étudiés, les échanges entre les villes européennes ont été du moins possibles, sinon intenses et fréquents, autorisant une *diffusion des informations* entre des villes même très éloignées, par l'intermédiaire de relais (Braudel, 1979). Certes, les parties orientale et centrale, voire septentrionale, du continent européen n'ont pas toujours fonctionné au cours des siècles passés comme un espace d'interactions aussi homogène. Les frontières politiques, les barrières linguistiques et culturelles ou les dénivellations économiques y ont multiplié les ruptures et les discontinuités. Cependant, dans cet espace européen, ce sont les *concurrences locales* qui ont toujours été très actives et qui ont défini un espace d'interactions global, en propageant de proche en proche des limites à l'utilisation de ressources convoitées par chaque ville, du fait de la concurrence exercée par ses voisines. La notion de système auto-organisé s'applique donc ici, définissant les possibilités d'émergence de formes et de maintien de structures à une échelle macro-géographique, celle du système de villes européen, à partir de processus d'interaction locale entre les villes, éléments de ce système.

2. L'évolution de la trame des villes : une expansion distribuée.

La constitution de bases de données historiques comparatives sur les populations urbaines est un travail long et délicat, et il faut en savoir gré à ceux qui l'ont entrepris. Après les premières tentatives de Davis (1969) et de Chandler et Fox (1974), des historiens et géographes ont collecté des données, recoupé les diverses sources et contrôlé la validité des figures produites, afin de donner un aperçu correct de l'évolution des tailles de population des agglomérations européennes. Paul Bairoch et ses collègues (1988) ont ainsi rassemblé les informations sur la taille des villes de plus de 5 000 habitants de 800 à 1850, à chaque siècle ou demi-siècle d'intervalle, et François Moriconi (1994) l'a fait pour celles de plus de 10 000 habitants, à chaque décennie depuis 1950. Ces auteurs ont choisi le cadre spatial de l'agglomération, qui permet d'éviter l'arbitraire des découpages administratifs en unités locales, très variables en superficie d'un pays de l'Europe à un autre. Lorsque sont intervenues des fusions de villes qui ne forment plus aujourd'hui qu'une seule agglomération, nous avons reconstitué cette agglomération aux dates antérieures, afin de ne pas biaiser les comparaisons des croissances urbaines.

2.1 Croissance du nombre et de la taille des villes.

L'accroissement du nombre et de la taille des villes au cours du temps, lié à l'expansion démographique et au développement de la productivité et des innovations, est une première caractéristique de l'évolution des systèmes de villes. Affectant plus ou moins toutes les parties des systèmes, cette croissance démographique, que l'on peut qualifier d'*expansion distribuée*, apparaît bien sur la série de cartes d'Europe (*figure 1*) où chaque ville de plus de 10 000 habitants, depuis l'an 1000 jusqu'en 1990, est représentée par un disque dont la surface est proportionnelle à la taille, le même rapport taille-surface étant conservé sur toute la période (pour faciliter le repérage, on a figuré sur ces cartes les contours des principaux territoires politiques de chaque époque). Ces cartes montrent le remplissage progressif de l'espace par les villes, surtout à partir du XVIII^e siècle, du fait de l'augmentation de la taille de chaque ville et de l'émergence de nouvelles villes qui s'intercalent et complètent le réseau existant.

L'expansion démographique apparaît aussi de manière frappante à la lecture du tableau 1, donnant les principaux indicateurs de la croissance des villes européennes (les données étant entachées d'incertitude pour les périodes les plus anciennes, nous ne présentons les calculs qu'à partir de 1600). Un peu moins de 300 villes ont plus de 10 000 habitants en 1600, 600 en 1800, près de 5 000 deux siècles plus tard, soit 17 fois plus qu'en 1600. Dans le même temps, la population urbaine a été multipliée par un facteur 40 en quatre siècles. Très lente au XVII^e siècle, la croissance urbaine entame une progression plus nette au XVIII^e siècle, de l'ordre de 1% par an, et s'accélère nettement aux siècles suivants, surtout après 1850, pour ralentir vers la fin du XX^e siècle.

Figure n°1 - Evolution des villes européennes de 1000 à 1990.

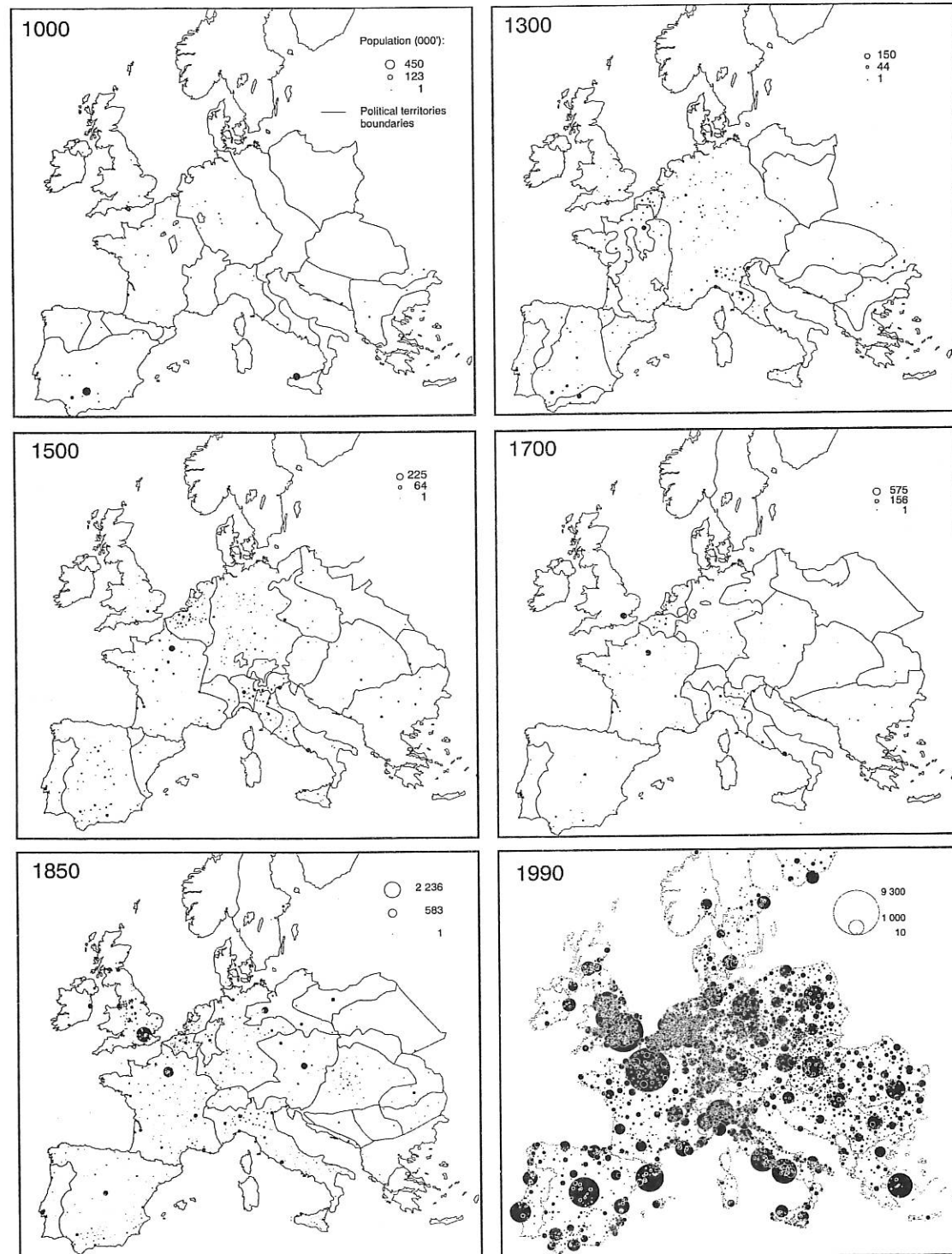


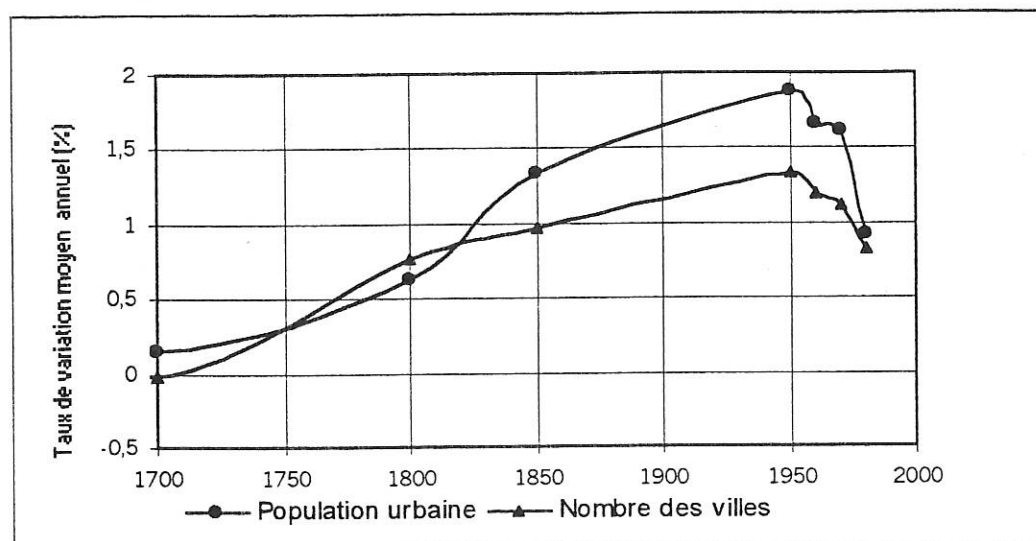
Tableau n° 1 - Evolution du nombre et de la taille des villes en Europe.

