



HAL
open science

Les systèmes de villes et l'intelligence territoriale

Denise Pumain

► **To cite this version:**

Denise Pumain. Les systèmes de villes et l'intelligence territoriale. Maturana Miranda F., Montoya G. J.W. Sistemas Urbanos en américa Latina, El Caribe e Estados Unidos. Un balance en los albores del siglo XXI., Imago Mundi, Universidad nacional de Columbia, pp.13-26, 2021, Sistemas Urbanos en américa Latina, El Caribe e Estados Unidos. Un balance en los albores del siglo XXI. halshs-03326935

HAL Id: halshs-03326935

<https://shs.hal.science/halshs-03326935v1>

Submitted on 26 Aug 2021

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.

Pumain D. (2021) Los sistemas de ciudades y la inteligencia territorial, in Maturana Miranda F. & Montoya G. J.W. (eds) *Sistemas Urbanos en América Latina, El Caribe e Estados Unidos. Un balance en los albores del siglo XXI*. Imago Mundi, Universidad nacional de Columbia, pp 13-26.

Introduction

Denise Pumain

Les systèmes de villes et l'intelligence territoriale¹

Le processus d'urbanisation a profondément transformé l'implantation des sociétés humaines à la surface de la terre. Physiquement, il correspond à une concentration des populations dans des agglomérations de forte densité, dont la dimension, très inégale, a franchi pas moins de quatre ordres de grandeur (de 10^3 à 10^7 en nombre d'habitants) depuis l'émergence des premières villes, il a y quelque 10000 ans. Economiquement, l'urbanisation se traduit par des accumulations de capitaux, de savoirs et de richesses et par la multiplication des réseaux qui accompagnent la création et l'innovation technologique. Socialement, l'urbanisation favorise la diversification et la sophistication croissante des formes d'organisation institutionnelle et politique, avec notamment une intensification et un raffinement des aspects de la division sociale du travail. Culturellement, l'urbanisation, souvent tenue pour synonyme de « civilisation », catalyse l'évolution des mœurs et des représentations collectives à travers le brassage, l'hybridation et l'éducation, en ouvrant les perspectives vers la possibilité d'une meilleure connaissance de la diversité et d'une plus grande acceptation de l'Autre. Toutes ces tendances semblent représenter des progrès pour le devenir de l'humanité, que traduisent à l'échelon individuel les évolutions d'indicateurs synthétiques comme le revenu moyen, l'indice de développement humain, ou encore l'espérance de vie en bonne santé. Pourtant, nous savons aujourd'hui que cette évolution marque aussi l'irruption de l'activité humaine dans les bilans énergétiques et le fonctionnement du système écologique terrestre, qui conduit à proposer une nouvelle strate, dite de l'Anthropocène, dans les âges de la géologie. Les villes, qui ont accompagné et entretenu la surconsommation actuelle des ressources planétaires, ont tellement modifié leur rapport au territoire au cours de cette évolution qu'elles semblent menacées, non seulement dans leur développement futur, mais parfois même pour leur survie, par la raréfaction des matériaux et des sources d'énergie disponibles et par les catastrophes que pourraient

¹ Je remercie Francisco Maturana qui a traduit cette introduction en espagnol pour l'ouvrage qu'il a co-édité avec Jhon Montoya.

engendrer les grands changements climatiques amorcés depuis au moins deux siècles, du fait même des succès de l'urbanisation.

Pourtant, ces villes, qui ont manifesté souvent de grandes capacités de résilience au cours des siècles passés, représentent peut-être une solution au problème qu'elles ont suscité. Leur organisation, partiellement dirigée et partiellement spontanée, en systèmes de villes spatialement distribués, hiérarchisés et complémentaires pour l'exploitation, le contrôle mais aussi la desserte, le maintien et l'adaptation des territoires, est sans doute un atout très important pour la bonne conduite de la « transition écologique » en cours d'implantation dans toutes les parties du monde. Cette transition peut réussir si elle utilise intelligemment les propriétés évolutives des systèmes de villes, permettant d'assurer à la fois la diffusion « *top down* » des régulations internationales et la circulation « *bottom up* » des très nombreuses initiatives locales en faveur de processus techniques et organisationnels qui garantissent le respect de la diversité, biologique, culturelle et géographique. La diversité sous toutes ces formes semble en effet indispensable à la poursuite de l'aventure humaine et urbaine. Encore faut-il comprendre cette dynamique des villes pour savoir et pouvoir en tirer parti. Les géographes ont contribué avec d'autres spécialistes à construire un savoir pertinent sur les systèmes de villes, ancré dans la connaissance et la comparaison de multiples territoires observés à de nombreuses périodes historiques. Je voudrais ici rappeler quelques principaux aspects

1 Le système des villes

L'expression de "système des villes" apparaît dès 1841, dans le texte de J. Reynaud. Le contenu théorique de cette notion a cependant évolué sensiblement. Au XIXe siècle, le terme de système désigne une organisation relativement rigide qui possède un but, qui a une fonction. L'exemple serait le système sanguin ou le système nerveux. L'intérêt de la notion est de mettre l'accent sur les interdépendances entre les parties du système, qui sont entre elles dans des relations de développement commun ou de régulation, et qui forment un ensemble, un tout qui est plus que la somme des parties. La diffusion dans les sciences sociales de modèles issus de la physique ou de la cybernétique s'opère aisément, à propos des systèmes de peuplement. J. Gottmann (1947) ne rappelait-il pas la tentation d'une "thermodynamique sociale", suscitée à Yale par les travaux de Gibbs, dans les années 1910, et ne suggérait-il pas de s'en inspirer pour fonder une méthodologie d'analyse des "carrefours"?

Le transfert intervient dans les années 1960. En 1964, B. Berry, avec son expression fameuse "*cities as systems within systems of cities*", met bien l'accent sur les deux niveaux d'organisation et d'observation pertinents que sont d'une part la ville, considérée comme ensemble de quartiers, d'institutions ou d'acteurs en relations systémiques, et d'autre part le système des villes, organisé par les principes de la théorie des lieux centraux. Dans son ouvrage de 1977, A. Pred identifie la notion de système de villes en appliquant une définition très générale comme "un ensemble, national ou régional, de villes interdépendantes, de telle façon que tout changement significatif dans les activités économiques, la structure professionnelle, le revenu ou la population d'une des villes entraîne directement ou indirectement quelque modification dans les activités économiques, la structure professionnelle, le revenu ou la population d'un ou de plusieurs autres éléments de l'ensemble".

