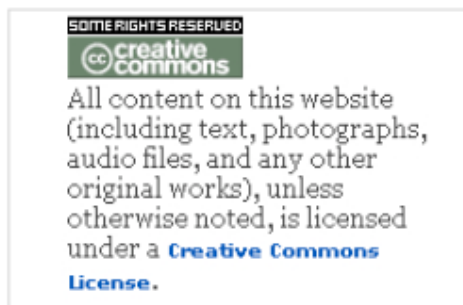


Systemic Complexity for human development in the 21st century
Systemic Complexity : new prospects to complex system theory
7th Congress of the UES **Systems Science European Union** Lisbon, Dec. 17-19, 2008



ShareAlike

This work is licensed under the
Creative Commons
Attribution-NonCommercial-NoDerivs
License

Ce travail est protégé par une licence
Creative Commons

(559 Nathan Abbott Way, Stanford, California 94305, USA)

au profit de l' association

APOCOSIS

ISBN: 978-972-9059-05-6

Il peut être copié et distribué gratuitement, uniquement dans un but non-commercial, mais sans modification, et à condition que soit indiqués
It can be copied and distributed, only in a non-commercial purpose, but without modification, and provided with the indications of

the origin/la source : <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Lisboa08/cambien.pdf>

the title/le titre : [Urban Modelling: emergence of a systemic approach of urban development.](#)

the author/l'auteur : **CAMBIEN Aurore**

the pages/la pagination : **10 p.**

the year/l'année : **2008**

& the book/la publication: [7th Systems Science European Union Congress Proceedings, Lisboa, Portugal.](#)

Attribution Non-Commerciale, Partage À l'Identique
Urhebernennung, Nicht-kommerziell, Gegenseitigkeit
Atribución No comercial, Compartir en igualdad
Atribuição Não-Comercial, Partilha em Igualdade



Urban Modelling: emergence of a systemic approach of urban development

Aurore CAMBIEN

[Certu](#)

aurore.cambien@developpement-durable.gouv.fr

Résumé

L'émergence de l'approche systémique a contribué au développement de la modélisation comme outil de compréhension des systèmes étudiés et d'exploration des possibles. Or, la modélisation a complètement partie liée avec la conception du monde. Elle est à la fois le résultat de la prise de conscience de la complexité et le moteur/déterminant d'un bouleversement des conceptions du monde – on se souvient de l'impact des modèles développés dans le cadre du Club de Rome.

Dans le champ de l'urbain, la modélisation a de même contribué à renouveler et à enrichir notre compréhension des phénomènes observés. Cette courte histoire de la modélisation urbaine explicite en quoi le passage de modèles économiques classiques à des modèles systémiques est en train de modifier profondément notre conception du fonctionnement urbain et notre approche de la pratique urbaine. En d'autres termes, ce papier montre en quoi la modélisation urbaine, depuis les années 70, permet d'appréhender toute la complexité systémique du développement urbain au 21^{ème} siècle pour mieux agir sur elle.

Abstract

The emergence of systems thinking has contributed to the development of modeling as a way to better understand systems and to explore possible futures. In a sense, the practice of modeling is completely linked with our conception of the world. Modeling is both the result of us becoming aware of complexity and is also a determiner of a shift in our perception of the world – one can remember the impact of the models of the Club of Rome in the beginning of the 70s. In the field of urban research, the practice of modeling has also renewed and enriched our perception of urban phenomena. This brief history of urban modeling tries to clarify to what extent the evolution from economical models to systemic models has been deeply modifying our understanding of urban development and our practice of urban planning. In other words, this paper shows how urban modeling since the 70s has tried to consider the whole systemic complexity of urban development in the 21st century in order to deal more effectively with urban issues/to answer more effectively to urban questions/to act more effectively on urban problems.

Key words: systemic, modelling, urban complexity, agent based models,

La modélisation et la ville : fondements historiques

Les représentations ou modélisations de la ville sont d'abord marquées par la prégnance de la vision économique sur le monde.

Les premiers modèles : l'économie spatiale

Dès le 19ème siècle, les travaux d'économie spatiale s'appuient sur des modèles théoriques. Ces modèles d'urbanisation visent à étudier et à prévoir l'occupation du sol entre les différentes activités : activités résidentielles, activités économiques, et équipements. L'analyse théorique des phénomènes de localisation des agents économiques, entreprises et ménages, est donc relativement ancienne. Elle remonte à 1830 quand Von Thunen, gentilhomme prussien analyse l'influence de l'espace sur les implantations agricoles, les coûts de production et les prix des terrains.