Année	Nombre de villes*	Population totale des villes (en milliers)	Taux de variation moyen annuel (en %)	
			Du nombre de villes	De la population urbaine totale
1600	281	7 244		
1700	277	8 444	- 0,01	0,15
1800	596	15 855	0,77	0,63
1850	967	30 851	0,97	1,34
1950	3 633	198 074	1,33	1,88
1960	4 093	233 545	1,20	1,66
1970	4 578	273 992	1,13	1,61
1980	4 972	300 141	0,83	0,92

* : agglomérations qui ont eu, au moins une fois, plus de 10 000 habitants entre 1600 et 1980 (dernière date pour laquelle l'information concernant les populations urbaines est exhaustive)

La comparaison des taux de croissance du nombre des villes et de la population urbaine met en évidence la phase de concentration de la population urbaine qui a accompagné la révolution de l'industrie et des transports, et qui se traduit sur la figure 2 par un décalage croissant entre les deux courbes. L'absence d'informations sur le nombre et la taille des villes européennes à une date qui serait comprise entre 1850 et 1950 n'atténue pas la portée des résultats, qui montrent un net renversement de tendance après 1950 : les études menées à l'échelle des pays indiquent que la croissance urbaine s'est effectivement intensifiée jusqu'au lendemain de la deuxième guerre mondiale et n'a entamé qu'après 1950 une phase de saturation. Ce renversement de tendance, unique à l'échelle de l'histoire européenne car se produisant après deux siècles de croissance urbaine soutenue, traduit la fin de la *transition urbaine*, expression désignant la transformation universelle qui accompagne le passage d'une économie agraire, exploitant principalement les ressources locales, à une économie industrielle et tertiaire, fondée sur les échanges de longue portée (Pumain, 1997).

Figure n° 2 - Croissance du nombre et de la taille des villes européennes (1600-2000).



Les observations portant sur l'évolution du système des villes européennes permettent ainsi de mettre en évidence des phases dans la croissance urbaine et de leur donner un sens à la lumière de l'évolution historique. Toutefois, une propriété importante des systèmes urbains, liée à la régularité de la distribution de la taille des villes, permet d'aller plus loin et de proposer un modèle de référence pour la dynamique des systèmes de villes. Le modèle de Gibrat, du nom du statisticien français qui, le premier, l'a appliqué à la distribution des tailles des villes, donne non seulement un éclairage théorique expliquant la manière dont se répartit la croissance à l'intérieur du système des villes, mais permet aussi d'analyser et d'interpréter les écarts entre les distributions observées et les distributions prévues par le modèle.

2.2 Un modèle de référence pour la dynamique des systèmes de ville : le modèle de Gibrat.

Le modèle de Gibrat (1931) montre comment une répartition aléatoire de taux de croissance variables conduit à une distribution lognormale de la taille des villes, conforme aux observations. Bien que ce modèle ait été reconnu pour décrire imparfaitement le processus de croissance urbaine (Robson,

1973, Pumain, 1982, Guérin-Pace, 1993), il reste, en première approximation, celui qui donne les meilleurs résultats et qui constitue la référence la plus simple à utiliser.

Dans son ouvrage sur *Les inégalités économiques*, R. Gibrat s'intéresse à des distributions très dissymétriques, comme celles des revenus ou de la taille des villes. Dans de telles distributions, les inégalités sont très fortes : les faibles valeurs sont très nombreuses, les valeurs élevées sont bien plus rares mais s'écartent beaucoup plus fortement de la moyenne. Le modèle de la distribution normale, symétrique, avec ses paramètres caractéristiques que sont la moyenne arithmétique et l'écart-type, ne convient pas pour la description de telles distributions. R. Gibrat propose de les modéliser par la distribution lognormale, c'est-à-dire telle que le logarithme des valeurs suive une distribution normale. D'autres modèles de distributions dissymétriques avaient été proposés, par exemple par un statisticien comme Pareto, dont un des modèles sera repris à propos de la taille des villes par G. Zipf (1949), en s'appuyant sur une notion de progression géométrique du nombre des villes en fonction de leur taille. L'intérêt du modèle de Gibrat est qu'il apporte non seulement, comme ces derniers, un *outil de description statique* de la forme de la distribution de la taille des villes, mais qu'il propose, en outre, de l'expliquer par un processus de croissance, ce qui en fait un *modèle dynamique*.

Gibrat rappelle que l'on peut se représenter une distribution normale comme le résultat d'une tendance centrale, auquel un processus de croissance aléatoire *additif* ajoute des fluctuations qui se traduisent par des valeurs tantôt plus faibles, tantôt plus fortes que la moyenne, en nombre équivalent, et d'autant plus faible que l'on s'écarte de cette moyenne. En revanche, une distribution lognormale, dissymétrique, est obtenue si le processus de croissance est *multiplicatif*, c'est-à-dire si la quantité ajoutée à la taille d'une observation dépend de cette taille, et plus précisément lui est proportionnelle. Gibrat appelle ainsi la distribution lognormale la "loi de l'effet proportionnel", car il démontre que cette distribution peut être obtenue comme le résultat d'un *processus de croissance*, appliqué à une distribution initiale d'objets de taille quelconque, et où la taille de chaque objet s'accroît, lors d'un intervalle de temps très court, d'une quantité proportionnelle à cette taille initiale.

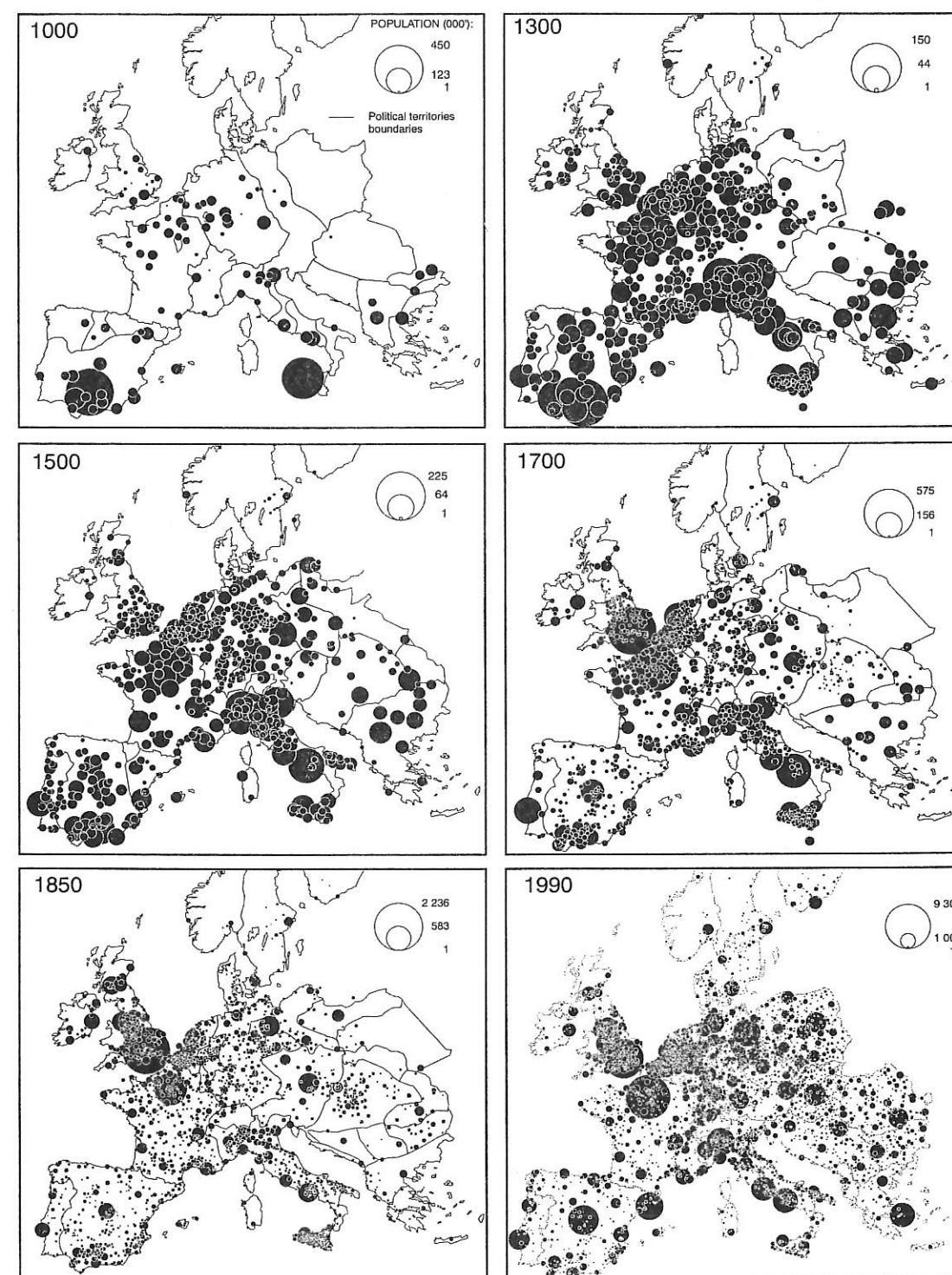
Cet accroissement est cependant une variable aléatoire, en raison des fluctuations qui s'ajoutent au taux de croissance moyen. Ces fluctuations sont dues aux conditions particulières de chaque ville (historiques, économiques, politiques) et n'introduisent, au niveau macrogéographique, que des écarts à la moyenne qui restent minimes, sous l'hypothèse que l'ensemble considéré forme un véritable système, dont les éléments sont reliés par des interactions fortes. Ainsi, sous les conditions décrites par le modèle, le taux de croissance est indépendant de la taille des objets à chaque date, et, d'un intervalle de temps au suivant, le taux de croissance se redistribue de façon complètement indépendante. Le théorème de la loi des grands nombres indique qu'au bout d'un temps long d'application de ce processus, la distribution de

la taille des objets est une distribution lognormale, quelle qu'ait été la distribution initiale (même si tous les objets avaient au départ la même taille). En outre, l'inégalité de la taille des objets s'accroît au cours du processus.