Des recherches empiriques ultérieures portant sur les modalités de l'évolution des systèmes de villes devaient permettre de préciser cette proposition et en particulier la notion de "changement significatif". En effet, ce n'est pas n'importe quelle transformation locale qui est susceptible d'affecter les autres villes du système. Les observations ont montré qu'un très grand nombre des changements, qui interviennent dans les villes au cours d'une durée de quelques années ou de quelques décennies, sont sans effet sur la structure du système, car ils sont communs à toutes les villes (Pumain, Saint-Julien, 1978). D'autres changements, propres à une ville, ne remettent pas non plus en cause la structure du système, car ils ne sont pas suffisamment persistants d'une période à une autre, ce sont de simples fluctuations qui n'altèrent pas la place relative des villes dans le système. Le changement de structure intervient lorsque l'une de ces fluctuations persiste et s'amplifie au point de modifier durablement cette position, le plus souvent pour plusieurs villes à la fois, associées par exemple au développement d'une spécialisation nouvelle. On constate alors une "bifurcation" dans l'histoire du système. La plupart des fluctuations restent sans effet si elles se produisent lorsque le système est sur une trajectoire stable (Pumain *et al.* 1989 ; Pumain 1997).

Certains auteurs ont donc proposé une conception du système des villes, compatible avec l'état actuel des connaissances quant à l'évolution de ces systèmes, qui est proche de celle que décrit la physique des "systèmes ouverts auto-organisés". Derrière la structuration de ces systèmes selon une architecture identifiable parce que persistante, il n'y a pas un opérateur de réseau, ni une finalité politique ou économique explicite, qu'il serait possible de décrire en termes d'une fonction à optimiser. En d'autres termes, les systèmes de villes ne sont pas en équilibre à un

moment donné, ils se transforment sous l'action de processus dynamiques internes et externes (Pumain, 2017). Leur structure est le produit de cette évolution. Parmi les règles qui définissent le passage du processus à la structure, quelques-unes ont été identifiées, certaines ont pu être formalisées, comme celle qui établit la relation entre la croissance des villes et l'organisation hiérarchique du système (Gibrat 1931).

Cette conception permet de résoudre en un concept unifié la dualité organisationnelle entre l'organisation hiérarchique des systèmes de villes assurant le contrôle et la desserte du territoire d'une part, et leur mise en réseau pour l'exercice de fonctions spécialisées variées d'autre part. On n'est plus obligé de concevoir qu'il existe a priori des fonctions différenciées par leur seuil d'apparition ou leur portée, qui vont hiérarchiser les villes en dimension et en espacements comme dans la théorie des lieux centraux de Christaller (1933). Ces fonctions se créent dans les villes, elles émergent du fait d'un processus de division sociale et spatiale du travail qui produit une complexité croissante de niveaux fonctionnels. Ce processus, amorcé depuis l'apparition des villes, quelque 2 à 3000 ans après l'apparition de l'agriculture (Bairoch 1985), s'est considérablement accéléré au cours de la "transition urbaine" intervenue depuis la fin du XVIIIe siècle, qui a transformé les économies agraires en économies industrielles puis tertiaires et qui a modifié la répartition du peuplement, d'un semis assez homogène de villages de quelques centaines d'habitants en une trame de villes assez régulièrement espacées, considérablement plus hiérarchisée, diversifiée et concentrée. Lorsqu'un changement apparaît dans une ville, il est très vite imité et adopté dans les autres villes, du fait de la forte connexité du système qu'elles forment, du moins en termes d'échanges d'information. Le pouvoir d'adaptation au changement est lié à la position relative des villes dans le système en termes de ressources, liées à leur site ou accumulées, et de très nombreux auteurs ont illustré le lien entre vitesse d'adaptation au changement et accumulation antérieure (résumée par la taille des villes) en décrivant un processus de diffusion hiérarchique des innovations dans les systèmes urbains (Pred 1973).

L'analogie avec des systèmes physiques, que ce soit par la théorie des structures dissipatives (Allen & Sanglier 1979) ou par celle de la synergie (Haken 1977 ; Sanders 1992), inviterait à concevoir la dynamique des systèmes de villes comme produite par les interactions entre des "particules" microscopiques qui forment des structures repérables au niveau macroscopique, en sachant par ailleurs que le système est "ouvert", et reçoit de "l'extérieur" un apport d'"énergie" qui facilite son "auto-organisation". Un raisonnement probabiliste tient compte de

l'impossibilité matérielle de connaître à chaque instant l'exacte position et l'état de toutes les particules qui composent le système. La notion de hasard, d'événement aléatoire, est ainsi liée à l'existence de plusieurs niveaux d'observation dans le système. Cependant, un véritable transfert de ce modèle de référence implique que l'on endogénéise au moins pour partie le flux d'énergie qui maintient le système en développement : même si les matériaux terrestres et les énergies actuelles et fossiles sont bien utilisées pour le développement des villes, c'est bien l'énergie constituée par le travail humain et la créativité sociale qui entretient ce développement, donc en grande partie endogène au système. Qu'on le nomme « économies d'agglomération », ou « effet multiplicateur des réseaux » cet effet de synergie est produit par les interactions à l'intérieur et entre les villes, qui suscitent cette émulation, cette co-opétition qui les entraîne dans une coévolution (Raimbault, 2021).

A propos des villes, le niveau "microscopique" peut être assimilé à celui des acteurs individuels ou collectifs qui composent le milieu social d'une ville, qui sont connectés, informés mutuellement de leurs actions, et qui sont en concurrence avec ceux des autres villes pour capter les profits associés à l'exploitation des innovations. Les routes et relations qui unissent les villes d'un même système sont aussi des réseaux sociaux par lesquels transitent les informations. Certains de ces réseaux sont organisés hiérarchiquement, de droit (l'administration), ou de fait (la distribution), d'autres non, et la possibilité de leur captage par une ville du système n'est pas exclue a priori. Une spécialisation réussie à un moment donné résulte de l'exploitation de l'avantage initial conféré par l'adoption précoce d'une innovation économique, sociale ou politique appelée à se développer. L'information concernant la structure du réseau urbain (forme hiérarchique et spécialisations) est connue des acteurs, qui peuvent l'utiliser pour s'y conformer ou pour la contester. En dépit de la diversité de la personnalité des acteurs, de leurs motivations et de leurs actions, l'agrégation de leur comportement produit des régularités qui peuvent être analysées au niveau de l'évolution d'une ville comme de celle du système des villes, assorties d'un facteur "aléatoire", d'un degré d'imprévisibilité d'importance variable qui correspond à l'ignorance dans laquelle on se trouve des décisions prises par les acteurs.