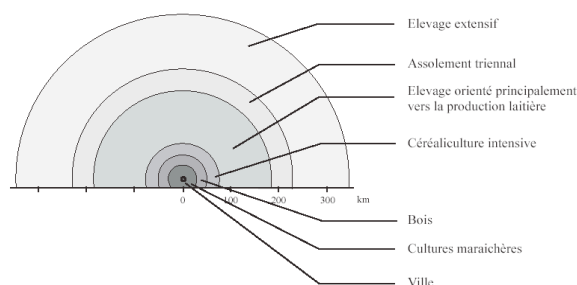


Figure 1 : Von Thünen Model

Ses recherches sont encore considérées comme une référence en matière de développement rural. Von Thünen est parti de l'idée d'"Homo Economicus" selon laquelle le producteur cherche à maximiser le profit de sa terre. Un tel profit repose sur l'utilisation optimale des surfaces et des coûts de transport. Von Thünen conclut que la production d'une denrée ne vaut la peine qu'à une distance donnée du marché. En dehors de cette distance, soit le coût de la terre (rente foncière) ou de transport devient trop élevé, soit une autre culture est plus rentable. Les produits ayant des coûts de transport élevés (légumes, lait dans le cadre du calcul de l'époque) sont localisés où la rente foncière est la plus élevée. A l'inverse, les produits ayant des coûts de transport plus faibles (bétail vif par exemple) sont localisés dans les zones les plus éloignées du marché. Le modèle repose sur un certain nombre d'hypothèses qui ne sont jamais réalisées dans la réalité. Toutefois son modèle a servi à interpréter le schéma urbain de la ville de Chicago. Son modèle d'économie spatiale constitue bien une première tentative de modélisation d'un phénomène urbain.

Un siècle plus tard, August Lösch, démographe allemand, propose des méthodes de découpage de l'espace en zones homogènes qui permettent l'analyse spatiale des phénomènes. Les travaux de Lösch seront repris par son compatriote Christaller et l'américain Zipf qui développent la Théorie des places centrales et la loi rang-taille. Ils parviennent à une modélisation simple de l'implantation et de la taille des centres urbains aux Etats Unis.

Dès le 18ème siècle, sont menés par ailleurs des travaux importants sur les valeurs foncières. Les modèles basés sur la théorie de la croissance urbaine s'inscrivent dans la continuité de ces travaux. Ils tentent d'expliquer le comportement des ménages et des activités économiques en cherchant un compromis entre la proximité (ou pénibilité du trajet), la disponibilité de terrain et son prix. En 1964, fondant ainsi l'économie urbaine, William d'Alonso élabore un modèle mettant en lien migration et évolution de la distribution de la population.

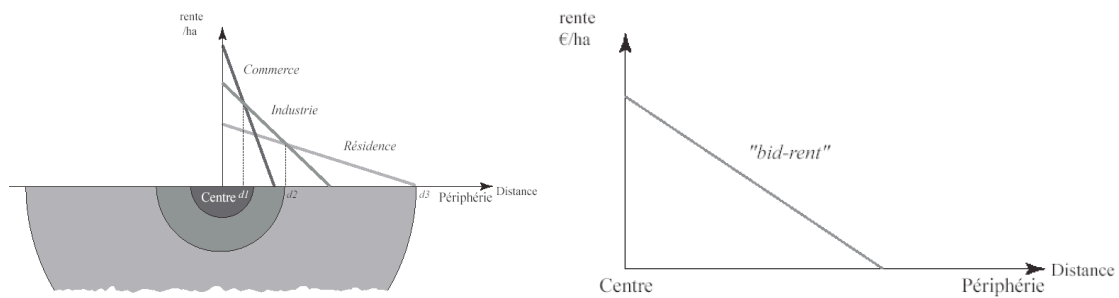


Figure 2 : Modèle d'économie urbaine, Alonso, 1964

D'après cette théorie, l'organisation spatiale de l'utilisation du sol est déterminée par la valeur foncière, elle-même liée aux coûts de transport. Chaque activité possède sa propre courbe de la rente qu'elle accepte de payer en fonction de la distance au centre.