La confrontation du modèle avec les observations montre que, si la distribution des tailles de villes est bien ajustée par le modèle lognormal à chaque date (par exemple en France de 1831 à nos jours, Bretagnolle 1999), des écarts systématiques apparaissent lorsqu'on utilise le modèle de manière dynamique. Sur la *figure n°1*, l'expansion générale du système urbain masque les croissances différentielles éventuelles des villes. Nous suggérons une méthode simple, cartographique, pour visualiser l'évolution du poids relatif de chaque ville dans le système des villes. Sur la *figure n° 3*, la même taille de disque correspond sur chacune des cartes à un poids démographique relatif constant d'une période à l'autre, par rapport à la plus grande ville. Pour cela, nous avons maintenu constante d'une carte à l'autre la taille du disque maximum qui correspond à la plus grande ville européenne, ce qui permet de représenter l'évolution des tailles relatives des villes dans le système urbain. Ainsi, on note une très faible hiérarchisation des villes entre 1300 et 1500, suivie d'une augmentation considérable des contrastes entre les tailles de villes. On voit émerger dès 1700 l'organisation urbaine qui se renforce jusqu'à nos jours.

En principe, si toutes les villes croissaient au même taux, la carte devrait conserver la même apparence tout au long de la période étudiée, ce qui est loin d'être le cas. Certes, le modèle de Gibrat prévoit un certain accroissement de la hiérarchisation du système des villes, d'autant plus prononcé que les variations interurbaines des taux de croissance par période de temps sont fortes. Cependant, une simulation effectuée par un calcul pour projeter la population des villes, à partir de leur taille initiale et des taux moyens de croissance et de leurs variances observés, montre que les inégalités actuelles de la taille des villes sont bien plus prononcées que si un simple processus de croissance stochastique conforme aux hypothèses de Gibrat leur avait été appliqué (Bretagnolle et alii, 2000). Nous avons donc utilisé d'autres méthodes pour mettre en évidence ces transformations structurelles dans le système des villes, qui correspondent, selon nos hypothèses, à deux processus de croissance sélective. Le premier est fondé sur une sélection par la taille des villes et se traduit par un renforcement de la hiérarchie du système, le second est fondé sur une sélection régionale selon l'inégale diffusion des innovations et aboutit à modifier la trame spatiale du système.

Figure n° 3 - Evolution des villes européennes de 1000 à 1990 (taille maximale constante).



3. Une tendance lourde : la sélection hiérarchique.

3.1 Une mesure de l'évolution des inégalités entre les tailles de villes.

Différents outils statistiques sont utilisés par les géographes pour mettre en évidence, sinon mesurer, la variation de la concentration de la population urbaine. Une première famille d'outils consiste à donner une mesure de l'écart existant entre la distribution de la taille des villes à une date donnée et la distribution uniforme, les plus connus étant l'indice de Gini, associé à la courbe de Lorenz (Lorenz, 1904-1905, Gini, 1921), et l'indice de concentration de Hoover (1936), dont il a été montré qu'il peut s'écrire aussi comme un indice associé à la courbe de Lorenz (Duncan, 1957, Bretagnolle, 1996). Ces indices sont cependant difficiles à utiliser dans le cas de systèmes ouverts, c'est à dire dont le nombre d'éléments varie au cours du temps. En effet, les distances sont calculées dans des espaces vectoriels dont la dimension est égale au nombre d'unités (ici, des villes). L'interprétation de la variation des valeurs des indices au cours du temps est délicate, car il n'est pas possible de savoir si elle reflète un phénomène purement géographique (une répartition de plus en plus proche de l'équirépartition, par exemple) ou si elle est simplement due au changement dans la dimension des espaces vectoriels considérés.

Cette incertitude ne se présente cependant pas lorsque l'on considère la deuxième famille d'indices de concentration. Ces indices sont des paramètres construits à partir d'un ajustement de la distribution de la taille des villes à un modèle mathématique, de type fonction exponentielle (Pareto) ou lognormale (Gibrat). Nous avons montré (Bretagnolle, 1999) que la distribution de la taille des villes françaises n'est ajustée par le modèle de Gibrat qu'en ajoutant un troisième paramètre, en plus de la moyenne et de l'écart-type, dont l'interprétation reste encore délicate. En revanche, dans le modèle de Pareto, la loi exponentielle est décrite par un seul paramètre, qui peut être représenté comme étant la pente de la droite de régression d'un graphique bilogarithmique donnant, en abscisse le rang des villes (classées par ordre de taille décroissant) et en ordonnée, la population des villes.

3.2. Sélection par la taille des villes et hiérarchisation des systèmes urbains.

Ces mesures effectuées sur la distribution de la taille des villes européennes montrent que, sur quatre siècles et pour chaque date considérée, la qualité de l'ajustement par un modèle de Pareto est suffisamment bonne (coefficient de détermination supérieur à 0.99) pour que l'on puisse utiliser les

valeurs de la pente de la droite de régression comme un indicateur de concentration de la population urbaine (Tableau 2).

Tableau n°2 - Évolution de la concentration de la population urbaine en Europe

Année	Indice de primatie*	Pente de la droite d'ajustement d'un modèle de Pareto à la distribution de la taille de villes
1600	1.09	0.69
1700	1.15	0.74
1800	1.72	0.68
1850	2.12	0.74
1950	1.45	0.91
1960	1.25	0.93
1970	1.00	0.94
1980	1.16	0.94

* : l'indice de primatie est égal au rapport entre la population de la ville la plus grande et la population de la ville de deuxième rang

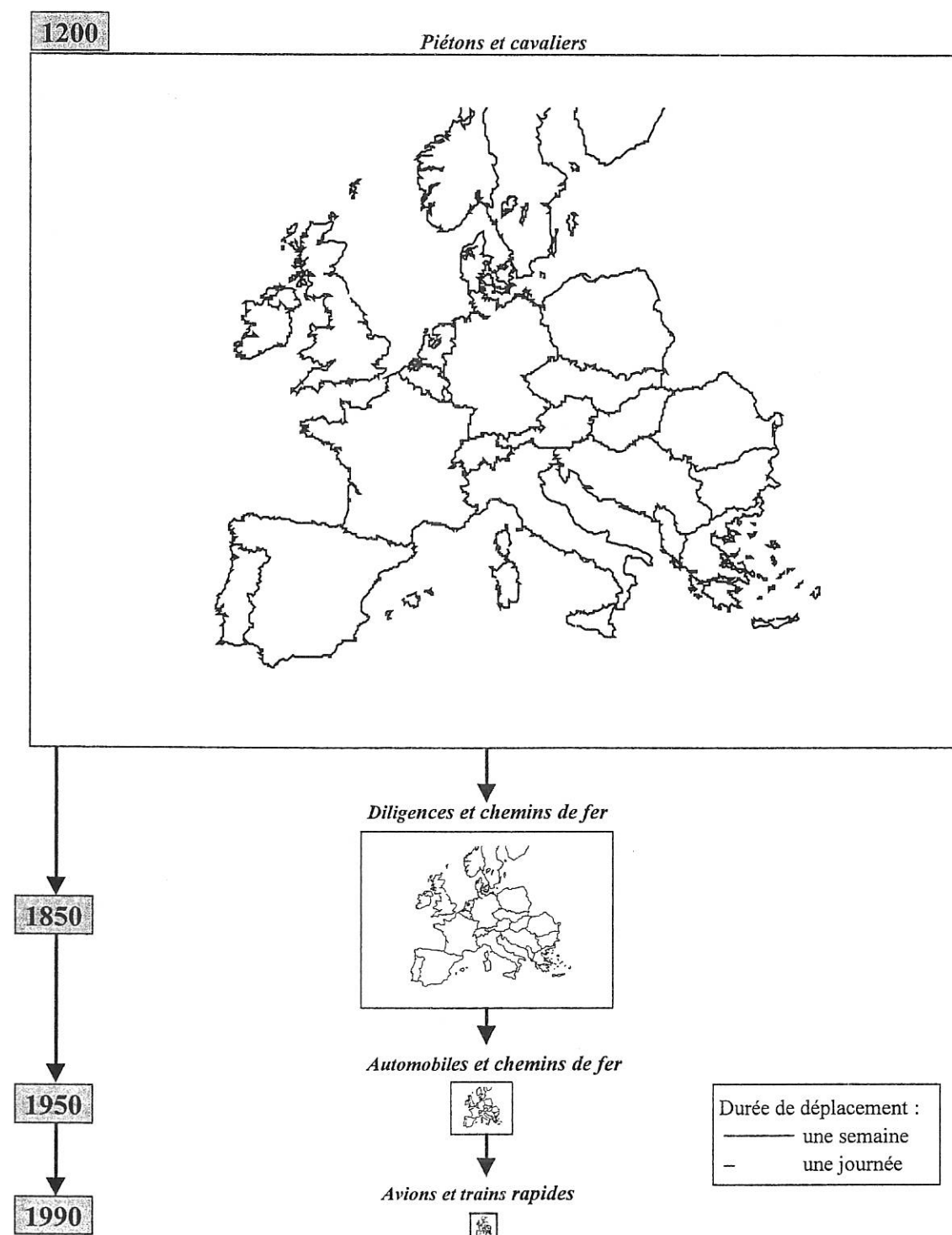
Les valeurs de l'indice de concentration s'accroissent, confirmant un net renforcement des inégalités de la taille des villes. Cependant cette tendance lourde de l'évolution, propre à tous les systèmes de villes déjà bien constitués pendant la phase de transition urbaine, n'est pas nécessairement continue : ici, elle s'inverse à deux reprises. Tout d'abord entre 1700 et 1800, époque au cours de laquelle les petites villes se montrent plus dynamiques que les grandes, comme l'ont constaté différents historiens (Bairoch, 1985, De Vries, 1984). Ensuite entre 1970 et 1980, période caractérisée par un déclin relatif des plus grandes villes, dont la croissance s'est reportée en périphérie selon un processus de périurbanisation.