Les recherches manquent encore pour articuler la forme prise par les réseaux sociaux locaux (dans une ville) à celle de l'ensemble des villes. En particulier, on ne sait pas bien ce qui fait l'efficacité d'une "synergie" locale, d'une forme particulière des relations sociales dans une ville, qui selon certains faciliterait son adaptation au changement. On identifie assez mal ce qui constitue des niveaux de complexité différents entre des fonctions inégalement spécialisées et

adaptables, et plus généralement entre des villes de taille différente. La théorie systémique laisse deviner (le tout est plus que la somme des parties) mais n'explique pas pourquoi le niveau fonctionnel d'une ville ayant grandi seule régulièrement est plus élevé, d'une plus grande complexité, que celui d'un ensemble de deux ou plusieurs villes agrégeant le même nombre d'habitants ou d'entreprises mais réunies spatialement depuis peu de temps seulement. Par exemple, la région urbaine de la Ruhr, bien que forte d'une agglomération de population de plus de 10 millions d'habitants, non seulement arrive bien loin derrière Londres et Paris en Europe, mais se classe aussi probablement après Madrid ou Milan, en termes de niveau fonctionnel. Tout se passe comme si, alors que les réseaux sociaux se renouvellent par migration des personnes et d'une génération à l'autre, certains savoir-faire urbains se perpétuaient dans les mêmes lieux, ce qui ne peut se comprendre que par un ensemble d'effets en retour et de contraintes exercées par le lieu sur les acteurs, et par des processus d'apprentissage exigeant un temps assez long pour apporter des résultats significatifs dans la compétition interurbaine.

On touche ici aux insuffisances de l'analogie physique lors de son transfert à une théorie des systèmes de villes. Bien qu'ils prévoient deux processus possibles d'intervention du changement dans la structure des systèmes, par bifurcation du fait de l'amplification d'une fluctuation interne ou de l'irruption d'une perturbation externe, il est très difficile de prendre en compte dans les modèles inspirés des systèmes physiques le phénomène essentiel de l'innovation. Non seulement celle-ci dans les systèmes de villes est très largement endogène, mais par le renouvellement permanent qu'elle induit, elle prend une importance primordiale dans la genèse de la structure du système, par diversification et complexification. Il paraît peu pertinent de ne la considérer que comme une fluctuation ou une perturbation externe. D'autres auteurs proposent d'incorporer à la théorie, non seulement des aspects de dynamique physique, mais encore des processus évolutifs inspirés des théories du vivant. Pour P. Allen (1997), les villes appartiennent à des types de systèmes dans lesquels du nouveau se crée. Cette nouveauté apparaît dans les systèmes, non pas en vertu de l'optimisation de leur fonctionnement d'un moment, mais à la faveur des errements et des "découvertes" ou des "inventions" de déviants. C'est en fait la notion de mutation de la théorie de l'évolution biologique qui reçoit ici une interprétation en termes sociaux. Les modèles issus de cette théorie requièrent de très grands ordinateurs pour simuler l'émergence endogène de la nouveauté. Il n'est pas sûr cependant que l'innovation sociale, avec les processus d'apprentissage qu'elle implique, puisse se modéliser tout à fait comme un phénomène d'ordre biologique.

Pour moi, le système de villes représente une forme d'adaptation au changement engendré par les sociétés humaines, une invention dont la technicité n'est en général guère perçue comme telle, mais qui est le résultat de processus historiques d'auto-organisation. La spécificité évolutive des systèmes de villes est à rechercher dans au moins trois processus conjoints: dans la transition urbaine d'une part, qui fait dériver la quasi-totalité des systèmes de villes par expansion, concentration et diversification d'un semis de peuplement ayant pour fonction originelle l'exploitation agricole d'un territoire; dans le caractère connecté, mutuellement informé et concurrent du réseau que forment d'emblée les établissements humains dès que s'accroissent les densités ou dès qu'apparaissent les villes (la prédation, le commerce, les échanges); et enfin dans le fait que ce réseau est un objet spatial et historique, qui s'enracine dans un territoire ne conservant pas anthropologiquement les mêmes propriétés spatiales au cours du temps. Comme l'ont bien indiqué plusieurs auteurs, la contraction de l'espace-temps (Janelle, 1969) est un processus essentiel qui différencie la dynamique des villes de celle d'autres systèmes évolutifs, et qui restitue à la théorie des systèmes de villes sa dimension spécifiquement géographique.

2 Systèmes de villes, réseaux et territoires

Parmi l'ensemble des sciences sociales, archéologues, historiens et géographes se sont retrouvés dans la recherche d'une théorie qui ne soit pas celle de « la » ville – contrairement par exemple aux économistes construisant une théorie de « la » ville comme moyen de production d'économies d'agglomération (Fujita *et al.* 1999) – mais qui admette d'emblée que les villes se forment en réseaux connectant des villes de tailles et de fonctions différenciées (Pumain 1997 ; Favory *et al.* 2012 ; Garmy 2012 ; Sanders 2017).

En effet, d'après les observations des villes sur la très longue durée, quelles que soient les formes d'organisation politique et économique des sociétés, il semble établi que les villes n'apparaissent jamais de façon isolée, mais toujours (ou disons, selon une fréquence très élevée statistiquement), comme des ensembles de villes connectées par différents types de relations et d'échanges (Renfrew et Poston 1979). Commerce et/ou prédation violente ont permis aux villes d'accumuler des richesses d'une manière encore plus efficace que n'avaient pu le réaliser les villages depuis la « révolution néolithique » (stockage puis invention de l'agriculture), qui avait déjà multiplié par un facteur cent les densités de population par rapport à celles des populations de chasseurs cueilleurs (Demoule 2010). Les villes se distinguent des villages, généralement par l'importance des activités non agricoles qui s'y sont développées. Les économistes ont pris

acte de ce fait en développant une théorie de la base économique des villes : chaque ville devant produire des biens ou proposer des services lui permettant d'acheter les biens de consommation alimentaire qu'elle ne produit pas.