Les modèles de l'écologie urbaine

De leur côté, les sociologues et les démographes se sont également préoccupé de l'analyse spatiale des distributions de populations. Ainsi, la naissance de l'écologie urbaine dans les années 20 va dans ce sens. L'écologie urbaine consiste en l'étude des interactions entre les êtres vivants et la ville. C'est l'école de Chicago qui est réputée être à l'origine du premier courant d'écologie urbaine. Cette école marque aussi le début de l'application des sciences sociales à la ville, et plus généralement au phénomène urbain. L'écologie urbaine postule une interdépendance entre le citadin et son environnement urbain. Cette discipline propose des représentations de la ville, des modèles explicatifs. La ville est d'abord décrite sous forme d'aires plus ou moins naturelles par l'école de Chicago. Elle est vue comme un lieu source et puits, de flux et d'énergies, avec des impacts directs et indirects complexes vis à vis de la biodiversité et de la biosphère ou du climat.

Dans ce domaine la référence est le modèle de Burgess (1925), sociologue américain de l'école de Chicago, qui a étudié sur le plan qualitatif les itinéraires socio-spaciaux des populations de plusieurs villes américaines. Le modèle qu'il propose est celui d'un schéma concentrique d'organisation de l'espace urbain. Il s'applique plus spécifiquement, comme nous pouvons le voir ci-dessous, à l'organisation des villes américaines.

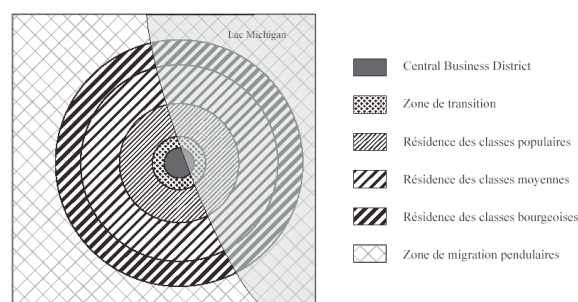


Figure 3 : Modèle de Burgess, 1925

Le modèle de Hoyt, en 1939, s'appuie sur l'idée que des conditions naturelles particulières ou des lignes de communication favorables ont un effet structurant sur les zones avoisinantes qu'elles rendent plus attractives. L'évolution de la ville ne s'effectue pas en cercles réguliers, mais en arcs de cercles ou en secteurs.

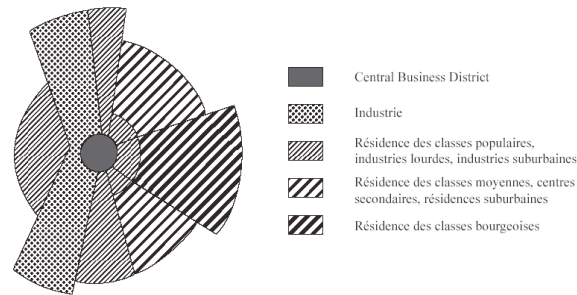


Figure 4 : Modèle de Hoyt, 1939

Ullman et Harris, en 1945, partent de l'hypothèse qu'il existe, dans une agglomération, différents noyaux caractérisés par leur fonction différente et articulés par des axes de transport. Ces différents noyaux sont liés les uns aux autres : certaines fonctions se repoussent, d'autres s'attirent, d'autres encore dépendent des caractéristiques du site. Ainsi, les activités bancaires et les sièges d'entreprise auront tendance à se localiser dans le même noyau.

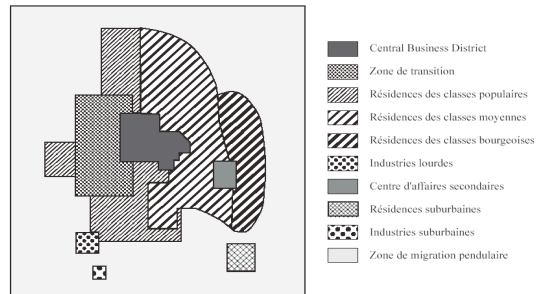


Figure 5 : Modèle de Harris et Ullman, 1945

Des modèles théoriques d'explication des processus urbains sont donc élaborés depuis le siècle dernier. Bien que ces modèles n'apportent que de faibles justifications théoriques souvent dépassées et limitées pour décrire la situation actuelle, ils ont fourni une base solide pour les expériences modélisatrices qui suivirent. Toutefois, ce n'est qu'à partir de la deuxième moitié du 20ème siècle qu'il est possible d'identifier un véritable tournant, une rupture dans le domaine de la modélisation urbaine.