La révolution industrielle n'est certainement pas sans rapport avec le renforcement considérable des inégalités entre les tailles des villes européennes à partir du début du XIX^{ème} siècle : les grandes villes exercent un attrait incontestable pour les entreprises, mesurable tant en termes d'économies d'échelles que d'économies d'agglomérations ou d'urbanisation. Cependant, la ville n'est pas seulement un lieu de production mais aussi un lieu d'échanges, central pour des clientèles environnantes, nodal pour des réseaux de transport de longue portée. La révolution de l'industrie et des transports, en permettant le passage de l'énergie humaine et animale à l'énergie mécanique, libère brutalement les entraves qui

limitaient la portée des échanges. Si l'on considère les échanges les plus rapides à chaque époque, c'est-à-dire ceux effectués par des hommes d'affaires, négociants ou entrepreneurs se déplaçant dans les villes principales au moyen des transports les plus efficaces de leur temps, on peut estimer que la vitesse moyenne des déplacements est de l'ordre de 5 km/h entre 1200 et 1800, 20 km/h en 1850 (moyenne effectuée entre les transports par diligence et les transports ferroviaires), 80 km/h en 1950 (moyenne effectuée entre les transports par voiture et les transports ferroviaires) et 250 km/h (moyenne effectuée entre les transports aériens et les transports par trains à grande vitesse). Il ne s'agit naturellement que d'estimations très grossières, mais elles permettent de donner un ordre de grandeur du changement qui a affecté l'espace des échanges interurbains. Traverser l'Europe de part en part, par exemple depuis l'Irlande jusqu'au sud de l'Italie, nécessitait environ deux mois à la fin du Moyen Âge et moins d'une journée à l'époque actuelle.

En tenant compte de l'évolution moyenne des vitesses, on peut se représenter la réduction relative des dimensions de l'Europe de l'an 1200 à nos jours en construisant une anamorphose des limites, c'est à dire en faisant varier l'échelle de la carte dans le même rapport que la variation de la vitesse moyenne (figure 4). L'Europe, qui occupe la moitié d'une page A4 à l'époque médiévale, est réduite à la dimension d'une tête d'épingle aujourd'hui ! L'accroissement considérable de la portée des échanges permet ainsi la réduction progressive du nombre de nœuds nécessaires pour assurer l'essentiel des fonctions d'étape et de desserte dans le territoire européen : les étapes sont de plus en plus longues du fait de l'accroissement de la vitesse de transport, et les petites villes sont les premières à être court-circuitées sur les réseaux ferroviaires, puis autoroutiers et aériens. Les aires de chalandise des grandes villes s'accroissent progressivement, captant les clientèles traditionnelles des lieux centraux plus petits. Ces processus de sélection géographique, pour reprendre l'expression de H. Mackinder (1902), participent au phénomène de déclin relatif des petites villes mesuré par l'indice de concentration de Pareto. Nous préférons appeler *sélection hiérarchique* la combinaison du processus de diffusion hiérarchique des innovations et du processus de simplification par le bas des hiérarchies urbaines lié à la rétraction de l'espace-temps, qui se traduit par une hiérarchisation de plus en plus forte du système des villes. Nous réservons le terme de sélection géographique à d'autres écarts systématiques par rapport au processus d'expansion distribuée, que nous analysons ci-dessous.

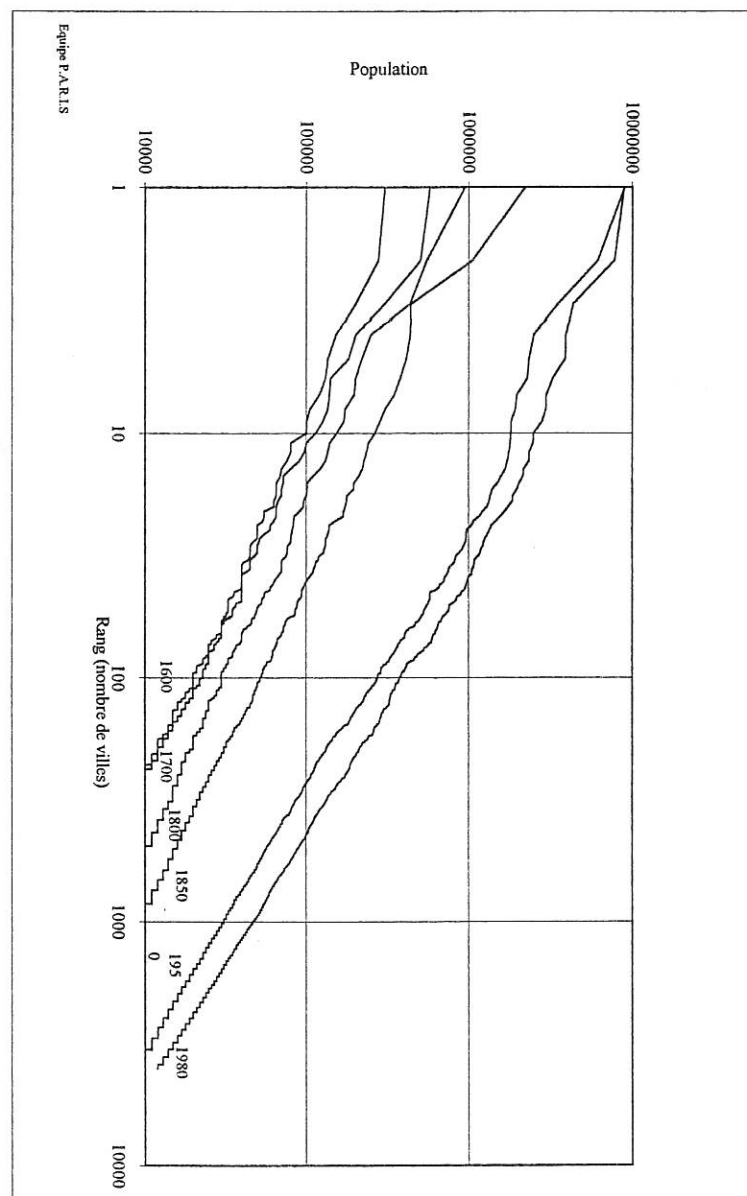
Figure n° 4 - L'espace de circulation entre les villes européennes.



3.3. Modifications du sommet de la hiérarchie urbaine.

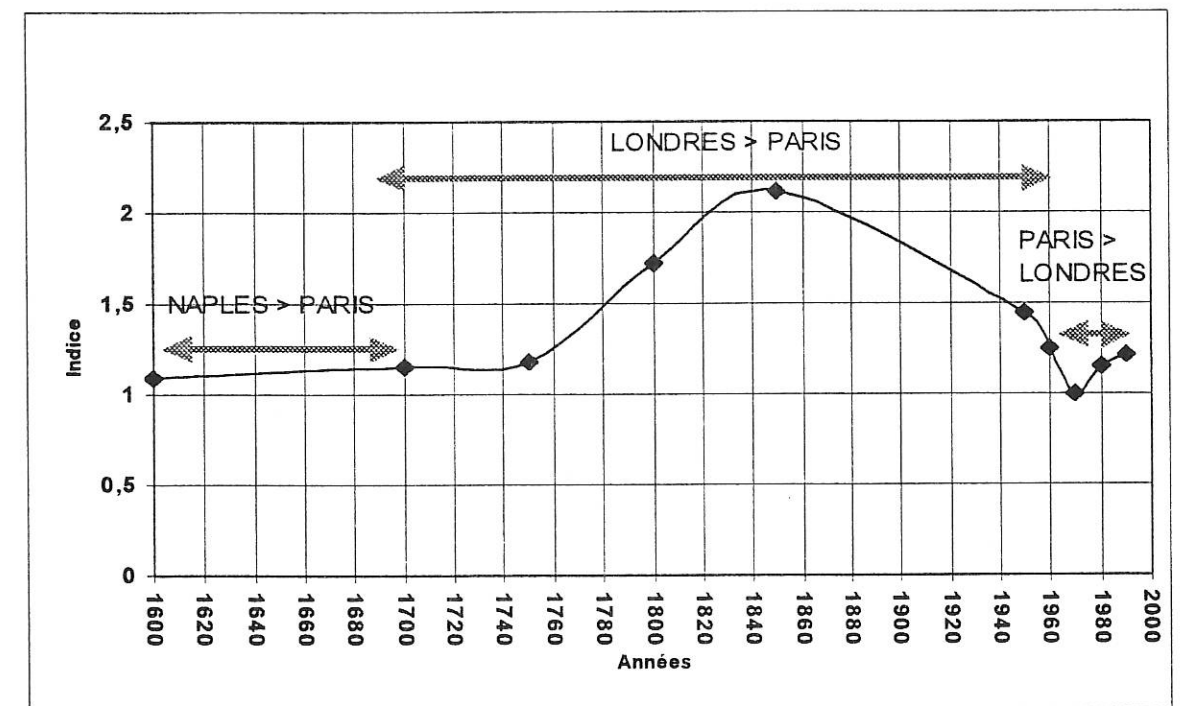
La tendance générale à la concentration s'accompagne de modifications dans la partie supérieure de la hiérarchie, qui apparaissent sur les graphiques rang-taille, de 1600 à 1980 (figure 5).

Figure n° 5 - Distribution rang-taille des villes européennes de plus de 10 000 habitants (1600-1980).