D'un point de vue évolutionnaire, on conceptualise la ville comme une entité faisant partie d'un système de villes, car les villes se sont affranchies des contraintes de limitation des ressources et des incertitudes de leur environnement immédiat (leur *site*) en établissant des connexions avec d'autres sites, pour y trouver des ressources complémentaires et réduire les effets des aléas locaux (Reymond 1971). Elles se construisent ainsi une *situation géographique*, définie en termes d'accessibilité à d'autres sites et à d'autres types de ressources, qui leur permet de résister aux conséquences des aléas naturels (séismes, accidents climatiques, épidémies) ou conflictuels (guerres et prédateurs) intervenant sur leur site et dans leur voisinage. Surtout, grâce aux densités plus élevées, les interactions engendrées par la proximité à l'intérieur des villes et entre les villes élèvent la probabilité d'apparition d'innovations par échange et hybridation des inventions locales, et confèrent aux villes des puissances d'accumulation de ressources bien supérieures à celles des villages.

Dans l'émergence de ces systèmes de villes, on repère classiquement deux principes d'organisation qui correspondent chacun à une des deux grandes définitions de la proximité géographique. Nous appelons *principe territorial* celui qui repose sur la proximité de voisinage, celle qui se mesure en kilomètres, et *principe réticulaire* celui selon lequel la proximité se définit par la capacité d'accès aux communications dans un réseau et qui se mesure par des indices de connexité. Notons bien qu'en réalité, et quelle que soit l'époque, ces deux principes sont toujours étroitement associés dans toutes les pratiques relevant de la proximité (Tobler 1970) : les voisinages proches sont aménagés par des réseaux de voies de circulation permettant les cheminements et acheminements entre ressources et habitats, et les réseaux ne sont effectifs que s'ils mettent en relation des territoires entre lesquels s'effectuent les échanges de ressources, de population et d'information. Mais selon les lieux et les temps de l'histoire, certains types de relations ont pu prévaloir dans la formation des villes et des systèmes qu'elles construisent (Pumain 1992 ; Camagni 1993).

La forme d'organisation la plus fréquente par le nombre des villes qu'elle concerne répond davantage au *principe territorial* : dans toutes les régions du monde les débuts de l'urbanisation se sont traduits par l'émergence de marchés locaux et de foyers d'artisanat, près des centres de

contrôle territoriaux où se localisent le pouvoir et ses symboles, politiques et religieux (Wheatley 1971). La bien connue « théorie des lieux centraux » (Reynaud 1841 ; Christaller 1933 ; Robic 1982) rend compte à partir de règles simples de proximité (recours au service le plus proche, regroupement des services de même niveau dans les mêmes centres) de l'organisation des villes prestataires de production et de services pour leur environnement (Christaller parle de « région complémentaire ») sous forme d'une hiérarchie de lieux centraux. Le regroupement spatial des fonctions de même portée géographique et la forte contrainte de la distance sur les relations s'expriment par des espacements réguliers entre les villes, pour un niveau donné de fréquence de relation (ou de coût du service), et leur échelonnement scalaire produit une hiérarchie de niveaux de centres et des espacements selon le degré de rareté des services offerts.

Cette organisation spatiale et fonctionnelle des systèmes de villes a été observée dans toutes les parties du monde et à toutes les époques (Berry et Pred 1965). Même si certaines propositions de la théorie et surtout les modèles spatiaux qui en ont été déduits ont pu être contestés -car les très nombreuses sources de variations locales ne conduisent qu'à des réalisations partielles ou des approximations de ces principes généraux-, l'établissement des réseaux urbains semble bien s'être effectué partout sous une forte contrainte de proximité sur les pratiques de déplacement, reprenant et indurant pour longtemps dans l'espace géographique différents réseaux déjà agencés à partir des villages, pour l'organisation des communications. La proximité a été très largement prise en compte, non seulement dans la formation spontanée mais aussi dans la conception des systèmes de villes, par les pratiques de déplacement « *bottom-up* » aussi bien que par les injonctions « *top-down* », lorsque se trament sur de plus vastes étendues des plans pour la couverture, la desserte, l'exploitation et la gestion des territoires contrôlés par un pouvoir souverain - on peut en donner comme exemple ici la Chine « découverte » par Marco Polo (Deluz 1989).

Le *principe réticulaire* se traduit par l'émergence de systèmes de villes où les interdépendances se sont construites, moins dans la dépendance des ressources d'un territoire local ou régional, que bien davantage appuyées sur les énormes profits tirés des échanges de produits rares à très longue distance. Ces échanges ont des portées spatiales qui sont sans commune mesure avec les portées plus réduites des interactions spatiales les plus fréquentes autorisées par l'état de la technologie des transports à une époque donnée (Renfrew 1975). Les villes ainsi constituées en réseaux d'étapes le long d'itinéraires, en fonction d'échanges de produits coûteux et convoités,

telles les nombreuses villes des « routes de la soie », forment des réseaux urbains échelonnés le long d'axes de circulation, dont la localisation correspond souvent à de grands accidents de relief ayant dès l'origine facilité les passages ou les navigations (MacKinder 1890 ; Pirenne 1925). Les exemples sont nombreux, pour n'en citer que quelques-uns - pensons aux comptoirs phéniciens (1200 BC) incluant les villes de Tyr, de Chypre, Crète, Sicile, Malte, Cadix en Espagne ou encore Carthage, aux comptoirs vénitiens des XIIIe-XVe siècles répartis tout autour de la Méditerranée, aux villes de la Hanse aux XIIe-XVIIe siècles le long des côtes de la mer Baltique, puis aux villes du commerce « triangulaire » associé aux empires coloniaux européens du XVIe au XIXe siècle-, et plus récemment au chapelet des ports de la route des conteneurs maritimes en Asie (Ducruet, 2008) ou encore aux nœuds des marchés financiers mondiaux qui bouclent en seulement trois grandes étapes le temps quotidien des transactions dans de très puissants centres économiques (New York, Tokyo, Londres). Dans ces réseaux de villes se nouent des interdépendances qui assurent le développement des villes tant que dure l'exclusivité, la profitabilité de ces échanges spécialisés.

L'effet du principe réticulaire se manifeste dans ce qui a été caractérisé comme la « dualité » constitutive des réseaux urbains des pays en développement ayant subi la colonisation (Taaffe *et al.* 1963): à un réseau plus ou moins régulier de « lieux centraux » fondés par les marchés locaux selon le principe territorial s'est superposée une armature urbaine de taille disproportionnée, constituée de quelques très grandes villes, en général portuaires, dont le développement est associé à une économie de toute autre envergure (par exemple trois des quatre plus grandes métropoles de l'Inde sont de ce type, Swerts 2013). Les échanges associés à ces développements urbains exceptionnels diffèrent de ceux des anciens réseaux d'étapes continentales ou maritimes par les fortes asymétries qualitatives et quantitatives de relations de type centre-périphérie. Ces cas se traduisent par une « macro-céphalie » caractéristique de nombreux anciens pays de colonisation (Moriconi-Ebrard 1993).