La révolution systémique

Le développement de l'approche systémique bouleverse les pratiques dans le champ de la modélisation urbaine. Dans cette partie, nous nous intéressons à l'émergence et au développement de l'approche systémique et à ses conséquences sur le champ de la pensée urbaine, et notamment de la modélisation.

Qu'est-ce qu'un système ?

La XXème siècle connaît des bouleversements scientifiques qui ébranlent la confiance en la toute puissance du cartésianisme. La prise de conscience des limites de la pensée classique pour comprendre un monde qui apparaît dans toute sa complexité aboutit au développement d'un courant de pensée connu sous le nom de systémique.

Le concept de système est au cœur de cette approche. Du grec « sustema » qui signifie ensemble, le terme système renvoie à l'idée de globalité. Un système est un ensemble d'éléments en interaction les uns avec les autres défini par sa structure - organisation dans l'espace des différents éléments - et par son comportement dans le temps.

Le concept de système s'articule avec d'autres notions qui servent à le caractériser. La structure d'un système est définie par un ensemble d'éléments, en relation les uns avec les autres, séparé d'un environnement par une frontière. Cette structure induit le fonctionnement du système que l'analyse des échanges de flux entre éléments, des délais existant et des boucles de rétroaction permet de comprendre. Il s'agit notamment d'identifier les objectifs ou finalités du système. L'identification des sous systèmes permet de construire l'arborescence du système.

L'approche systémique consiste à concevoir tout problème complexe comme un tout, un ensemble d'éléments faisant système, dont il s'agit de mettre à jour la structure afin d'en comprendre le fonctionnement. Dans cette quête, la compréhension des relations entre les éléments constitutifs du système est conçue comme plus éclairante que l'analyse des éléments eux-mêmes. Elle permet en effet d'identifier l'ensemble des leviers sur lesquels agir de manière globale afin d'infléchir le comportement du système en minimisant les effets non souhaités.

La ville, un système complexe

La ville, ou de manière générale la question urbaine, peut être conçue comme un système complexe. Selon la problématique étudiée, le système urbain considéré ne sera pas nécessairement identique. Il n'existe donc pas un seul système ville, mais autant de systèmes que de problématiques.

De manière générale, l'objet ville est composé de multiples éléments, articulés entre eux au sein de sous systèmes urbains, et qui sont en interaction dynamique. Ces interactions sont à l'origine du comportement dans le temps du système urbain. Les réseaux de communication sont ainsi les éléments les plus permanents de la structure physique des villes. La distribution de l'occupation des sols constitue de même un élément relativement stable de la structure du système urbain. Sur cette structure qui évolue lentement, les lieux d'emplois et les logements sont des éléments du système urbain dont l'évolution est un peu moins lente. L'emploi et la population sont des éléments qui eux peuvent changer rapidement. Ces éléments sont en interaction les uns avec les autres à travers les relations économiques et les flux physiques, informationnels et financiers. Selon la problématique étudiée, c'est tel ou tel aspect de cette description générale qui sera développé et modélisé.

Analyses systémiques de la ville

La ville est donc un système complexe et invite à une saisie systémique de ses problématiques. Le développement de l'approche systémique a suscité un certain intérêt et de nombreux travaux dans différentes disciplines. Parmi ces travaux, quelques uns se sont précisément intéressés à la question urbaine.

Jay Forrester, inventeur de la dynamique des systèmes, s'emploie à élargir le champ d'application de sa méthodologie d'abord restreint à l'entreprise. Dans les années 60, il élabore un modèle de comportement dynamique d'une aire urbaine, connu sous le nom de dynamique urbaine. La publication en 1969 de *Urban Dynamics* de Jay Forrester, synthèse de ses travaux, rompt délibérément avec les tentatives d'élaboration de modèles explicatifs généraux de la croissance urbaine qui s'étaient multipliés durant les années 60 aux Etats Unis. Son modèle, doté d'un langage informatique nouveau, sous tendu par la théorie générale des systèmes, est tourné vers l'exploration à long terme de l'avenir des grandes villes et l'étude des conséquences lointaines des décisions de politique urbaine. Sur le premier point, les projections ont été effectuées à 250 ans et conduisent généralement à des positions d'équilibre stable après des phases de croissance et de déclin des principales grandeurs économiques. Mais les limites du modèle – qui concernent notamment la question de la spatialisation – rendent difficile l'évaluation de telles conclusions. Sur le deuxième point, l'apport de Forrester est intéressant. L'auteur nous montre que les politiques classiques échouent le plus souvent

à résoudre les problèmes et aggravent même la situation initiale. Il analyse ainsi les effets de huit politiques de rénovation urbaine. Il tire deux conclusions de son étude sur le système urbain : c'est un système contre intuitif, et c'est un système extrêmement robuste, peu sensible à des modifications dans les valeurs des principaux paramètres ou des variables d'entrée du modèle. La réaction aux simulations de politiques urbaines est lente et évolutive.