Si la forme générale des courbes est relativement stable dans le temps, des fluctuations importantes affectent les tailles relatives des plus grandes villes. Les valeurs prises par l'indice de primatie (rapport de la population de la ville la plus grande et de celle de la ville de second rang) ont connu des variations importantes depuis quatre siècles (tableau 2). Si Naples et Paris ont des tailles relativement semblables entre 1600 et 1750, l'époque industrielle donne à Londres une avance considérable sur les autres villes européennes. La courbe présente alors un profil cyclique, avec un point culminant en 1850 puis un écart qui se réduit progressivement jusqu'en 1970, date à laquelle Paris reprend la position qu'elle avait perdue en 1600 (figure 6).

Figure n°6 - Indice de primatie des villes européennes (1600-1990).



On doit donc distinguer dans la *dynamique constitutive du système des villes* une tendance lourde à la hiérarchisation du système, qui donne aux plus grandes villes une plus forte probabilité de renforcer leur poids et aux petites une probabilité de voir le leur s'amenuiser, ce que nous avons appelé un

processus de sélection hiérarchique, et des processus sélectifs qui avantagent momentanément tel ou tel type de ville pour des raisons qui peuvent être relativement durables mais qui relèvent d'un "aléa" local ou d'une conjoncture (certes à l'échelle des temps historiques).

Ces processus de *sélection géographique* relèvent d'une explication par des conditions locales ou par des événements spécifiques (politiques, économiques, sociaux ou culturels). Par exemple, il est vrai que la primauté parisienne résulte du système d'organisation politico-administrative de l'état français, mais c'est un "aléa" par rapport à la dynamique générale des systèmes de villes, car d'autres systèmes fonctionnent sans produire nécessairement cette macrocéphalie. F. Moriconi-Ebrard (1993) a montré que le rôle de capitale politique, et plus généralement d'interface entre le système des villes et le monde extérieur, contribuait à renforcer très souvent le poids de ce qu'il appelle des "métropoles". Un autre exemple de ce type de processus intervient fréquemment pour sélectionner des ensembles de villes dont le poids se renforce et s'affaiblit alternativement dans le système des villes, en fonction des cycles de l'innovation. Il se traduit par des trajectoires discontinues dans l'évolution du poids relatif des villes dans le système.

4. Processus de sélection géographique et cycles de l'innovation.

Pour caractériser la trajectoire spécifique d'une ville dans le système des villes, il faut pouvoir mesurer sa croissance comparativement à celle de l'ensemble des autres villes, par exemple en observant l'évolution de son poids relatif dans la population urbaine totale. Une méthode multivariée, la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH), permet de comparer les trajectoires des villes en se fondant sur cette mesure de poids relatif à chaque date (il suffit d'employer une distance du Chi2 en travaillant sur le tableau qui décrit chaque ville par sa population à chaque date). La méthode produit des partitions emboîtées qui regroupent dans des classes, plus ou moins homogènes selon le niveau de partition retenu, les trajectoires semblables, indépendamment de la taille des villes (on obtiendrait à peu près le même résultat en classant les villes, au moyen d'une distance euclidienne, en partant du tableau des taux de croissance à chaque période).

Nous avons réalisé une première classification des trajectoires des villes entre 1600 et 1990, à partir de l'ensemble des 442 villes pour lesquelles les données de population sont complètes pour les 9 dates retenues. Deux groupes de villes apparaissent à l'issue de la CAH, celles qui sont en déclin relatif sur l'ensemble de la période (représentant deux-tiers des villes au total, avec un premier sous-groupe caractérisé par un déclin important et un second par une croissance légèrement inférieure ou proche de la

moyenne) et un deuxième groupe caractérisé par une croissance relative. L'évolution de la population moyenne de chacune des 9 classes issues de la CAH (*figure 7*) confirme la tendance lourde traduisant un processus de *sélection hiérarchique* : les 4 classes présentant, en moyenne, les populations les plus faibles en 1600 (10 000 à 20 000 habitants) sont les mêmes qui, quatre siècles plus tard, totalisent les scores de population les plus bas (20 000 à 150 000 habitants). Ce résultat apparaît de manière encore plus nette lorsque l'on analyse l'évolution du poids relatif de chaque classe dans l'ensemble du système : les deux groupes de villes sont alors figurés par des courbes divergentes : celles qui étaient parmi les plus grandes en 1600 et qui sont en croissance relative sur l'ensemble de la période d'une part, et les quatre classes de villes, plus petites à l'origine, en déclin relatif d'autre part, nettement séparées par la courbe (en pointillé) représentant les villes ayant connu une croissance moyenne. Le fait de caractériser chaque classe par une population moyenne ne biaise pas les résultats, comme le montre la carte réalisée à l'issue de cette CAH (publiée dans Bretagnolle et alii, 2000) : les villes en déclin relatif se caractérisent dans l'ensemble par les cercles de populations les plus petits.

L'analyse de la carte laisse cependant apparaître de fortes structurations spatiales, que nous expliquons par un processus de *sélection géographique* lié aux cycles de l'innovation. En effet, si l'on s'intéresse aux quatre classes caractérisées par une forte croissance relative (les plus grandes villes donc), on observe de véritables vagues de croissance qui se diffusent selon un schéma centre-périphérie depuis l'Angleterre, au début de la Révolution industrielle, vers les villes des bassins miniers allemands et belges, dans la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle, et le reste des villes de la dorsale européenne, jusqu'à l'époque actuelle, enfin vers les marges méridionales et centre-orientales de l'Europe, qui rattrapent leur retard de croissance dans la deuxième moitié du XX^{ème} siècle.

Considérer une évolution sur quatre siècles ne permet de travailler que sur un échantillon relativement restreint de villes, excluant notamment les villes développées après la Révolution industrielle. Nous avons donc mené une deuxième CAH, portant cette fois sur la période comprise entre 1800 et 1990 et sur un ensemble de 1 172 villes. Les résultats sont extrêmement cohérents, puisque l'on retrouve, avec une étonnante ressemblance (le nombre de villes étant pourtant multiplié par trois entre les deux CAH) les mêmes types de trajectoires, sélectionnées par la taille initiale (*figure 8*), et les mêmes types de structurations géographiques, organisées en schéma de diffusion centre-périphérie (la carte de la CAH 1800-1990 est publiée dans Bretagnolle et alii, 2000).

Les processus de sélection, hiérarchique et géographique, qui contribuent à produire des trajectoires différenciées dans l'évolution du système des villes européennes, font apparaître l'importance de la taille des villes d'une part et de leur situation géographique d'autre part dans la construction du

destin des villes. C'est ainsi que fait sens la notion de potentiel d'interactions, qui combine ces deux mesures dans un même indicateur de dynamique urbaine.

Figure n° 7 - La trajectoire des villes européennes (1600-2000).