3 Inégalités hiérarchique et diversité fonctionnelle

Dans la plupart des systèmes de villes, principe territorial et réticulaire ont coexisté pendant la constitution historique des réseaux urbains (Foville 1908 ; Kohl 1841 ; Lalanne 1863 ; Vance 1970 ; Bird 1977). Dans la mesure où ces deux principes traduisent en fait une même contrainte, celle de la proximité et de l'accessibilité, mesurée tantôt par la contiguïté et tantôt par la connexité, il en résulte des conséquences identiques pour la structuration spatiale des systèmes de villes. Un premier effet est la *régularité des espacements entre les villes*. Que la contrainte

s'exprime dans les deux dimensions de la surface, du fait de la concurrence territoriale, ou dans une seule dimension, en fonction de la durée quotidienne disponible pour les voyages dans le cas des étapes sur les voies de la circulation (Reclus 1895), le résultat est le même, les semis de villes sont très souvent bien plus réguliers que des distributions aléatoires de même densité (Pumain 1984).

Une deuxième conséquence observée dans tous les systèmes de villes est la *hiérarchisation des centres* dans ces réseaux de villes. Les inégalités de taille des lieux habités prennent une forme universelle de distribution statistique, très dissymétrique, formalisée souvent par la fameuse « loi de Zipf » - qui résume le fait que, à l'image de la distribution des revenus dans une population, le nombre des villes est inversement proportionnel à leur taille. Cette forme est observée, depuis le temps de l'émergence des villes, dans toutes les régions du monde (Fletcher 1986 ; Liu 1996) et elle conduit aujourd'hui à des inégalités extrêmement fortes, puisque quatre puissances de dix séparent la taille des plus petites « villes » (elles sont environ 60 000 dans le monde actuellement à grouper quelques milliers d'habitants seulement) de celle des plus grandes « mégapoles » (on dénombre environ une quarantaine de ces très grandes agglomérations dépassant la dizaine de millions).

Les modalités des interactions entre les villes sont convoquées pour expliquer ce degré élevé de hiérarchisation, exceptionnel en science entre les éléments identiquement nommés d'un même système. Les explications portent sur les asymétries des interactions (l'échange inégal) qui caractérisent les termes de l'échange entre les lieux concentrant les diverses formes d'expression du pouvoir, qu'il soit politique, économique, capitalistique, informationnel, ou encore spatial en matière d'inégale accessibilité aux autres lieux de profitable interaction.

En fait, la meilleure explication des hiérarchies urbaines réside dans le *processus historique de croissance* des villes interagissant dans un système de villes. Un simple modèle statistique comme celui développé par Robert Gibrat (1931) pour expliquer les inégalités économiques et urbaines démontre comment, dès lors qu'une croissance se répartit entre les éléments d'un ensemble de façon proportionnelle à leur taille, la distribution statistique finale du processus est une distribution lognormale (distribution dissymétrique, c'est le logarithme de la variable qui suit une distribution normale). La croissance des villes est de ce type, fondamentalement (ce qui conduit à mesurer toujours des *taux* de croissance car les quantités de population ajoutée,

que ce soit par les naissances et morts ou par les migrations, ne seraient pas comparables, elles dépendent toujours très fortement de la taille atteinte par la ville).

Toutefois, il serait paradoxal d'admettre que l'explication des hiérarchies urbaines se réduit à un simple processus statistique qui utilise la « loi des grands nombres » et suppose en théorie une totale indépendance entre les éléments du système étudié ! En fait, les écarts observés par rapport au modèle aléatoire de croissance vont souvent dans le même sens et reflètent l'incidence du processus de diffusion des innovations entre les villes (Robson 1973 ; Pumain 1982 ; Lepetit 1988): chaque grande vague d'innovations se traduit par une *diffusion hiérarchique* et parfois par une nouvelle *génération de villes spécialisées*.

La *diffusion hiérarchique des innovations*, tôt repérée et formalisée en géographie par le géographe suédois T. Hägerstrand (1953) explique que les grandes villes, ayant de plus fortes capacités d'attraction et d'assimilation de la nouveauté, sont les premières adoptantes (en dépit de coûts de fonctionnement plus élevés pour toutes les activités) et bénéficient des profits élevés associés à l'exercice des fonctions les plus innovantes. On a démontré plus récemment, notamment en utilisant des lois d'échelle, que lorsque les activités se banalisent elles se diffusent ou se délocalisent vers des villes moins grandes où les coûts sont moins importants, puis se rétractent sur de plus petites villes –ou se délocalisent vers les pays à bas salaires– lorsque leur maintien dans les grandes villes cesse d'être rentable (Paulus 2004 ; Finance 2016). C'est dans les premiers moments de la diffusion que la stimulation de croissance (mesurée par un gain démographique mais aussi et surtout économique) est la plus forte, d'où une tendance au renforcement des hiérarchies urbaines par le haut, par un développement plus important car plus précoce des grandes villes. On observe aussi une « simplification par le bas » des hiérarchies urbaines, les petites villes perdant leur clientèle lorsque l'accroissement de la vitesse des moyens de communication élargit la portée d'action des plus grandes, qui les court-circuitent, sous l'effet de la « contraction espace-temps » (Bretagnolle *et al.* 1998).

Chaque vague d'innovations entraîne en outre une plus forte croissance dans des villes sélectionnées pour leurs avantages spécifiques associés à la nouveauté (gisements miniers pour les activités industrielles, littoraux ou paysages montagnards pour les sites touristiques), qui se repèrent dans des « *générations de villes* » *marquées par ces spécialisations*. Bon nombre de ces impulsions de croissance ne se traduisent pas par des développements urbains durables, les petites villes se rétractant lorsque le cycle de l'activité qui les spécialise entre en phase de déclin

ou de substitution par d'autres activités, les plus démunies pouvant alors achever leur trajectoire en « *ghost towns* », mais quelques réussites spectaculaires viennent atténuer l'inéluctabilité du spectre des « *rust belts* » et font entrer de nouveaux éléments dans le haut des hiérarchies urbaines.