Dans les années 80, d'autres disciplines s'intéressent à la question urbaine de manière systémique. A côté des travaux de dynamique des systèmes, il existe d'autres écoles qui développent des approches systémiques de la ville. Ainsi, l'école de Stuttgart propose des modèles de migration, des modèles de cycles économiques, des modèles de péri urbanisation ou encore des modèles de compétition de ville. Weidlich et Hagg [WEIDLICH&HAAG, 1988], qui utilisent les concepts de la physique théorique, ont travaillé, par exemple, sur la question des migrations inter régionales.

La géographie quantitative

La ville, conçue comme système complexe, fait donc l'objet d'approches systémiques dans de nombreuses disciplines. Mais c'est dans le domaine de la géographie, qui connaît une révolution systémique dans les années 70, que vont émerger les travaux précurseurs de la modélisation urbaine moderne.

En effet, la période qui s'ouvre après la Seconde Guerre Mondiale voit le développement de nombreux outils théoriques et méthodologiques. L'essor de la Science des Systèmes d'une part, et celle de la Science Informatique d'autre part, contribuent à produire les conditions de la « révolution théorique et quantitative »¹ qui s'amorce dans le domaine de la géographie. La modélisation constitue ainsi un paradigme centrale de ces Sciences, un outil incontournable dès lors qu'il s'agit de comprendre la complexité des phénomènes étudiés. Le développement de la Science des Systèmes ou Systémique se caractérise par ailleurs par un dialogue riche et fécond entre différentes disciplines. Cet échange aboutit rapidement au transfert de concepts et de méthodologies entre disciplines. La modélisation appartient à ces outils qui ont profité de ce rapprochement interdisciplinaire, et son utilisation s'est largement diffusé dans de nombreux domaines.

Ce mouvement accompagne une forte tendance à la mathématisation des Sciences Sociales. Le recours à l'outil statistique se généralise ainsi dans les travaux de Sociologie, d'anthropologie, ou de géographie. Il n'est donc pas étonnant que, dans ce contexte de scientification des Sciences Sociales, se multiplient les travaux de modélisation dans diverses disciplines, et que la géographie finisse elle aussi par céder à la tentation, alors qu'elle résistait depuis toujours.

L'essor de la modélisation urbaine a beaucoup à voir avec l'évolution de la géographie ces trente dernières années. La géographie a longtemps été un domaine où les mathématiques n'étaient admis qu'avec beaucoup de réserve. L'usage du nombre y est essentiellement descriptif. Le tournant se produit au début des années 70. Nombre d'historiens suivent alors ce qu'ils identifient comme une rencontre de cultures jusque là séparées dans de multiples disciplines: Mathématiques et Sciences Sociales acceptent de se parler. Dans le domaine de la géographie, de jeunes chercheurs s'investissent dans la formation mathématique, statistique et informatique. Les formations se multiplient et s'enrichissent, accompagnant et nourrissant ce mouvement de mathématisation de la géographie française. Ainsi se développent stages nationaux et formations continues, encadrés par des mathématiciens. La formation des étudiants aux statistiques, à l'analyse de données et à la géographie quantitative est proposée vers 1973, et des manuels sont édités. En 1979, les premières thèses à forte assise mathématique sont

¹ C'est sous cette expression que Denise Pumain et Maire Claire Robic identifie le mouvement de réforme qui donnera naissance à la Géographie moderne.

soutenues, et en 1984, un grand congrès international de géographie voit une forte mobilisation du mouvement théorique et quantitatif. La vitalité de la géographie française y est affichée et la fécondité des nouvelles démarches de recherche affirmée. Le retard de la France dans le domaine est rattrapé.