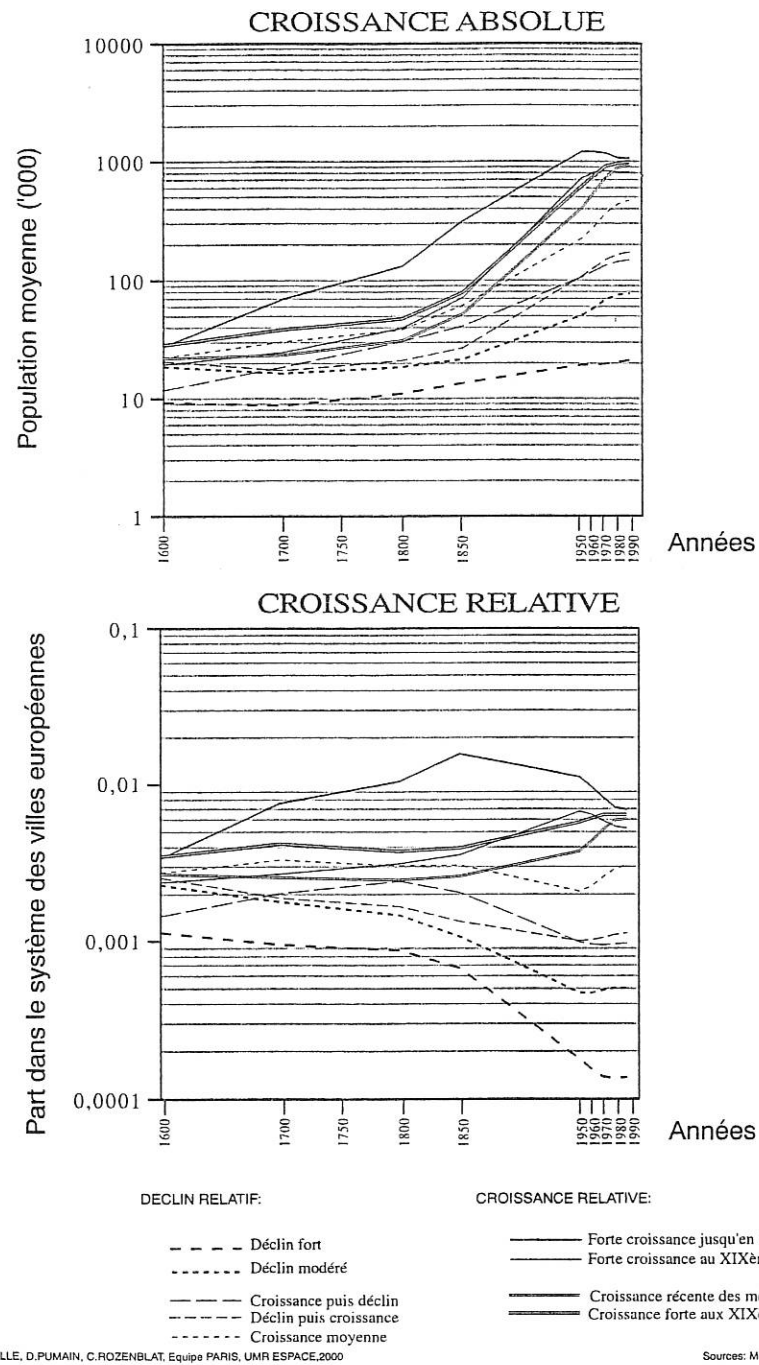
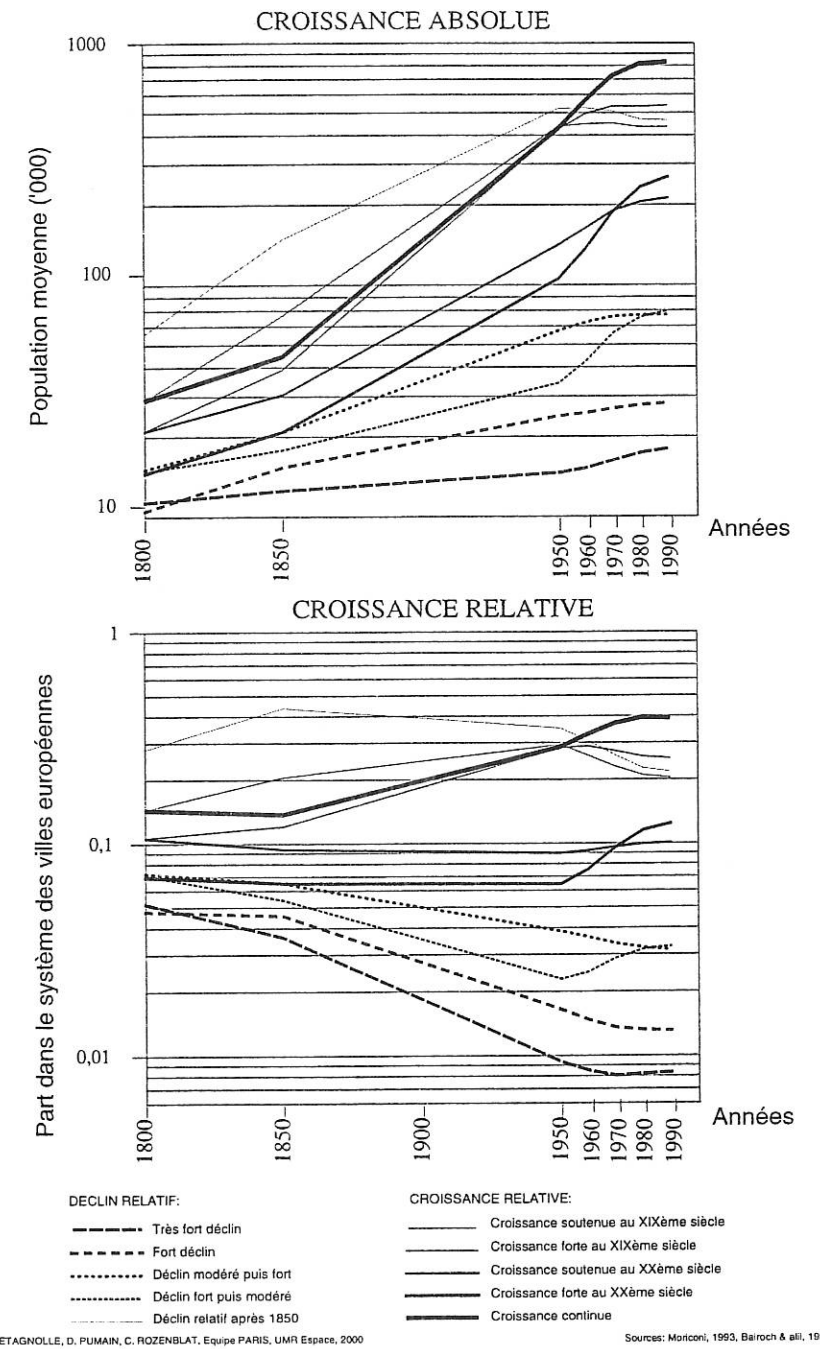


Figure n° 8 - La trajectoire des villes européennes (1800-2000).



5. Potentiel d'interactions, accessibilité différentielle et dynamiques régionales.

Donner une image des dynamiques urbaines régionales, du Moyen Age à nos jours, peut paraître ambitieux, en l'absence de données sur les activités économiques des villes. Pourtant, à l'aide du modèle des potentiels d'échanges (ou d'interactions), qui repose sur des hypothèses simples pour estimer la position relative des villes dans l'espace des échanges, en fonction de la population des villes et de la distance qui les sépare, il est possible de restituer une image plus réaliste des dynamiques urbaines que celle donnée par la comparaison dans le temps des cartes de population. La prise en compte de l'espacement des villes introduit les différences les plus manifestes pour les villes qui constituent le haut de la hiérarchie urbaine et pour lesquelles les historiens possèdent le plus d'informations. Ainsi, certaines villes telles Paris ou Naples ont détenu des records de population alors qu'elles n'ont eu qu'un rôle parfois mineur dans le circuit des échanges européens. Leur isolement relatif provient de l'absence d'un réseau dense de villes secondaires, capables de les soutenir dans la compétition internationale. Au contraire, des villes de petite taille, telles Rotterdam ou Amsterdam au XVI^e siècle, ont eu un rôle commercial et financier beaucoup plus actif et sont devenues, au XVII^e siècle, des centres de l'économie-monde (Braudel, 1979, De Vries, 1984), parce qu'elles organisaient un réseau dense de villes complémentaires.

5.1 La signification du modèle des potentiels.

Le modèle des potentiels de population repose sur l'hypothèse gravitaire, selon laquelle le volume d'échanges théorique entre deux villes est proportionnel à leur population et inversement proportionnel à la distance les séparant. Le potentiel de population d'une ville i s'écrit comme la somme des volumes d'échanges théoriques réalisés entre cette ville et chacune des autres villes du système. Deux fonctions mathématiques sont généralement utilisées par les géographes dans l'expression du modèle des potentiels : la fonction exponentielle et la fonction puissance (Stewart, Warntz, 1968, Grasland, 1991). Il est difficile de trancher dans le choix de l'une ou l'autre fonction. En effet, pour des époques aussi reculées, nous n'avons pas assez de données empiriques permettant d'analyser la manière dont les échanges entre les villes décroissent avec la distance. Nous avons choisi d'utiliser la fonction puissance, tout comme J. de Vries, qui a déjà produit un travail d'expérimentation important sur des données semblables aux nôtres. Le potentiel d'interaction d'une ville i (appelé Pot_i) s'écrit :

$$Pot_i = \frac{P_i}{D_i(t)} + \sum_{j=1(j \neq i)}^n \frac{P_j}{k_{ij}(t)D_{ij}}$$

où P_i et P_j représentent respectivement la population de la ville i et de la ville j , D_{ij} la distance entre les villes i et j , n le nombre total de villes, D_{ii} un paramètre permettant d'évaluer la contribution de la population de la ville i à son propre potentiel (ici, la moitié de la distance au plus proche voisin) et $k_{ij}(t)$ un paramètre qui permet de pondérer la distance entre chaque couple de villes en fonction de leur situation géographique, à la date t .

En effet, afin de tenir compte des modifications importantes qui ont affecté l'espace des échanges interurbains du Moyen Age à nos jours, nous avons pondéré la distance topographique par un paramètre tenant compte de l'évolution de la vitesse et du coût des transports. Nous avons suivi la même méthode que J. de Vries pour choisir les valeurs du paramètre $k_{ij}(t)$, en utilisant son système de codification jusqu'en 1800 et en le complétant pour les années 1850 et 1990. Le principe est de faire varier la distance euclidienne en fonction de la situation respective de chaque couple de villes (par exemple, la distance topographique est raccourcie lorsque les villes sont maritimes, allongée lorsque les villes sont continentales). Cette estimation est grossière, mais elle permet de tenir compte du fait que les échanges maritimes ou fluviaux sont beaucoup moins coûteux à certaines époques que les échanges terrestres. Nous avons pris en compte cinq types de situation géographique entre 1200 et 1800 : continentale, maritime (en distinguant les villes méditerranéennes des villes de l'Atlantique et de la Baltique), fluviale, et le long d'un canal (nous avons considéré uniquement les trois pays qui ont entrepris l'élaboration d'un véritable réseau de canaux à l'échelle nationale, à savoir la Belgique, les Pays-Bas et la Grande-Bretagne). En 1850, nous avons ajouté un code pour les villes desservies par le chemin de fer, et en 1990, nous avons uniquement tenu compte des liaisons ferroviaires à grande vitesse, d'aéroports internationaux et de plates-formes multimodales. En effet, nous considérons qu'aujourd'hui c'est moins le coût que le temps de déplacement qui est susceptible de constituer un frein aux échanges, la compétition internationale se jouant davantage dans le domaine des services à haute valeur ajoutée que dans celui du commerce des produits agricoles et industriels.

5.2. La configuration des potentiels des villes européennes de 1200 à 1990.

Nous avons pondéré la valeur de chaque potentiel par la valeur du potentiel maximal à chaque date, afin de faciliter la comparaison des données d'une période à une autre. Une première remarque concerne l'évolution de la localisation des villes qui détiennent le potentiel maximal. En les classant par ordre chronologique, on obtient un tableau présentant quasiment une diagonale parfaite, correspondant à un glissement géographique lent et régulier (Tableau 3).

Tableau n° 3 : Potentiels relatifs (en %) les plus importants entre 1200 et 1990.