On a pu montrer en outre que même si la manière dont se répartit la croissance urbaine ressemble fortement à un processus aléatoire, faisant se développer les villes connectées dans un même territoire à peu près au même rythme sur la longue durée, certes avec de grandes fluctuations dans le temps et l'espace, les écarts de croissance observés dans la réalité du fait de l'absorption des cycles d'innovation conduisent finalement à plus d'inégalités entre les tailles de villes que celles qui résulteraient d'une simulation effectuée avec le modèle stochastique (Favaro et Pumain 2011 ; Cura *et al.* 2017). Ainsi, au fil du temps, les grandes villes creusent l'écart avec les petites, l'effet incrémental du différentiel de croissance étant produit par les asymétries des échanges.

En résumé, les plus grandes villes se sont développées de façon progressive et procèdent pour la plupart de lieux habités antérieurs, villages ou lieux d'extraction de ressources diverses. Ce sont les interactions qui interviennent entre les villes qui soutiennent leur croissance : l'intuition de Fernand Braudel (1979), selon laquelle ce ne sont pas nécessairement les plus grandes villes qui à un moment de l'histoire deviennent les centres d'une « économie-monde », mais bien celles qui sont le mieux reliées à d'autres villes dans des réseaux de communication, a été testée par de Vries (1984) qui a calculé pour chacune des villes européennes entre 1500 et 1800 un « potentiel d'interaction » avec les autres villes en utilisant un modèle gravitaire et montré la corrélation de cette valeur avec l'évolution du poids économique des villes qui a fait basculer le centre de l'économie-monde de Venise au XVI^e siècle vers les villes des Pays-Bas à partir de 1650 puis à Londres en 1800.

Mais comment expliquer l'existence et la durabilité de la croissance générale des villes ? Depuis longtemps, on a souligné la capacité des entités urbaines à engendrer et adopter des innovations, qu'elles suscitent tout en les utilisant pour se transformer (Pred 1973 et 1977), ce qui en fait des *systèmes adaptatifs*. Chaque grande vague d'innovations se traduit par et entraîne une démultiplication de la division du travail, des artefacts matériels et des formes d'organisation et de représentations sociales, qui soutiennent la croissance des villes, lesquelles ont suscité ces innovations dans la concurrence et l'émulation qu'elles entretiennent entre elles. Ces effets de

feedbacks expliquent à la fois la persistance des hiérarchies urbaines sur de longues durées et la prolongation des spécialisations de certaines villes, dont l'image se maintient dans les représentations bien au-delà de l'effet de sélection initial qui leur a conféré un profil productif ou social particulier.

4 Adaptation et dépendance à la trajectoire

Devant la transformation accélérée des sociétés et des économies au cours des cinquante dernières années, la grande persistance des hiérarchies urbaines a de quoi déconcerter : on trouve par exemple des corrélations de l'ordre de 0,8 entre le rang occupé par les quelque 200 plus grandes villes en Europe en 1800 et celui qu'elles ont atteint actuellement, on peut aussi noter la stabilité du rapport de dimension entre la taille de Paris et celle de la deuxième ville depuis plusieurs siècles dans ce pays très centralisé qu'est la France, ou encore la relative constance de la géographie des grandes villes en Chine ou en Inde, en dépit de croissances économiques à deux chiffres et d'une urbanisation galopante quoique tardive (Swerts 2013). Mais ces persistances, loin de manifester une propriété d'inertie des territoires, comme on le suggère trop souvent, révèlent en fait la formidable capacité de transformation apportée par l'organisation des villes en systèmes connectés. C'est parce que les villes en réseau se transforment toutes ensemble de la même façon, et à peu près à la même vitesse, grâce à la circulation des informations dans un contexte de concurrence pour l'attraction des populations et des ressources et leur valorisation, que la structure définie par les hiérarchies et les spécialisations urbaines ne se modifie que peu ou très lentement (Pumain et Saint-Julien 1978). C'est en effet principalement par les villes et les systèmes de villes que se réalise une adaptation plus ou moins continue du territoire à l'innovation. Si l'on peut expliquer l'émergence des systèmes de villes de façon indépendante en quatre régions du monde (Indus, Mésopotamie, Chine du sud, Amérique centrale) par des conditions locales similaires (Bairoch 1985 ; Diamond 1997), c'est avant tout par *l'échange d'informations* qu'il faut expliquer la *co-évolution* des villes (une *transformation adaptative*) dans un système connecté par des voies de communication (Tornqvist 1973 ; Pumain et Saint-Julien, 1978 ; Paulus 2004).

Les villes peuvent ainsi être conceptualisées et modélisées, à deux échelons géographiques, comme des adaptateurs dans l'espace-temps des sociétés. Si l'on voulait réduire la description des villes et des systèmes de villes à leurs principaux schémas d'interactions constitutifs de leurs principales propriétés émergentes, par exemple pour formaliser des algorithmes permettant la simulation de ces systèmes complexes, on pourrait imaginer une représentation

sous forme d'agents pratiquant des échanges d'information et d'artefacts dans un environnement constitué de réseaux organisés à deux échelons géographiques conçus en termes d'espace-temps (Pumain 1997 et 2004).

Les villes sont ainsi structurées par des *interactions quotidiennes*. Le temps critique qui caractérise cet espace-temps formalisé pour traverser les époques et les cultures serait la durée du trajet, estimée à environ 1 heure, consentie pour pratiquer des « interactions fortes » c'est-à-dire fréquentes, chaque jour dans cet espace (figure 1 et figure 2). En moyenne, ce sont trois lieux différents par jour et par personne qui sont fréquentés par les agents pour conduire leurs diverses activités dans la ville. Ceux-ci utilisent pour leurs déplacements des réseaux à vitesse relativement faible : longtemps la marche à pied n'a guère permis d'extension du diamètre des villes au-delà d'un rayon de quatre à cinq kilomètres, et la motorisation des déplacements depuis 1800 n'a permis d'augmenter cette vitesse que jusque vers 25km à l'heure, compte tenu des obstacles dans un milieu urbain dense, ce qui représente une multiplication par un facteur 5 (Bretagnolle 1999). Ces paramètres élémentaires décrivant les interactions dans l'espace-temps des villes sont suffisants pour expliquer comment sont engendrées les structures fortes observées dans la plupart des villes, propriétés émergentes de la dynamique de ces systèmes complexes conceptualisées sous l'expression de « champ urbain », et qui rassemblent les gradients de densité centre-périphérie, les structures fractales des constructions et des fonctions urbaines, et même les ségrégations socio-spatiales des populations et de leurs activités en fonction des prix fonciers et immobiliers et de l'accessibilité.