En effet, si l'on s'intéresse aux éléments qui ont déclenché la prise de conscience de la nécessité d'une transformation de la géographie et enclenché le mouvement de mathématisation de la discipline, la découverte de l'état des travaux anglo-saxons dans le domaine joue un rôle important. La *New Geography*, née aux Etats Unis et dans les pays Scandinave dans les années 50, est une révélation brutale pour les géographes français des années 70. Cette géographie quantitative est ancienne de 15 ans lorsque ces chercheurs la découvrent et réalisent le retard pris par la France dans le domaine. Quantification, modélisation, approche systémique, analyse spatiale sont autant de mots clés que les géographes français entendent bien s'approprier pour entrer dans l'ère de la nouvelle géographie. Celle-ci se distingue de la géographie « classique » par « *le déplacement de la problématique des lieux vers la notion « d'espace », en parallèle, la substitution d'une interrogation sur l'organisation sociale de l'espace à la question de la relation entre groupes humains et milieu.* » [1]. Les concepts importants sont ceux d'espace, de système, de dynamique.

Dans ce contexte, la modélisation est l'outil privilégié d'exploration de l'espace, de sa dynamique et de ses lois. Les progrès de l'informatique participent à son épanouissement. Le travail de modélisation apparaît comme le substitut à d'utopiques laboratoires d'expérimentation à taille humaine, permettant la construction scénarios, la discussion et la confrontation des idées. En particulier, c'est autour de la modélisation que s'articulent les travaux portant sur les systèmes et leur dynamique. Dans les années 90, le transfert vers la géographie de concepts issus de disciplines telles que la physique, la synergétique ou l'informatique est largement facilité par le recours au modèle. Plus tard, le dépassement des limites de la modélisation urbaine pour le traitement des données spatialisées ouvre la voie à deux progrès: le couplage avec des systèmes d'information géographique d'une part, le développement des modèles individu centrés d'autre part.

La modélisation apparaît ainsi au centre du dialogue fructueux qui s'installe entre Mathématiques et Géographie à partir des années 70. Elle semble cristalliser les avancées théoriques de la Nouvelle Géographie.

La modélisation urbaine aujourd'hui

Aujourd'hui, le champ de la modélisation urbaine est marquée par le développement des modèles individu centrés. Il constitue un événement majeur dans l'histoire de la modélisation urbaine. De là à parler de rupture, il n'y a qu'un pas que certains franchissent. Pourtant, le développement des techniques basées individu ne font, selon nous, qu'accélérer l'actualisation dans le champ de la modélisation urbaine d'une rupture plus ancienne et moins spectaculaire de la manière de concevoir la ville. La modélisation systémique de la ville apparaît donc à la fois comme le résultat et le moteur d'un bouleversement profond de la conception de la ville et des pratiques en matière d'urbanisme.

Les prémices

La notion d'individu occupe très tôt une place importante dans la pensée sur l'urbain. Ainsi, Hägerstrand [2] pose dès les années 50 certains des principes de ce qui deviendra dans les années 70 la *Time geography*. « *Il s'agit d'appréhender les individus en tant qu'acteurs et de comprendre comment ils parviennent à réaliser leurs projets respectifs suivant leurs intentions, leurs devoirs, et différents niveaux de contraintes spatio-temporelles.* » [3] Dès les années 50, l'individu est envisagé comme un élément d'un

système spatio temporel complexe dont le comportement dépend largement de cette unité de base. Ces hypothèses sont transposées dans le domaine de l'urbain où l'agent est déjà conçu, notamment dans les approches économiques de la croissance urbaine, comme une variable explicative. Dès le milieu du 20ème siècle, certains travaux dans le champ de la recherche urbaine octroient donc une place non négligeable au concept d'individu, acteur du changement urbain et à la notion de système.

Au niveau méthodologique, certaines techniques évoquent déjà la simulation agent. Ainsi, les intuitions théoriques exposées précédemment conduisent au développement de la microsimulation à la fin des années 50 qui apparaît comme la genèse des modèles basés agents. Il s'agit de modèles utilisés en Sciences Sociales, formalisés au niveau de l'individu ou du ménage. S'inscrivant dans un questionnement d'ordre macro économique, les modèles de microsimulation s'intéressent aux comportements individuels des consommateurs et des entreprises, et obtiennent des résultats par agrégation des données simulées en fonction de certaines caractéristiques. A l'époque, cette approche innovante est complètement sous tendue par l'idée qu' « *il est plus intéressant de saisir un changement de niveau macroéconomique comme émergent à partir de comportements individuels qu'en recherchant des lois opérant au niveau macroscopique.* » [3] La microsimulation se distingue évidemment de la modélisation individu centrée sur de nombreux points: elle est inscrite dans le champ de la recherche en Sciences Sociales, et donc fortement ancrée thématiquement au contraire des modèles agents. En outre, elle apparaît a posteriori moins comme un outil de compréhension que comme un simple outil de prédiction, traitant des individus mais non de leurs interactions, et ne prenant pas en compte leurs motivations ou intentions. Néanmoins, au delà de ces différences, le lien de filiation semble manifeste, la microsimulation apparaissant comme un ancêtre de la modélisation agents.