	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1850	1990
Venise	100	74	87	99	100	48	24	14	53
Milan	—	100	69	78	81	40	19	14	72
Bruges	78	48	100	83	50	36	18	35	29
Anvers	67	52	—	100	92	71	26	37	88
Rotterdam	—	—	—	—	100	91	28	36	91
Amsterdam	—	—	—	72	99	100	41	38	80
Londres	44	26	37	39	46	50	100	100	95
Essen-Düsseld.	—	—	—	—	—	—	15	31	100
Cologne - Bonn	55	39	50	55	54	35	16	29	98
Paris	78	52	69	83	81	60	45	33	84

— Population urbaine inférieure à 10 000 habitants à cette date

Cette régularité montre qu'une forte structuration sous-tend l'évolution des dynamiques urbaines régionales, avec un basculement du centre de gravité de l'Europe depuis le sud vers le nord (Italie du nord, Belgique, Pays-Bas puis Angleterre), puis un recentrage progressif vers l'Europe continentale (Allemagne, Pays-Bas, Belgique). Les villes détenant les potentiels d'échanges les plus importants correspondent aux centres de l'économie-monde, identifiés par F. Braudel pour la période comprise entre 1300 et 1800, et forment aujourd'hui la dorsale mégapolitaine, qui s'étend des Midlands jusqu'à l'Italie du nord (Brunet, 1989). La configuration générale des dynamiques régionales apparaît lorsqu'on analyse

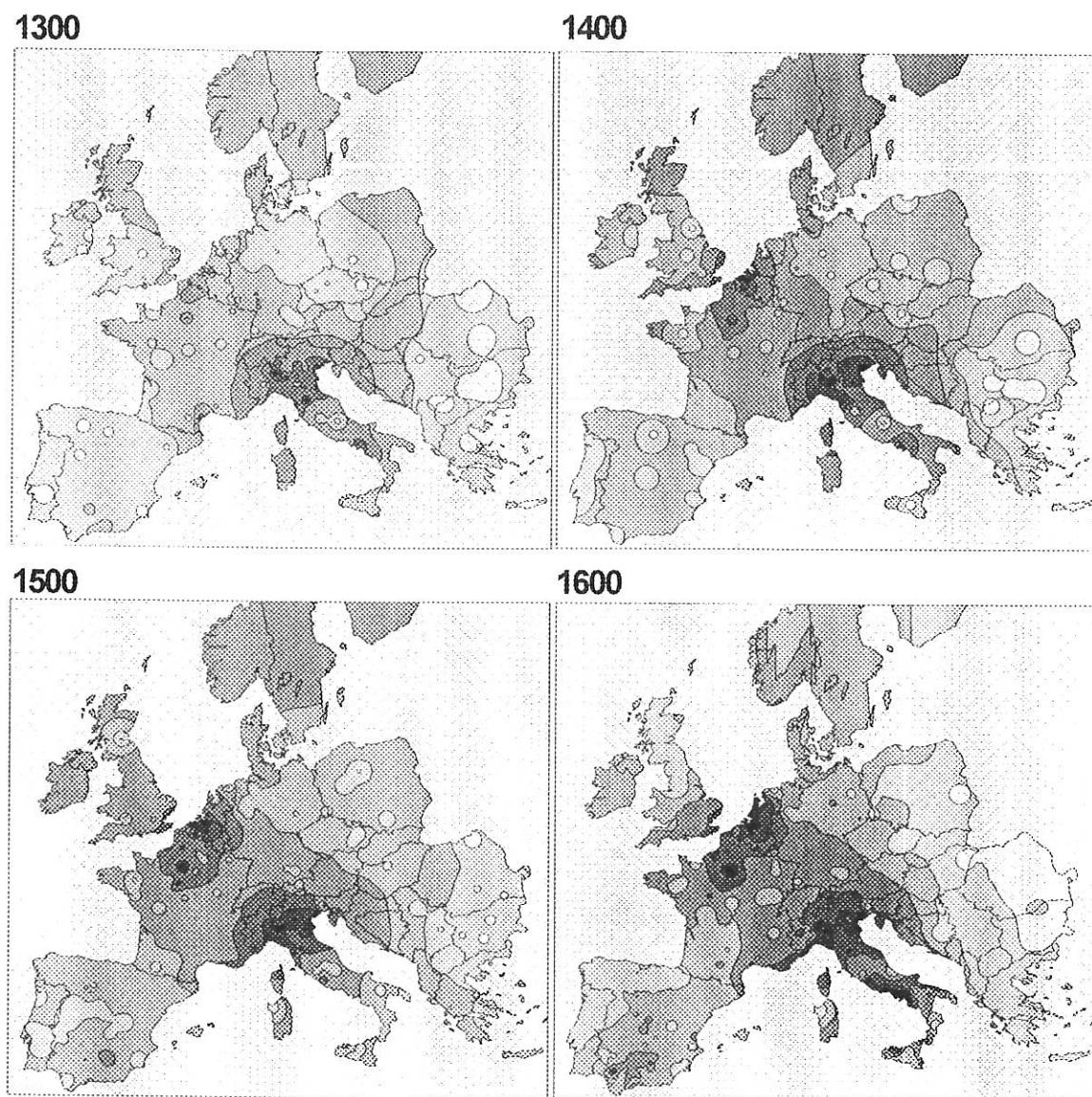
les cartes de surfaces de potentiels¹ (figure 9). Celles-ci montrent nettement une situation de bipolarité, en 1500 et 1600, entre les villes de l'Italie du nord et les villes belges puis néerlandaises, qui profitent du déplacement des courants commerciaux depuis le bassin méditerranéen vers la Mer du Nord, l'océan atlantique et le nouveau monde. Si la révolution industrielle marque une rupture importante, en donnant à Londres une primauté qu'elle gardera jusqu'à la fin du XIX^e siècle, on peut remarquer que la diffusion progressive des innovations industrielles, vers la Belgique et le nord de la France au milieu du XIX^e siècle, annonce déjà l'émergence de la dorsale mégapolitaine, qui s'inscrit dans la continuité des structures héritées de l'époque industrielle.

On peut discuter, dans le détail, le classement donné par l'estimation des potentiels d'échange en 1990, qui donne la première place aux conurbations Rhin-Ruhr en Allemagne. Les classements fondés sur des critères fonctionnels ou économiques placent plutôt Londres et Paris en première place (Brunet, 1997). Ces différences tiennent au fait que les villes allemandes, si elles sont beaucoup moins peuplées que Londres et Paris, sont situées à des distances relativement peu importantes les unes des autres, si l'on tient compte des nouveaux réseaux de transports rapides (Cattan et alii, 1999).

Le déplacement centre-périphérie des valeurs maximales du potentiel résume donc l'information qu'apportait déjà la classification des trajectoires des villes, et souligne la cohérence régionale de ces évolutions.

¹ Le passage d'une mesure discrète (le calcul des potentiels des villes européennes) à une mesure continue (estimation des valeurs des potentiels en chaque point d'une grille fictive, par interpolation, puis tracé d'isolignes pour réaliser les surfaces de potentiels) pose un problème quand on utilise des distances pondérées. Cependant, les cartes de surfaces de potentiels donnent une information visuelle beaucoup plus immédiate que des cartes par cercle proportionnel, et il nous semble raisonnable de les utiliser en les interprétant avec précaution dans les zones les moins urbanisées de l'Europe.

Figure n° 9 - Potentiels de population des villes européennes de 1300 à 1990
(Distances variables au cours du temps).

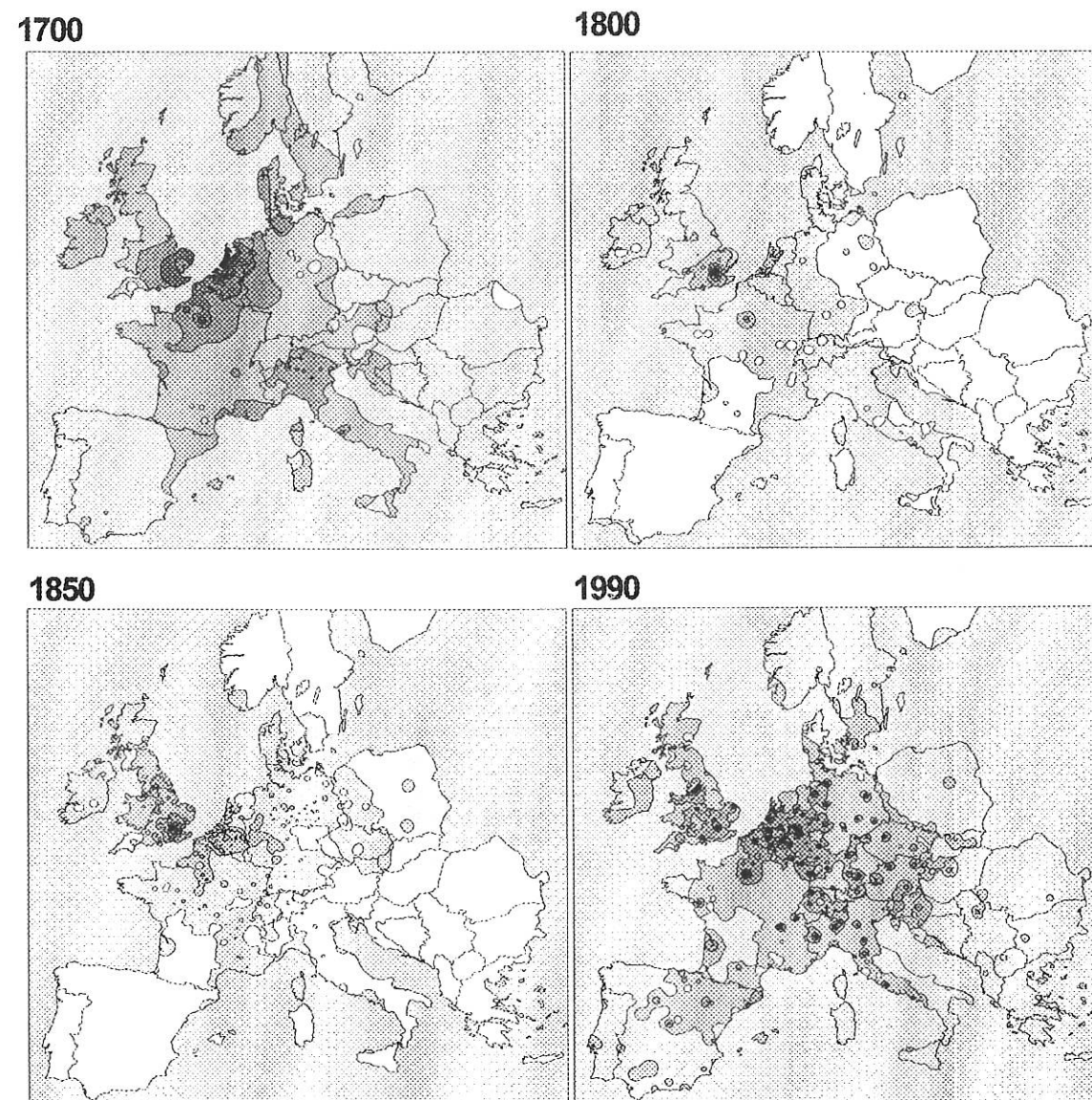


en pourcentage de la valeur maximale

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Copyright A. Bretagnolle, D. Purnain, C. Rozenblat, 1998, réalisation C. Masure (Equipe P.A.R.I.S.)