Pour le contrôle des territoires et des réseaux par des *interactions moins fréquentes mais de longue portée*, c'est le système des villes qui joue le rôle d'adaptateur socio-spatial. Le temps critique de déplacement a été estimé à une journée (autrefois expliquant l'espacement des villes-étapes, de 10 à 15 km au temps de la marche à pied, aujourd'hui permettant des relations de travail par exemple entre toutes les grandes villes européennes pourvues d'aéroports ou de gares TGV) pour des interactions faibles, en moyenne bien moins fréquentes que celles connectant les lieux d'activités quotidiennes, mais s'effectuant dans des réseaux de bien plus grande vitesse, la motorisation ayant permis une multiplication par un facteur d'environ 40 depuis 1800. Nous avons vu comment ce sont ces interactions qui expliquent les propriétés émergentes des systèmes de villes, incluant hiérarchie des tailles et diversité fonctionnelle.

La plasticité adaptative des systèmes de villes qui permettent la transformation des territoires au cours des siècles tout en maintenant leurs interactions fonctionnelles dans certains rapports dimensionnels d'espace-temps se traduit aussi par ce qui a été nommé *path dependency* en dynamique des systèmes et que je propose de traduire par « enchaînement historique » ou comme le propose Cécile Tannier « dépendance à la trajectoire ». En effet, la structure et l'évolution d'un système persistant sont en partie contraintes par la succession des bifurcations (événements structurants) qui ont jalonné son histoire. Nous avons ainsi pu repérer trois grands types de morphologie dans les systèmes de villes, qui manifestent des effets géo-historiques plus « conjoncturels » dans leur longue histoire adaptative (Bretagnolle *et al.* 2007 ; Pumain *et al.* 2015): dans les pays de peuplement ancien, comme l'Europe ou l'Asie, un processus relativement continu d'urbanisation depuis plusieurs millénaires se traduit par une plus forte densité de villes, mais aussi une plus grande fréquence des villes petites et moyennes que dans d'autres parties du monde. Dans les pays d'urbanisation plus récente, de l'ordre de trois ou quatre siècles à la suite de colonisation de peuplement, les espacements interurbains sont plus larges, et les contrastes hiérarchiques plus prononcés, car des formes d'interaction avec des moyens de communication plus rapides dès l'origine des villes ont produit des concentrations urbaines moins nombreuses mais plus fortes, comme on peut l'observer aux États-Unis, en Australie ou encore en Afrique du Sud. Enfin, dans les pays ayant subi une colonisation se repèrent encore une dualité d'organisation des réseaux urbains que nous avons décrite ci-dessus. C'est donc la forme prise par les interactions entre les villes, qui, entretenue par enchaînement historique, maintient des différences qualitatives entre les grandes formes d'urbanisation dans le monde dont cet ouvrage donne maintes illustrations pertinentes à propos de l'Amérique latine.

Conclusion

Le point essentiel de la théorie évolutive est de prendre en considération la dimension spatio-temporelle du fait urbain. Il s'agit de relier le développement des villes aux très nombreuses et diverses interrelations qui font des villes, depuis leur émergence, des entités qui ne sont pas isolées, mais au contraire interdépendantes dans leurs évolutions, au point de constituer des « systèmes de villes ». Ces systèmes sont des adaptateurs sociaux, complexes, multi-scalaires et ouverts. La dynamique de ces systèmes de villes, bien qu'elle doive toujours être replacée dans un contexte de temps et d'espace, comporte des régularités qui la rendent en partie comparable et prévisible, d'un système à l'autre et pour certaines échelles de temps. Ce sont les interactions d'échelon micro-géographique, formées des multiples interventions de très

nombreux acteurs, qui produisent les « comportements » des villes et des systèmes de villes à des échelons méso- et macro-géographiques, du fait des feedbacks complexes et réflexifs introduits par les pratiques des acteurs. Il importe que ces personnes et les institutions soient informées de cette connaissance des dynamiques urbaines, pour tirer parti de l'intelligence territoriale collective et réussir au mieux les importantes adaptations exigées par les tensions écologiques et sociales de notre époque.

Bibliographie

Allen P, Sanglier M, 1979, A dynamic model of growth in a central place system. *Geographical Analysis*. 2 256-272

Allen P M, 1997 *Cities and regions as self-organizing systems; models of complexity* (Gordon and Breach Science Publishers, Amsterdam) 275p.

Bairoch P. 1985, *De Jéricho à Mexico*. Paris, Éditions Gallimard.

Berry, B. J. (1964). Cities as systems within systems of cities. *Papers in regional science*, 13(1), 146-163.

Berry, B. J. L. and Pred, A. 1965. *Central Place Studies: A Bibliography of Theory and Applications*. Philadelphia, Regional Science Research Institute.

Bird J. 1977, *Centrality and cities*. London, Routledge.

Braudel F. 1979, *Civilisation matérielle, économie et capitalisme (XV^e – XVIII^e siècle)*, Paris, Armand Colin, 3 vol.

Bretagnolle A. 1999, *Les systèmes de villes dans l'espace-temps : effets de l'accroissement de la vitesse des déplacements sur la taille et l'espacement des villes*, Université Paris I Panthéon-Sorbonne, Thèse de doctorat.

Bretagnolle A., Pumain D., Rozenblat C. 1998, Space-time contraction and the dynamics of urban systems, *Cybergeo : European Journal of Geography* , 61.

Bretagnolle A., Pumain D., Vacchiani-Marcuzzo C. 2007, Les formes des systèmes de villes dans le monde, in Mattéi M.-F., Pumain D. (dir) : *Données urbaines*, 5, 301-314.

Camagni, R. P. 1993, From City Hierarchy to City Network: Reflections About an Emerging Paradigm, in T. R. Lakshmanan and P. Nijkamp (eds.), *Structure and Change in the Space Economy: Festschrift in Honor of Martin J. Beckmann*, New York: Springer-Verlag, 66–87.

Christaller W. 1933, *Die Zentralen Orte in Süddeutschland : eine Ökonomisch-Geographische Untersuchung Über die Gesetz Massigkeit der Verbreitung und Entwicklung der Siedlungen mit Städtischen Funktionen*, Fischer Verlag, Jena.