La modélisation individu-centrée

Dès les années 70, la modélisation urbaine connaît un tournant qui voit la montée en puissance du paradigme systémique ou interactionniste caractérisée par le développement de concepts tels que celui de système, d'individu, d'interaction ou de dynamique. Les progrès informatiques de ces dernières années vont permettre l'actualisation de la révolution interactionniste à travers l'explosion des modèles individu centres dans le domaine de la géographie. C'est la naissance de la géosimulation.

Le développement des modèles individu centrés permet de dépasser les limites techniques qui bridaient l'imagination des modélisateurs. Les progrès informatiques, en particulier l'augmentation des puissances de calcul, multiplient les possibilités des modèles qui peuvent aujourd'hui prendre en compte des milliers, voire des millions d'individus.

D'un point de vue technique, les apports de la modélisation agents sont nombreux. Tout d'abord, les possibilités de couplage avec des systèmes d'information géographique sont facilitées, favorisant ainsi le traitement de données spatialisées. Ensuite, les modèles individu centrés présentent des spécificités tout à fait intéressantes par rapport aux modèles classiques qui reposent sur des hypothèses fortes. Les modèles classiques, par exemple les modèles économiques, supposent que les agents ont des comportements rationnels et homogènes. Or, l'homogénéité d'un côté, et la rationalité de l'autre, ont toutes deux faits l'objet de critiques. Tous les agents ne sont pas rationnels. Les modèles agents permettent de dépasser en partie ces hypothèses simplificatrices, souvent stipulées pour contourner des limitations techniques. Ils permettent de prendre en compte un grand nombre d'individus, et de désagréger les comportements de chacun d'entre eux si nécessaire.

Vers une conception systémique de la question urbaine

L'ensemble de ces avancées techniques et méthodologiques n'est pas sans incidence sur la portée théorique des modèles agents. Il vient actualiser les théories interactionnistes latentes.

Les premières réflexions qui s'engagent sur la question urbaine laissent apparaître une conception de la ville comme un système auto régulé qui tendrait vers un équilibre. Ainsi, les premières tentatives de modélisation urbaine, nous l'avons vu, renvoient à une explication économique du fonctionnement de la ville. La prééminence de la pensée économique au 19^{ème} siècle, qui structure la pensée sur les sociétés et la ville, explique ce parti pris par les « premiers modélisateurs. » Or, la science économique est caractérisée par l'idée que les systèmes tendent vers un équilibre. La ville conçue comme un système régi par l'économie n'échappe pas à la règle et la forme de la ville est bien envisagée comme le résultat d'un équilibre entre les logiques économiques des différents acteurs. Ainsi les modèles de Von Thunen ou d'Alonso proposent-ils bien une explication déterministe de l'organisation urbaine comme produit des comportements économiques et rationnels des producteurs, des industries ou des ménages. La ville est donc d'abord conçue comme un système auto régulé, qui tend vers un équilibre. Une meilleure compréhension de ces phénomènes permet de mieux diriger l'action urbaine. La logique qui accompagne cette conception des villes est plutôt une logique « Top Down », c'est-à-dire qui donne toute son importance et tout son poids à l'action publique, à la planification comme participant à la construction des villes. Cette approche qui met en avant la prise de la planification sur le développement urbain tend aujourd'hui à laisser la place à une vision qui dénie cette vision au profit d'une conception de l'organisation urbaine comme le résultat de processus se produisant au niveau élémentaire. Il s'agit de l'approche dite « Bottom Up. »

L'essor de la modélisation individu centrée contribue fortement à ce glissement. La ville est conçue comme un système complexe, constituée de nombreux sous systèmes en interaction les uns avec les autres. Elle n'est plus pensée comme le seul produit de la planification urbaine, mais son émergence comme ville est également le résultat de la somme des actions individuelles et collectives. En d'autres termes, l'idée qui s'exprime ici est celle que les villes en général et le développement urbain en particulier est moins le fait de la logique « Top Down » de la planification urbaine que celle d'un mécanisme « Bottom Up. » Les formes spatiales observées à des échelles agrégées sont le résultat des actions des acteurs à des niveaux très désagrégés, voire individuels.