Figure n° 9 (suite) - Potentiels de population des villes européennes de 1300 - 1990
(Distances variables au cours du temps).



en pourcentage de la valeur maximale

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Copyright A. Bretagnolle, D. Purnain, C. Rozenblat, 2000, réalisation C. Masure (Equipe P.A.R.I.S.)

Conclusion.

Les *systèmes de villes* sont des *objets géographiques* par excellence pourrait-on dire. Non seulement ce concept est issu d'une élaboration principalement faite par des géographes, mais encore il caractérise les villes dans une partie de ce qui fait leur complexité, dans les dimensions géographiques des rapports qu'elles ont entre elles, avec les territoires et les réseaux, qui ne sont en général guère analysés par les spécialistes des autres disciplines. La dynamique de ces systèmes est souvent à tort présentée comme celle de *l'inertie*. La persistance des poids relatifs des villes sur la longue durée, la longue immuabilité des cartes de la trame des villes sur des durées séculaires, sont interprétées comme des expressions de l'enracinement du système, qui opposerait sa résistance à toute évolution, obligeant l'innovation à se couler dans les traces immobilisées, indurées, de fonctionnements anciens. Il est grand temps de renverser le paradigme. L'observation détaillée du changement dans les systèmes de villes montre que c'est au contraire d'*adaptation* qu'il s'agit dans leur évolution. L'évolution de chaque ville est faite d'ajustements permanents aux transformations que ses acteurs inventent, dans le contexte incertain des modifications apportées par les acteurs agissant dans d'autres villes, mais avec des objectifs de valorisation des ressources accumulées et potentielles de la localité. Ces actions et réactions se traduisent par des fluctuations infinitésimales du poids et de la richesse relatifs de chaque ville dans le système des villes. D'où un processus très important d'*expansion distribuée*, qui tend à faire se développer chaque ville du système en proportion de la croissance de celui-ci.

Ce processus relativement "égalitaire" de répartition de la croissance dans le réseau des villes (du moins en termes de taux) s'accompagne cependant de processus beaucoup plus sélectifs, qui concentrent durablement ou momentanément la croissance sur certains types de villes: ainsi, une *sélection hiérarchique*, associée à la diffusion hiérarchique des innovations et à la rétraction de l'espace-temps, donne aux grandes villes une probabilité plus forte de renforcer leur poids tandis que les petites ont toute chance d'en perdre. Rien de tout cela n'est cependant absolument déterminé localement, car les cycles du développement économique surtout, mais aussi d'autres innovations, sociales ou culturelles ou des décisions d'ordre politique ou administratif, interviennent pour donner des impulsions de croissance, ou de décroissance, selon un processus que nous avons appelé de *sélection géographique*, dont les effets portent généralement sur des durées plus courtes et qui sont évidemment plus difficiles à prévoir.

Ces modalités d'évolution ont été observées jusqu'ici surtout sur des systèmes de villes en développement, dans une histoire relativement récente qui est celle de la transition urbaine. Certains font l'hypothèse que cette phase est seulement transitoire dans l'histoire des villes, et que des modalités nouvelles d'évolution sont susceptibles d'apparaître, du moins dans les pays qui ont terminé leur

transition. Nous pensons au contraire que les modalités de la dynamique des systèmes de villes que nous avons analysées et pour lesquelles nous avons proposé des méthodes d'investigation et de mesure sont appelées à se poursuivre et peuvent donc être utilisées à des fins de prévision. Des modèles dynamiques un peu plus complexes sont d'ailleurs élaborés à cette fin (Sanders, 1992, Bura et al. 1996). Rien n'indique en effet qu'une modification soit susceptible d'intervenir à court ou même à moyen terme dans les processus qui régissent les relations entre les villes. Leur mise en réseau mondial est loin d'être achevée. D'abondantes réserves d'échanges et d'accroissement de vitesse subsistent, et la concurrence reste encore un maître-mot dans cette dynamique très largement auto-organisée, qui n'est influencée qu'à la marge par les politiques d'aménagement du territoire. La mondialisation, qui relie des systèmes jusque là peu connectés et très hétérogènes, oblige cependant le géographe à modifier ses instruments d'observation : la population des villes n'est qu'un indicateur parmi d'autres pour en évaluer la dynamique et il faudrait désormais le compléter par des évaluations de production économique, de qualité de vie urbaine, voire de durabilité du développement. Là, ce sont les bases de données qui restent à construire !

Références bibliographiques.

- ALLEN P. M. (1997), *Cities and regions as self-organizing systems*, Amsterdam, Gordon and Breach Science Publishers.
- BAIROCH P. (1985), *De Jericho à Mexico, villes et économies dans l'histoire*, Collection Arcades, Gallimard.
- BAIROCH P., BATOU J., CHEVRE P. (1988), *La population des villes européennes de 800 à 1850, banque de données et analyse sommaire des résultats*, Publications du Centre d'Histoire Economique Internationale de l'Université de Genève, vol. 2, Librairie Droz.
- BRETAGNOLLE A. (1996), Etude des indices de concentration d'une population, *L'Espace Géographique*, n°2, pp. 145-157.
- 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*, Université Paris I, thèse de doctorat.
- BRETAGNOLLE A., PUMAIN D., ROZENBLAT C. (1998), Space-time contraction and the dynamics of urban systems, *Cybergeo*, 61, 12 p.
- BRETAGNOLLE A., PUMAIN D., ROZENBLAT C. (2000), Long-term dynamics of European towns and cities, towards a spatial model of urban growth, *Cybergeo*, 130, 12 p.
- BRUNET R. (dir.), 1989, *Les villes européennes*, La Documentation française, DATAR-RECLUS.

- BRUNET R. (1997), *Territoires de France et d'Europe, Raisons de géographe*, Paris, Belin, Collection Mappemonde.
- BURA S., GUERIN-PACE F., MATHIAN H., PUMAIN D., SANDERS L., 1996, Multi-agent systems and the dynamics of settlement systems, *Geographical Analysis*, 2, 161-178.
- CATTAN N., PUMAIN D., ROZENBLAT C., SAINT-JULIEN Th. (1999), *Le système des villes européennes*, Paris, Anthropos, 1^{ère} édition 1994.
- CHANDLER T., FOX G. (1974), *Three thousand years of urban growth*, New York.
- CHRISTALLER W. (1966), *Central places in southern Germany*, traduction anglaise de C. W. Baskin, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- DAVIS K. (1969), *World urbanization 1950-1970, Volume I: Basis data for cities, countries, and regions, Volume II: Analysis of trends, relationships, and development*, Westport, Connecticut, Greenwood Press Publishers.
- DE VRIES J. (1984), *European urbanization, 1500-1800*, London, Methuen and Co. LTD.
- DUNCAN O. D. (1957), The measurement of population distribution, *Population Studies*, vol. XI, n°1, pp. 27-45.
- GIBRAT R. (1931), *Les inégalités économiques*, Paris, Siret.
- GINI C. (1921), Measurement of inequality incomes, *Economical Journal*, vol. 31, pp. 124-126.
- GRASLAND C. (1991), Potentiel de population, interaction spatiale et frontières : des deux Allemagne à l'unification, *L'Espace Géographique*, n° 3.
- LORENZ M. O. (1904-1905), Methods of measuring the concentration of wealth, *Publ. of the Amer. Statistical Ass.*, New Series, vol. 9, pp. 209-219.
- MACKINDER H. J. (1902), *Britain and the British seas*, London, William Heinemann.
- MORICONI-EBRARD F. (1994), *GEOPOLIS : pour comparer les villes du monde*, Paris, Economica.
- PRED A. (1977), *City systems in advanced societies*, London, Hutchinson.
- PUMAIN D. (1997), Pour une théorie évolutive des villes, *L'Espace Géographique*, n°2.
- PUMAIN D. (1998), *An evolutionary model of urban systems*, IGU Commission on Urban Development and Urban Life, Bucarest.
- PUMAIN D., SAINT-JULIEN T., eds. (1996), *Urban networks in Europe*, Paris, John Libbey-INED, Congresses and Colloquia, 15, 252 p.

- ROZENBLAT C. (1995), Tissu d'un semis de villes européennes, *Mappemonde*, 4.
- ROZENBLAT C., PUMAIN D., MORICONI F. (1997), *Les formes régionales du peuplement urbain en Europe*, Communication au congrès de l'Institut International de Statistiques.
- SANDERS L. 1992, *Système de villes et synergétique*. Paris, Anthropos.
- STEWART J. Q., WARNTZ W. (1968), Physics of population distribution, in B. Berry et D. F. Marble (eds.) *Spatial analysis, a reader in statistical geography*, New Jersey, Prentice-Hall INC., Englewood Cliffs.