- Cura R., Cottineau C., Swerts E., Ignazzi C.A., Bretagnolle A., Vacchiani-Marcuzzo C., Deluz C. 1989, Villes et organisation de l'espace : la Chine de Marco Polo, in : *Villes, bonnes villes, cités et capitales. Mélanges offerts à Bernard Chevalier*, Tours, 167-168.
- Demoule J.-P. 2010, *La révolution néolithique dans le monde*, Paris, Éditions CNRS.
- Diamond J. 1997, *Guns, Germs, and Steel: The Fates of Human Societies*, Éditions Norton & Company.
- Ducruet C. 2008, Typologie mondiale des relations ville-port. *Cybergeo, Revue Européenne de Géographie*, 417.
- Favory F., Nuninger L., Sanders, L. 2012 Intégration de concepts de géographie et d'archéologie spatiale pour l'étude des systèmes de peuplement, *L'Espace Géographique*, 4 295-309.
- Finance O. 2016, *Les villes françaises investies par des capitaux étrangers : des entreprises en réseaux aux établissements localisés*, Université Paris I Panthéon-Sorbonne, thèse de doctorat.
- Fletcher R. 1986, Settlement Archaeology : World-Wide Comparison. *World Archaeology*, 18, 1, p. 59-83.
- Foville de A. 1908, Les villes et les routes. Théorie de Léon Lalanne. *Revue économique internationale*, 358-368.
- Fujita M., Krugman P., Venables A.J. 1999: *The spatial economy: cities, regions and international trade*. New York, Wiley.
- Garmy R. 2012, *Villes, réseaux et systèmes de villes*. Paris, Arles, éditions Errance, 329 p.
- Gibrat R. 1931, *Les inégalités économiques*. Paris, Sirey.
- Gottmann J., 1947, "De la méthode d'analyse en géographie humaine", *Annales de géographie*, p. 1-12.
- Haken H, 1977 *Synergetics, an Introduction: Nonequilibrium Phase Transitions and Self-Organization in Physics, Chemistry, and Biology* . New York, Springer-Verlag,
- Kohl J.G. 1841, *Der Verkehr und die Ansiedelungen der Menschen in ihrer Abhängigkeit des Gestaltung der Erdoberfläche*, Dresden/Leipzig, Arnold.
- Lalanne L. 1863, "Essai d'une théorie des réseaux de chemin de fer, fondée sur l'observation des faits et sur les lois primordiales qui président au groupement des populations", *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. 57, 2e semestre, 206-210.
- Lepetit B. 1988, *Les Villes dans la France moderne (1740-1840)*, Paris, Albin Michel, 490 p.
- Liu L. 1996, Settlement patterns chiefdom variability and the development of early states in North China. *Journal of Anthropological Archaeology*, 15, 3, p. 237-288.

- Mackinder H.J. 1890, "The physical basis of political geography", *Scottish geographical magazine*, VI, 78-84.
- Moriconi-Ebrard F. 1993, *L'urbanisation du monde depuis 1950*. Paris, Anthropos.
- Paulus F. 2004, *Coévolution dans les systèmes de villes : croissance et spécialisation des aires urbaines françaises de 1950 à 2000*. Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, thèse de doctorat.
- Pirenne H. 1925, *Les villes du Moyen-Âge*. Paris, PUF.
- Pred A. 1973, *Urban growth and the circulation of information: the United States system of cities, 1790-1840*. Cambridge (Mass.), Harvard University Press.
- Pred A. 1977, *City systems in advanced societies*. London, Hutchison.
- Pumain D. 1982, *La dynamique des villes*. Paris, Economica.
- Pumain D. 1984, L'évolution séculaire de la trame urbaine, in Quant T. (éd) *Géoscopie de la France*, Paris, Minard, 153-174.
- Pumain, D. 1992. Urban Networks versus Urban Hierarchies? *Environment and Planning A* 24, 1377-1379.
- Pumain D. 1997, Vers une théorie évolutive des villes. *L'Espace Géographique*, 2, 119-134.
- Pumain D., Saint-Julien T. 1978 *Les dimensions du changement urbain*. Paris, CNRS.
- Pumain D., Swerts E., Cottineau C., Vacchiani-Marcuzzo C., Ignazzi A., Bretagnolle A., Delisle F., Cura R., Lizzi L., Baffi S. 2015 : Multi-level comparison of large urban systems. *Cybergeo, European Journal of Geography*, 706.
- Raimbault, J. (2021). Modeling the co-evolution of cities and networks in Neal Z. and Rozenblat C. (eds) *Handbook of Cities and Networks*. Edward Elgar Publishing.
- Reclus E., 1895, The evolution of cities, *The Contemporary Review*, 67, 2, 246-264.
- Renfrew C. 1975, Trade as action at a distance : question of integration and communication, in Sabloff A. et Lamberg-Karlovsky C.C. (eds): *Ancient civilization and trade*. Albuquerque, University of New Mexico Press, 3-59.
- Renfrew C. and Poston T. 1979, Discontinuities in the endogenous change of settlement pattern, in: Renfrew C. & Cooke K.L. (eds), *Transformations: Mathematical approaches to culture change*. Academic Press, 437-461.
- Reymond H. 1981, Une problématique théorique, in Isnard H., Racine J.-B., Reymond H. *Problématiques de la géographie*, Paris PUF.
- Reynaud J. 1841, Villes, dans *Encyclopédie nouvelle*, Paris, éd. par C. Gosselin, t. VIII, 670-687.

- Robic M.-C., 1982, Cent ans avant Christaller, une théorie des lieux centraux, *L'Espace Géographique*, 1, 5-12.
- Robson B. 1973, *Urban growth, an approach*. London, Methuen.
- Sanders L. 1992, *Systèmes de villes et synergétique*. Paris, Anthropos.
- Sanders L. (éd), 2017, *Peupler la terre. De la préhistoire à l'ère des métropoles*. Tours, Presses Universitaires François Rabelais.
- Swerts E. 2013, *Systèmes de villes en Inde et en Chine*. Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, thèse de doctorat.
- Taaffe E., Morrill R., Gould P. 1963, Transport extension in underdeveloped countries, *Geographical Review*, 4, 503-529.
- Tobler W. R. 1970, A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region. *Economic Geography*, Vol. 46, Supplement: Proceedings, International Geographical Union. Commission on Quantitative Methods (Jun., 1970), 234-240.
- Tornqvist G.E. 1973, Systems of Cities and Information Flows, *Lund Studies in Geography*, Serie B, 38.
- Vance J. E. 1970, *The merchant's world: the geography of wholesaling*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- De Vries 1984, *European Urbanization 1500-1800*. London, Methuen.
- Wheatley P. 1971 *The pivot of the four quarters*. Chicago, Éditions Aldine.