Aujourd'hui, entre l'approche strictement Top Down des modèles économiques et l'approche bottom up des modèles individu centrés se développe une conception alternative de la modélisation urbaine et donc du développement urbain. Ainsi, les modèles développés récemment multiplient les aller retours entre les différents niveaux de modélisation. En d'autres termes, le niveau de l'individu reste le niveau privilégié de modélisation, mais il est de plus en plus pensé en relation avec des niveaux plus globaux, celui du groupe par exemple, qui semblent plus pertinents pour l'étude de certaines problématiques. Le modèle SimBogota, par exemple, s'intéresse à l'étude des relations entre les dynamiques du système urbain et l'organisation spatiale qui en découle et les méthodes d'analyse de ces relations. Ce qui intéresse plus particulièrement Christiane Weber et ses collègues est « *de repérer, d'identifier et d'expliquer les liens qui existent entre le niveau micro de l'individu (son comportement, ses caractéristiques, ses motivations...) et le niveau macro, qui révèle une configuration générale de la ville, avec ses territoires en constante constitution.* » L'objectif de la démarche est bien l'explicitation des relations entre les différents niveaux de perception et d'action.

Par ailleurs, la prise en compte croissante des interactions entre espace et sociétés est caractéristique des modèles les plus récents. La démarche mise en oeuvre dans ces modèles ne consiste plus « simplement » à faire émerger la configuration spatiale à partir de l'ensemble des comportements individuels. Ils s'attachent désormais à prendre en

compte la boucle de rétroaction qui existe entre l'espace et la société d'individus : les comportements individuels contribuent à organiser l'espace, et en retour, la configuration spatiale influence ces comportements. André Ourednik [4] s'intéresse précisément à cette question dans un modèle qu'il développe pour mieux comprendre les mécanismes de ségrégation socio spatiale.

Enfin, on voit également se développer de plus en plus de modèles qui intègrent non seulement des comportements stochastiques, et laissent ainsi la place à l'aléa, au hasard et aux visions statistiques, mais qui redonnent de plus en plus de place à l'action publique, à l'impact de la planification. C'est donc bien au développement de modèles qui croisent les approches Top Down et Bottom Up auquel nous assistons aujourd'hui.

Conclusion

La conception de la ville comme résultat de l'interaction entre l'ensemble des actions aux niveaux individuels et collectifs constitue donc une véritable évolution dans la manière d'envisager la question urbaine. Les phénomènes urbains ne sont plus conçus ni comme le seul produit de l'action planificatrice des services en charge de l'urbanisme, ni comme le seul résultat de l'agrégation des actions individuelles. Désormais, le développement urbain est envisagé dans toute sa complexité systémique comme le produit des multiples interactions entre les mécanismes économiques, démographiques, juridiques, sociaux, etc. à tous les niveaux et des interactions entre ces niveaux. Cet ébranlement de la pensée sur l'urbanisme met à mal les pratiques urbanistiques actuelles, mais en même temps fournit de nouvelles pistes d'action. La mise en évidence des limites de l'action publique sur l'organisation des territoires, loin de sonner le glas de l'urbanisme, appelle au contraire à une action mieux comprise, nourrie par des approches pluridisciplinaires et concertées entre les différents acteurs de l'urbain. Les réflexions menées sur l'existence d'une boucle de rétroaction entre l'homme et le territoire invitent à une meilleure évaluation a priori des impacts des politiques publiques et orientent l'action vers la mise en place de combinaisons de mesures globales plutôt que de mesures isolées.

Références

- [1] PUMAIN D., ROBIC M.C., Le rôle des mathématiques dans une « révolution » théorique et quantitative: la géographie française depuis les années 70, *Revue d'histoire des Sciences Humaines*, Paris, 2002
- [2] HAGERSTRAND T., *Innovation diffusion as a spatial process*, Chicago, University of Chicago Press, 1953
- [3] SANDERS L., Objets géographiques et simulation agent, entre thématique et méthodologie, *Revue internationale de géomatique*, Paris, Avril-Juin 2007, p.135-161
- [4] OUREDNIK A., Mécanismes rétroactifs de ségrégation entre une société urbaine et son espace, *Revue internationale de géomatique*, Paris, Avril-Juin 2007, p183-207